

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y
EMPRESARIALES**

Departamento de Fundamentos del Análisis Económico I y II



**EFFECTOS MACROECONÓMICOS DE LA
COMPOSICIÓN DEL GASTO PÚBLICO**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR**

Rafaela María Pérez Sánchez

Bajo la dirección de los Doctores:

José Manuel González Páramo
Miguel Sebastián Gascón

Madrid, 2001

ISBN: 84-669-2270-9

EFECTOS MACROECONÓMICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO PÚBLICO

Rafaela M^a Pérez Sánchez

Directores:

José Manuel González-Páramo

Miguel Sebastián Gascón

Departamentos de Fundamentos del Análisis Económico I y II

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Universidad Complutense de Madrid

2001

Índice

I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ALGUNOS HECHOS ESTILIZADOS	xiii
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y MOTIVACIÓN	1
1.1.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL GASTO PÚBLICO	1
1.1.2 EFECTOS DEL GASTO PÚBLICO: PREDICCIONES TEÓRICAS	4
1.1.3 REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA EMPÍRICA	15
1.2 APORTACIONES Y PRINCIPALES CONCLUSIONES POR CAPÍTULOS	16
1.2.1 PARTE 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ALGUNOS HECHOS ESTILIZADOS	17
1.2.2 PARTE 2. MODELO TEÓRICO DE COMPLEMENTARIEDAD ENTRE EL CONSUMO PÚBLICO Y LA INVERSIÓN PÚBLICA	18
2 EFECTOS DEL CONSUMO PÚBLICO SOBRE EL CRECIMIENTO: EVIDENCIA EMPÍRICA	21
2.1 MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS DEL CAPÍTULO	21
2.2 REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA EMPÍRICA	25
2.2.1 DETERMINANTES DE LOS DIFERENCIALES DE RENTA O CRECIMIENTO ENTRE PAÍSES	25
2.2.2 EFECTOS DEL GASTO PÚBLICO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD	34
2.2.3 LOS EFECTOS DESPLAZAMIENTO DEL GASTO PÚBLICO SOBRE EL CONSUMO Y LA INVERSIÓN PRIVADAS	41
2.3 ANÁLISIS EMPÍRICO DE SERIES DE CONSUMO PÚBLICO ESTADOUNIDENSES	47
2.3.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS SERIES	47
2.3.2 RELACIÓN ENTRE CONSUMO PÚBLICO AGREGADO Y PIB	51
2.3.2.1 ANÁLISIS UNIVARIANTE DE LAS SERIES	51
2.3.2.2 CONTRASTE DE COINTEGRACION ENTRE EL CONSUMO PUBLICO AGREGADO Y EL PIB	52
2.3.2.3 MODELO DE RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO PÚBLICO AGREGADO Y EL PIB	55

2.3.3	RELACIÓN ENTRE PARTIDAS PRODUCTIVAS DEL CONSUMO PÚBLICO Y EL PIB.	63
2.3.3.1	ANÁLISIS UNIVARIANTE DE LAS SERIES	63
2.3.3.2	CONTRASTE DE COINTEGRACIÓN ENTRE PARTIDAS PRODUCTIVAS DE CONSUMO PÚBLICO Y PIB	65
2.3.3.3	MODELOS DE RELACIÓN ENTRE PARTIDAS PRODUCTIVAS DEL CONSUMO PÚBLICO Y EL PIB	71
2.3.4	SENSIBILIDAD DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA A LA DIRECCIÓN DE CAUSALIDAD CONTEMPORÁNEA	91
2.3.4.1	CONSUMO PÚBLICO TOTAL	91
2.3.4.2	CONSUMO EN SANIDAD Y EDUCACIÓN	93
2.3.4.3	CONSUMO EN POLICÍA, SEGURIDAD CIVIL Y JUSTICIA	95
2.4	CONCLUSIONES	97
2.5	APÉNDICES	99
2.5.1	DATOS EMPLEADOS.	99
2.5.2	CONTRASTE DE COINTEGRACIÓN ENTRE EL CONSUMO PÚBLICO Y EL GASTO PÚBLICO TOTAL.	100
2.5.3	MODELO BIVARIANTE ENTRE CONSUMO PÚBLICO TOTAL Y PIB.	102
2.5.3.1	ESTIMACIONES MÁXIMO VEROSÍMILES DE VAR(j), PARA $j=0, \dots, 3$	102
2.5.3.2	MATRICES DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS RESIDUOS	103
2.5.3.3	DIAGNOSIS DE LOS RESIDUOS DEL VAR(3)	103
2.5.3.4	CONTRASTES DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR	103
2.5.3.5	DIAGNOSIS DE LOS RESIDUOS DEL MODELO DEFINITIVO	105
2.5.4	CONTRASTES DE ESTABILIDAD PARA LA MEDIA DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL CONSUMO PÚBLICO TIPO 1 Y TIPO 2:	108
2.5.4.1	CONSUMO PÚBLICO TIPO 1	108
2.5.4.2	CONSUMO PÚBLICO TIPO 2	110
2.5.5	MODELO BIVARIANTE ENTRE EL CONSUMO TIPO 1 Y EL PIB	111
2.5.5.1	ESTIMACIONES MÁXIMO VEROSÍMILES DE VAR(j), PARA $j=0, \dots, 3$	111
2.5.5.2	MATRICES DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS RESIDUOS	112
2.5.5.3	CONTRASTES DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR	112
2.5.5.4	DIAGNOSIS DE LOS RESIDUOS DEL VAR(2) NO RESTRINGIDO	113

2.5.5.5	CONTRASTE DE EXOGENEIDAD DEL CONSUMO PÚBLICO TIPO 1 RESPECTO DEL PIB	113
2.5.5.6	DIAGNOSIS DE LOS RESIDUOS DEL MODELO DEFINITIVO	114
2.5.6	MODELO BIVARIANTE ENTRE EL CONSUMO TIPO 2 Y EL PIB	117
2.5.6.1	ESTIMACIONES MÁXIMO VEROSÍMILES DE VAR(j), PARA $j=0, \dots, 3$	117
2.5.6.2	MATRICES DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS RESIDUOS	117
2.5.6.3	CONTRASTES DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR	118
2.5.6.4	ESTRATEGIA 'ARRIBA-ABAJO' PARA LA ELECCIÓN DEL MODELO DEFINITIVO	118
2.5.6.5	DIAGNOSIS DE LOS RESIDUOS DEL MODELO DEFINITIVO	120
2.5.7	MODELO BIVARIANTE ENTRE EL CONSUMO TIPO 3 Y EL PIB	123
2.5.7.1	ESTIMACIONES MÁXIMO VEROSÍMILES DE VAR(j), PARA $j=0, \dots, 3$	123
2.5.7.2	MATRICES DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS RESIDUOS	124
2.5.7.3	CONTRASTES DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR	124
2.5.7.4	ESTRATEGIA 'ARRIBA-ABAJO' PARA LA ELECCIÓN DEL MODELO	125
2.5.7.5	DIAGNOSIS DE LOS RESIDUOS DEL MODELO DEFINITIVO	125

II MODELO DE USO EFICIENTE DE LAS INFRAESTRUCTURAS PÚBLICAS 129

3	UNA REGLA DE ORO DE REPARTO DEL GASTO PÚBLICO	131
3.1	INTRODUCCIÓN	131
3.2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	136
3.3	MODELIZACIÓN DE LA ECONOMÍA	140
3.3.1	Gobierno:	140
3.3.2	Empresa	142
3.3.3	Consumidor	148
3.3.4	Equilibrio Competitivo	149
3.4	CALIBRACIÓN	151
3.4.1	Definición de medidas consistentes.	151
3.4.2	Datos.	152
3.4.3	Valores paramétricos	154

3.4.4	Estimación de la función de producción.	160
3.5	ANÁLISIS DEL ESTADO ESTACIONARIO	169
3.5.1	Definición y cálculo del estado estacionario determinista.	169
3.5.2	Análisis paramétrico del estado estacionario.	171
3.5.3	Efectos de las variables α -scales sobre los niveles de estado estacionario.	173
	Aumentos en la proporción de gasto público sobre producto (α_j):	173
	Aumentos en la presión α -scal (α''), destinados a transferencias: .	175
	Aumentos en el ratio α :	175
3.6	CONCLUSIONES	187
3.7	APÉNDICES	188
3.7.1	RESUMEN DEL MODELO (VARIABLES, CONDICIONES DE PRIMER ORDEN Y ESTADO ESTACIONARIO)	188
	DEFINICIÓN DE VARIABLES Y PARÁMETROS ESTRUCTURALES EMPLEADOS	188
	MODELO Y CONDICIONES DE PRIMER ORDEN	188
3.7.2	RESUMEN DE VALORES PARAMÉTRICOS RESULTANTES DE LA CALIBRACIÓN	190
3.7.3	VARIABLES EMPLEADAS EN LA CALIBRACIÓN DEL MODELO	190
3.7.4	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DEL CAPITAL PRIVADO EN LA RENTA NACIONAL Y DEL FLUJO DE SERVICIOS DE LOS BIENES DE CONSUMO DURADEROS	191
4	EFFECTOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO PÚBLICO EN EL CICLO ECONÓMICO	193
4.1	INTRODUCCIÓN	193
4.2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	194
4.2.1	MODELO NEOCLÁSICO DE CRECIMIENTO: EFECTOS DE CAMBIOS DISCRECIONALES EN LAS COMPONENTES DE GASTO PÚBLICO	194
4.2.2	ANÁLISIS DE CORTO PLAZO. CICLOS ECONÓMICOS.	196
4.3	ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD	199
4.4	EFFECTOS REALES DE LA POLÍTICA FISCAL	206
4.4.1	DINÁMICA DETERMINISTA	207
	4.4.1.1 Funciones de respuesta a un impulso en el ratio de composición del gasto (α):	209
	4.4.1.2 Funciones de respuesta a un impulso en el ratio α_j	226
	4.4.1.3 Funciones de respuesta a un impulso en α''	229
4.4.2	PROPIEDADES CÍCLICAS DE LA ECONOMÍA SIMULADA	234
	4.4.2.1 REGULARIDADES CÍCLICAS DE LA ECONOMÍA ESTADOUNIDENSE	234
	4.4.2.2 PROPIEDADES CÍCLICAS DEL MODELO	239
4.5	CONCLUSIONES	253

4.6	APÉNDICES	255
4.6.1	METODOLOGÍA DE RESOLUCIÓN DE MODELOS DINÁMICOS ESTOCÁSTICOS DE EXPECTATIVAS RACIONALES	255
4.6.2	APROXIMACIÓN LOG-LINEAL DEL MODELO Y CONDICIONES DE ESTABILIDAD PARA LA SIMULACIÓN	256
4.6.2.1	Formulación	256
4.6.2.4	Optimización	258
4.6.2.3	Resolución (Sims log-linealizado):	259
5	COMPOSICIÓN ÓPTIMA DEL GASTO PÚBLICO	265
5.1	INTRODUCCIÓN	265
5.2	COMPOSICIÓN ÓPTIMA DEL GASTO PÚBLICO EN EL LARGO PLAZO	269
5.2.1	COMPOSICIÓN ÓPTIMA PARA LOS NIVELES ACTUALES DE TAMAÑO DEL GASTO Y PRESIÓN FISCAL	269
5.2.1.1	COSTES DE BIENESTAR DE POLÍTICAS SUBÓPTIMAS DE REPARTO DEL GASTO PÚBLICO: COMPARANDO ESTADOS ESTACIONARIOS	269
5.2.1.2	GANANCIAS DE BIENESTAR DERIVADAS DE APLICAR LA REGLA DE ORO: EVALUANDO EFECTOS DURANTE LA TRANSICIÓN	272
5.2.1.3	COMPOSICIÓN ÓPTIMA SI CONSIDERAMOS LOS EFECTOS DURANTE LA TRANSICIÓN: REGLA DE ORO DINÁMICA	273
5.2.1.4	COMPARACIÓN DE LAS REGLAS DE ORO ESTÁTICA Y DINÁMICA EN TÉRMINOS DE BIENESTAR	276
5.2.1.5	PRINCIPIOS IDENTIFICATIVOS DE LA POLÍTICA DE COMPOSICIÓN ÓPTIMA	277
5.2.1.6	ADECUACIÓN DE LA POLÍTICA DE REPARTO ESTADOUNIDENSE	279
5.2.1.7	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS RESULTADOS DE OPTIMALIDAD	280
5.2.1.8	EL CASO DE UN GOBIERNO PREOCUPADO POR EL LARGO PLAZO	285
5.2.2	COMPOSICIÓN ÓPTIMA PARA DISTINTOS TAMAÑOS DEL GASTO O LA PRESIÓN FISCAL	286
5.2.2.1	Valores alternativos de β , con presión fiscal invariante	287
5.2.2.2	Valores alternativos de β , con cambios de la presión fiscal	292
5.2.2.3	Valores alternativos de β , con tamaño del gasto invariante	292
5.2.3	INTERCAMBIO ENTRE COMPOSICIÓN Y TAMAÑO DEL GASTO	296
5.3	POLÍTICAS DE ESTABILIZACIÓN	298
5.3.1	RESPUESTA ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO PÚBLICO AL CICLO ECONÓMICO	299

5.3.1.1	Caso de referencia	300
5.3.1.2	Sensibilidad de los resultados a cambios en el nivel medio del ratio de composición	308
5.3.2	RESPUESTA ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN A PERTURBACIONES DEL GASTO O LA PRESIÓN FISCAL	312
5.3.2.1	RESPUESTA ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO PÚBLICO ANTE PERTURBACIONES DEL TAMAÑO DEL SECTOR PÚBLICO.	313
5.3.2.2	RESPUESTA ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO PÚBLICO ANTE PERTURBACIONES DE LA PRESIÓN FISCAL.	319
5.3.3	PERSISTENCIA Y VOLATILIDAD ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO	320
5.3.3.1	PERSISTENCIA ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO PÚBLICO	320
5.3.3.2	VOLATILIDAD ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO PÚBLICO	324
5.4	CONCLUSIONES	329
5.5	APÉNDICES	331
5.5.1	RESPUESTA ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN A PERTURBACIONES EN EL GASTO (FINANCIADAS CON IMPUESTOS NO DISTORSIONANTES)	331
5.5.1.1	EFFECTOS DE $\hat{\sigma}_A$ SOBRE LA VOLATILIDAD DE LAS VARIABLES ENDÓGENAS	331
5.5.1.2	FUNCIONES DE RESPUESTA A IMPULSO PARA $\hat{\sigma}_A = \S 1$	332
5.5.2	RESPUESTA ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN A PERTURBACIONES EN LA PRESIÓN FISCAL (DESTINADA A TRANSFERENCIAS CORRIENTES)	333
5.5.2.1	EFFECTOS DE $\hat{\sigma}_A$ SOBRE LA VOLATILIDAD DE LAS VARIABLES ENDÓGENAS	333
5.5.2.2	FUNCIONES DE RESPUESTA A IMPULSO PARA $\hat{\sigma}_A = 0$	333
6	CONCLUSIONES Y EXTENSIONES	335
6.1	OBJETIVO Y MOTIVACIÓN DE LA TESIS	335
6.2	EFFECTOS DEL CONSUMO PÚBLICO SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO: EVIDENCIA EMPÍRICA	337
6.2.1	ESTADO DE LA CUESTIÓN	337
6.2.2	APORTACIÓN DE LA TESIS	338
6.2.3	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	339
6.3	MODELO DE USO EFICIENTE DE LAS INFRAESTRUCTURAS PÚBLICAS	339
6.3.1	ESTADO DE LA CUESTIÓN	339

6.3.2	MODELO DE USO EFICIENTE DE LAS INFRAESTRUCTURAS PÚBLICAS	340
6.4	RESULTADOS DEL MODELO DE INFRAESTRUCTURAS EFECTIVAS	343
6.4.1	REGLA DE ORO DE REPARTO DEL GASTO PÚBLICO	343
6.4.2	REGLA DE ORO DINÁMICA DE REPARTO DEL GASTO	345
6.4.3	COMPOSICIÓN DEL GASTO PÚBLICO Y EL CICLO ECONÓMICO	346
	ANÁLISIS POSITIVO	346
	ANÁLISIS NORMATIVO	347
6.5	RESUMEN DE RESULTADOS Y EXTENSIONES	348
6.5.1	RESUMEN DE RESULTADOS	348
6.5.2	EXTENSIONES	349
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	351

Parte I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y
ALGUNOS HECHOS
ESTILIZADOS

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

1.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y MOTIVACIÓN

1.1.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL GASTO PÚBLICO

El último siglo y medio ha sido testigo de importantes cambios en la dimensión y composición del gasto público en los países industrializados, en línea con la evolución paralela de las creencias de la sociedad respecto de qué papel debe desarrollar el sector público en la economía.

Así, durante el siglo XIX se trató de reducir al mínimo el papel del Estado, limitándolo a funciones de carácter asignativo, tales como la defensa, actividades legislativas y judiciales, ciertas obras públicas, la protección de los derechos de propiedad y otras funciones similares.

Como consecuencia de ello, entre 1870 y 1913 el ratio de gasto público sobre producto se mantuvo estable en torno al 11%-12% para un conjunto de 17 países industrializados ¹(ver Tanzi y Schuknecht, 1997).

A raíz de la Gran Depresión de los años veinte, empezó a extenderse la idea de que el Estado debía afrontar un papel más normativo, y éste comenzó a desarrollar un rango más amplio de funciones. Entre ellas cabe destacar la estabilización económica, el mantenimiento de niveles mínimos de renta y su redistribución, garantizar el uso pleno de los recursos productivos, resolver problemas de fallos de mercado y externalidades, intervenir en sectores productivos considerado de 'interés nacional' o la cobertura de necesidades sociales.

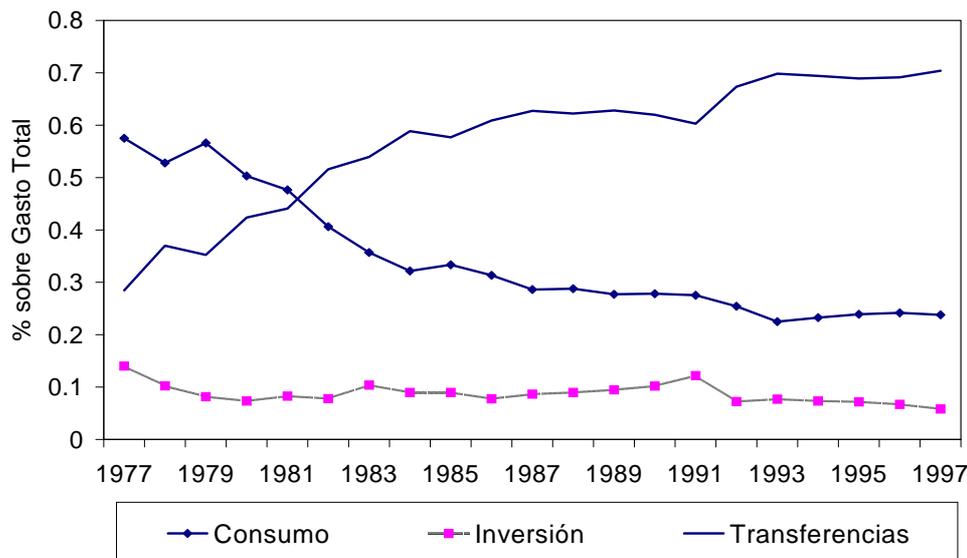
El resultado de estas ampliaciones en el concepto del papel del Estado fue un importante crecimiento del tamaño del gasto público en términos de producto. Así, el gasto público de las 17 economías industrializadas anteriores (incluyendo transferencias) pasó de un 18,2% del PIB en 1920 a un 22,4% en 1937, un 27,9% en 1960 y un 44,9% en 1990 (Tanzi y Schuknecht, 1997).

Este crecimiento del gasto provino principalmente de un sustancial aumento de las transferencias al sector privado en funciones tales como educación, sanidad, jubilación o seguro de paro; en cambio, el uso de recursos para actividades productivas del sector

¹Estos países incluyen Australia, Austria, Canadá, Francia, Alemania, Irlanda, Japón, Nueva Zelanda, Noruega, Suecia, Suiza, Reino Unido, Estados Unidos, Bélgica, Italia, Holanda y España.

público (consumo e inversión) se ha mantenido relativamente estable en términos de PIB, en torno al 20%-25% según los países. Para el caso de España, por ejemplo, el porcentaje de transferencias sobre el gasto público total pasó del 37% en 1964 al 60% en 1995 y para Estados Unidos pasó del 20% al 42% (ver gráfico 1). De hecho, el volumen de transferencias en términos de PIB en las economías industrializadas prácticamente duplica el de las economías en desarrollo, siendo el responsable de las importantes diferencias del tamaño relativo del sector público en ambos grupos de países.

Composición gasto público. España



Composición gasto público. EEUU

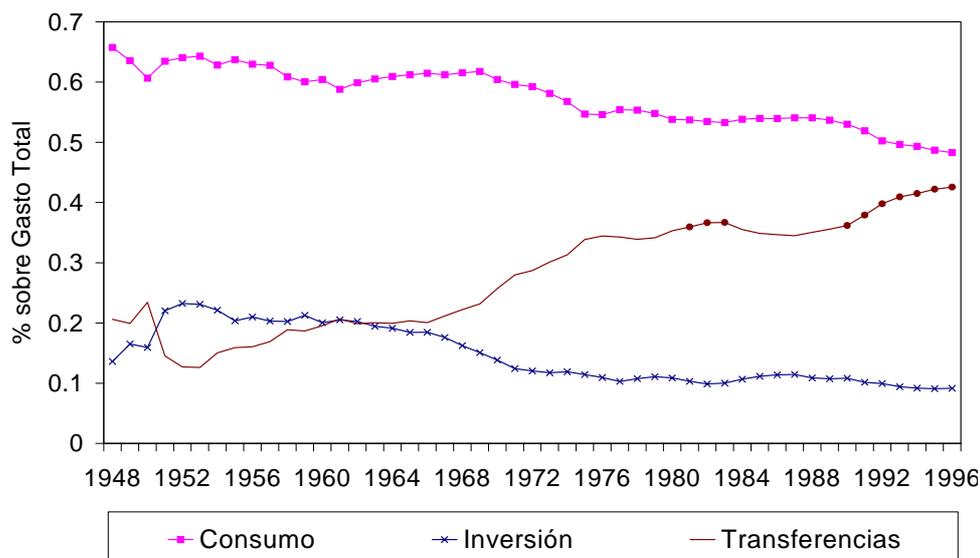


Gráfico 1.1. Composición del gasto público.

Existe una amplia literatura, tanto de carácter económico como político, que ha

tratado de explicar las causas subyacentes a este crecimiento del sector público (ver Slemrod (1995) para una revisión).

Entre las de carácter económico, es indispensable citar el trabajo de A.Wagner (1876) que justifica la expansión del sector público a causa de la creciente demanda de actividades públicas conforme aumenta el desarrollo industrial de una sociedad (necesidades de regulación de monopolios naturales, proporcionar infraestructuras de transporte y comunicaciones, demanda de servicios sociales y transferencias, ...). Mucho más recientemente, J.Buchanan y R.Wagner (1977), entienden que los gobiernos modernos generan ilusión fiscal en los ciudadanos (mediante cargas impositivas poco perceptibles -como los impuestos sobre el consumo-, monetización del déficit o emisión de deuda pública), para ocultar los costes reales de la financiación del gasto público y así expandirlo sin rechazo social.

Desde una perspectiva política, una enumeración no exhaustiva incluye los siguientes trabajos. Peacock y Wiseman (1961) formulan la 'hipótesis de la crisis', según la cual en etapas de inestabilidad social aumenta la presión fiscal tolerable por el sector privado, y ello genera un desplazamiento de recursos al sector público que posteriormente deviene irreversible.

Entre los modelos de votantes, Meltzer y Richard (1978) explican el crecimiento del tamaño del sector público mediante los cambios en la composición del electorado hacia grupos que reducen la renta del votante mediano (reducción de la edad de voto, concesión del voto a la mujer, ...). Cukierman, Hercowitz y Leiderman (1992) crean una teoría del ciclo político en virtud de la cual los políticos en el poder usan el gasto público para reactivar la demanda agregada en vísperas de elecciones. Finalmente, en los modelos de decisión burocrática (Niskanen, 1971) la asimetría de información dota al burócrata de poder de monopolio que permite que primen sus intereses particulares (maximizar el tamaño del presupuesto que maneja) sobre los generales, y otras teorías explican el tamaño del presupuesto como resultado acumulativo de la resolución sucesiva, miope y adaptativa, de problemas presupuestarios desagregados.

Tras esta breve revisión, cabe preguntarse cuáles son las consecuencias, beneficiosas o perjudiciales, derivadas de esta expansión de la intervención del sector público en la economía.

Entre las beneficiosas, resulta evidente el aumento del bienestar en forma de alfabetización y crecimiento del capital humano de la población, aumento de la esperanza de vida, o reducción del malestar generado por situaciones de paro, incapacidad física o indigencia (Tanzi y Schuknecht, 1997).

Entre las perjudiciales, los efectos perniciosos de un gasto público excesivo sobre las decisiones de trabajo y ahorro de los agentes actuarán a través de diferentes vías, según la elección de una u otra forma de financiación². Así, la emisión de deuda generará elevados tipos de interés, la monetización del déficit causará inflación, y la financiación impositiva aumentará la presión fiscal del sector privado. Todos ellos conducirán previsiblemente a un mismo resultado: reducción en el crecimiento económico.

En los países industrializados se ha desatado un importante debate sobre la necesidad de reducir los niveles de déficit y deuda públicos: la significativa mejora en el nivel de

²Por no mencionar posibles efectos sustitutivos o complementarios del gasto público sobre el consumo privado.

protección social y los estándares de vida se ha producido a costa de un tamaño del sector público superior al 40% ó 50% del producto agregado según el caso.

Cada vez son más frecuentes los argumentos de que buena parte de las actividades públicas podrían llevarse a cabo con un menor uso de recursos: la necesidad de separar las funciones de ...nanciación y provisión de determinados programas sociales, dejando la primera en manos del Estado y la segunda para el mejor licitante privado; o las dudas sobre los bene...cios efectivos en términos de bienestar de niveles adicionales de gasto una vez se han alcanzado ciertos estándares (Tanzi y Schuknet, 1997).

Una vez aceptada la conveniencia de reducir el tamaño del gasto público, surge la cuestión de por dónde recortar el presupuesto de gastos. Numerosos autores, por ejemplo Musgrave (1969, 1997) han señalado repetidamente la necesidad de analizar por separado los efectos macroeconómicos diferenciados de distintas partidas de gasto público. No obstante, las limitaciones de los datos en términos de longitud, calidad estadística y nivel de desagregación han hecho difícil hasta el momento encontrar resultados econométricos rigurosos y robustos sobre los efectos del gasto público en términos de crecimiento económico.

A continuación hacemos una revisión de las predicciones de los modelos teóricos respecto de los efectos macroeconómicos de distintas partidas de gasto público y posteriormente analizamos los resultados obtenidos en estudios empíricos.

1.1.2 EFECTOS DEL GASTO PÚBLICO: PREDICCIONES TEÓRICAS

Como paso previo al análisis de los efectos diferenciados de las distintas partidas de gasto público, analizamos brevemente las dos clasi...caciones alternativas del gasto más frecuentemente utilizadas (FMI: Government Financial Statistics):

1. La clasi...cación económica, basada en las características económicas del gasto
2. La clasi...cación funcional, basada en el propósito o función hacia la cual se dirige el gasto público.

La primera de estas clasi...caciones comprende por un lado los gastos de capital y por otro los gastos corrientes. Estos últimos se dividen a su vez en consumo y transferencias³.

Las transferencias al sector privado (pensiones, subsidio de paro, subvenciones a empresas) forman parte de la renta disponible de los agentes, pero no del PIB; en cambio, el consumo y la inversión representan el uso de recursos necesarios para el desarrollo de las actividades del sector público y se incluyen en la restricción de recursos de la economía.

Atendiendo a la naturaleza de los bienes en que se materializan, podemos distinguir los gastos de consumo e inversión de la siguiente forma. La inversión pública incluye todos aquellos gastos destinados a la construcción de infraestructuras públicas, entendidas

³Según los criterios de contabilidad adoptados, también pueden clasi...carse los gastos corrientes en: consumo, transferencias corrientes, subsidios, intereses, prestaciones sociales, etc (fuente: General Government Accounts and Statistics).

en un sentido amplio, tanto infraestructuras de transporte (autopistas y calles, puertos y aeropuertos o infraestructuras hidráulicas,...) como hospitales, colegios, fábricas, etc. En definitiva, aquellos gastos destinados a la formación de capital físico (bienes con una vida útil superior a un año) de titularidad pública.

Por otro lado, formarían parte del consumo público los gastos dedicados a la compra de bienes de consumo no duraderos y la obtención de servicios, así como sueldos de funcionarios. Por ejemplo, sería consumo público el pago de médicos, profesores, policías o personal de la administración pública, así como la compra de materiales consumibles y gastos de mantenimiento necesarios para la adecuada explotación de los activos públicos.

La clasificación funcional, en cambio, distingue las siguientes componentes del gasto público:

- 2 servicios económicos: transporte y comunicaciones, energía, agricultura, industria, ...
- 2 servicios sociales: educación, sanidad, etc
- 2 servicios del gobierno central: administración pública, defensa, orden y seguridad públicas, ...
- 2 otras funciones

Por supuesto, también se utilizan ambas clasificaciones del gasto de forma acumulativa, es decir, los gastos en servicios económicos pueden ser gastos de consumo o de inversión, etc.

Para analizar los efectos de las distintas componentes de gasto, vamos a emplear un modelo teórico básico general donde poder plasmar las distintas modelizaciones utilizadas en buena parte de la literatura.

MODELO NEOCLÁSICO DE CRECIMIENTO

El modelo de agente representativo estándar de equilibrio general con sector público consta de los siguientes elementos:

1. Consumidor representativo:

El consumidor representativo elige niveles de consumo, inversión y oferta de trabajo para maximizar la utilidad esperada descontada de toda su senda de consumo y ocio, y sujeto a una restricción o conjunto presupuestario. Suponemos una economía no monetaria, donde se produce un único bien que puede destinarse a consumo o a inversión.

$$\text{Max}_{c_t, n_t, k_{t+1}} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_t, l_t, g_t) \tag{1.1}$$

$$s.a. : (1 + \zeta_t^c) c_t + ip_t = (1 + \zeta_t^w) w_t N_t + (1 + \zeta_t^k) r_t k_{t+1} + TR_t \tag{1.2}$$

$$k_{t+1} = (1 + \zeta_t^k) k_{t+1} + ip_t \tag{1.3}$$

donde las variables están definidas en términos per capita, siendo c_t , l_t y los niveles de consumo y ocio elegidos por el consumidor y kp_t el stock de capital que estará disponible para participar en el proceso productivo durante el periodo $t + 1$, cuya ley de evolución viene dada por (1.3).

Existe además un conjunto de variables fijadas por el gobierno y tomadas como datos por el consumidor cuando adopta sus decisiones de consumo, ahorro y ocio: el nivel de gasto público (g_t), los tipos impositivos ($\zeta_t^c, \zeta_t^w, \zeta_t^k$) y las transferencias de suma fija (TR_t).

La solución al problema de optimización del consumidor se obtiene a partir de las condiciones de primer orden para el lagrangiano:

a) Formulación del lagrangiano:

$$L = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t fU(c_t; l_t; g_t) - \lambda_t [(1 + \zeta_t^c) c_t + kp_t - (1 - \delta_k) kp_{t+1} - \dots - (1 - \zeta_t^w) w_t N_t + (1 - \zeta_t^k) r_t kp_{t+1} + TR_t] \quad (1.4)$$

b) C.P.O.

$$\frac{\partial L}{\partial c_t} = 0 \Rightarrow U_{c_t} = \lambda_t (1 + \zeta_t^c) \Rightarrow \lambda_t = \frac{U_{c_t}}{(1 + \zeta_t^c)} \quad (1.5)$$

$$\frac{\partial L}{\partial l_t} = 0 \Rightarrow U_{l_t} = \lambda_t (1 - \zeta_t^w) w_t \Rightarrow \lambda_t = \frac{U_{l_t}}{(1 - \zeta_t^w) w_t} \quad (1.6)$$

$$\frac{\partial L}{\partial kp_t} = 0 \Rightarrow \lambda_t = \beta E_t [\lambda_{t+1} (1 - \delta_k) + (1 - \zeta_{t+1}^k) r_{t+1}] \quad (1.7)$$

Donde U_{c_t} y U_{l_t} son respectivamente, la utilidad marginal del consumo y el ocio. A partir de las condiciones de primer orden para consumo (1.5) y ocio (1.6), se obtiene la igualdad que determina la elección consumo/ocio del agente:

$$\frac{U_{l_t}}{U_{c_t}} = \frac{(1 - \zeta_t^w) w_t}{(1 + \zeta_t^c)} \quad (1.8)$$

Y a partir de las ecuaciones (1.5) y (1.7), se consigue la condición para la elección intertemporal entre consumo presente y futuro (o elección consumo/ahorro):

$$U_{c_t} = \beta E_t [U_{c_{t+1}} (1 - \delta_k) + (1 - \zeta_{t+1}^k) r_{t+1}] \quad (1.9)$$

Por último, la solución de equilibrio competitivo ha de verificar la condición de transversalidad:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \beta^t kp_t = 0 \quad (1.10)$$

2. Empresa:

Suponemos una empresa competitiva que toma decisiones periodo a periodo de demanda de factores, que adquiere en mercados competitivos:

$$\text{Max}_{f_{n_t}; k_{p_t}; g} y_t - w_t n_t - r_t k_{p_t} \quad (1.11)$$

$$\text{s.a: } y_t = f(n_t; k_{p_t}; g_t) \quad (1.12)$$

La formulación de la tecnología incluye el supuesto de que el gasto público interviene en el proceso productivo agregado. Las condiciones de primer orden para la empresa competitiva determinan que la demanda de factor es tal que se iguala el producto marginal de los factores al coste marginal de los mismos (precio unitario de adquisición), que la empresa toma como dados; también considera dada la variable de gasto público que decide el gobierno:

$$w_t = f_n(n_t; k_{p_t}; g_t) \quad (1.13)$$

$$r_t = f_{kp}(n_t; k_{p_t}; g_t) \quad (1.14)$$

Donde f_n y f_{kp} son respectivamente los productos marginales del trabajo y el capital privado.

Incorporando los precios de equilibrio para los factores en las condiciones (1.8) y (1.9), obtenemos las condiciones de optimalidad intratemporal (1.15) e intertemporal (1.16) como función de los productos marginales del trabajo y el capital:

$$\frac{U_{l_t}}{U_{c_t}} = \frac{(1 + \lambda_t^w) f_{n,t}}{(1 + \lambda_t^c)} \quad (1.15)$$

$$U_{c_t} = E_t \left[U_{c_{t+1}} (1 + \lambda_{t+1}^k) f_{kp,t+1} \right] \quad (1.16)$$

3. Gobierno:

El gobierno toma decisiones de recaudación y de gasto de forma que garantice que se verifique su restricción presupuestaria:

$$g_t + TR_t = \lambda_t^c C_t + \lambda_t^w W_t + \lambda_t^k r_t \quad (1.17)$$

La omisión de deuda pública en el presupuesto del gobierno no es excesivamente restrictiva para los objetivos de nuestro análisis. Así, Barro (74) demuestra que la financiancia de cambios en el gasto público mediante alteraciones en las transferencias es equivalente a la emisión de deuda, cuando la secuencia de tipos impositivos se mantiene constante (ver Baxter y King (1993)).

Por último, el equilibrio competitivo debe verificar la restricción de recursos de la economía:

$$c_t + ip_t + g_t = y_t \quad (1.18)$$

Una vez hemos descrito todos los elementos que componen el marco conceptual, analizamos cómo la actividad pública puede influir en él. Supongamos una economía que está en estado estacionario y en un momento dado t_0 se produce una variación en el nivel de gasto público que se extiende durante un periodo T . Dicha variación puede generar:

- a) Cambios en la disponibilidad agregada neta de recursos, por los posibles efectos productivos y de absorción de recursos de la actividad pública.
- b) Distorsiones sobre las decisiones de consumo, trabajo e inversión de los agentes, por los efectos sobre las condiciones de equilibrio intratemporal e intertemporal.

Estos efectos dependerán de los supuestos respecto del bien público en que se plasma el gasto (la clasificación de los gastos públicos resultante será usada a lo largo del análisis posterior):

1^{er} supuesto) Gasto público inútil e improductivo: $U_g(\cdot) = f_g(\cdot) = 0$; y

$$\dot{z}_t^c = \dot{z}_t^w = \dot{z}_t^k = 0$$

En este caso, el gasto público sólo aparece en la restricción agregada de recursos, y está financiado únicamente con impuestos de suma o cuantía fija (sustituyendo en la restricción presupuestaria del gobierno, se verifica que $g_t = \int TR_t$). Este modelo coincide básicamente con el empleado por Aiyagary, Christiano y Eichenbaum (1992) e implica que el sector público recauda y gasta recursos de forma no distorsionante, ya que no genera externalidades en preferencias ni en producción.

Podemos distinguir dos tipos de efectos derivados del cambio en este tipo de gasto:

1. Un efecto directo, de desplazamiento de recursos. Este efecto se extiende entre t_0 y $t_0 + T$ y procede de la apropiación gubernamental de parte de la producción, que de otra forma estaría disponible para el sector privado (ecuación 1.18). Ello genera un efecto riqueza negativo para el consumidor representativo, tanto mayor cuanto mayor sea la permanencia del cambio en el gasto público (mayor T), y que implica variaciones en la demanda de consumo y ocio, que analizamos seguidamente.
2. Un efecto indirecto a través del stock de capital disponible en periodos siguientes al momento inicial. Para analizar el signo de este segundo efecto es necesario distinguir según el cambio del nivel de gasto sea de carácter transitorio o permanente (T finito o infinito). En el caso de que el incremento del gasto público tenga carácter permanente, el efecto riqueza negativo provoca una caída en la demanda de consumo en favor de la demanda de inversión, revirtiendo en incrementos del stock de capital futuro y por tanto aumentos de la renta futura. En cambio, si la variación del gasto público es transitoria el efecto riqueza es mucho menor, con lo que el

consumidor puede incluso desplazar inicialmente demanda de inversión hacia consumo, en un intento de suavizar su senda de consumo, o al menos no aumentará su inversión en igual medida que ante un cambio permanente (ver Aiyagari y otros (1992), Baxter y King (1993) o Turnovsky y Fisher (1995) para un análisis más detallado). Por otro lado, se trate de un cambio permanente o transitorio, el efecto riqueza negativo provoca una caída de la demanda de ocio (supuesto que es un bien normal) y, por tanto, un incremento de la oferta de trabajo que supone un aumento en la productividad marginal del capital privado (si ambos son factores complementarios⁴), lo que genera incentivos para acumulaciones adicionales de capital (1.16).

2º supuesto) Gasto público productivo: $f_g(\cdot); \frac{\partial f_{kp}}{\partial g}; \frac{\partial f_n}{\partial g} > 0; U_g(\cdot) = 0$ y

$$\dot{t}^c = \dot{t}^w = \dot{t}^k = 0$$

En esta segunda formulación estamos suponiendo que:

- ² El gasto público es productivo.
- ² El gasto público es complementario de los factores de producción privados (incrementando la productividad marginal de éstos).

Por lo general, la literatura identi...ca el gasto público que veri...ca estas propiedades con el gasto público en inversión o con el stock de capital público (también asimilado con el stock de infraestructuras), según se considere que es la variable flujo o la variable stock la que interviene en el proceso productivo como input complementario de los privados. Ejemplos de modelos que introducen el flujo de inversión en la función de producción son Barro (1990), Turnovsky y Fisher (1995), Aschauer y Greenwood (1985), Lin (1994) o Judd (1999). Y ejemplos de modelos que utilizan la variable stock son García-Milá (1987), Glomm y Ravikumar (1994, 97), Futagami, Morita y Shibata (1993), Baxter y King (1993) o Cassou y Lansing (1998).

Esta modelización implica que incrementos en el gasto destinados a inversión pública conllevan:

1. Un efecto desplazamiento directo sobre la restricción de recursos de la economía y efectos indirectos sobre el capital privado de periodos siguientes, como el gasto público no productivo del supuesto 1.
2. Un efecto positivo sobre los recursos netos disponibles en la economía, derivado de la naturaleza productiva de este tipo de gasto, que viene dado por: $\Phi y = f_g \text{ } \Phi g$: Este efecto será contemporáneo al momento en que se produce el cambio del gasto si se considera que la variable relevante para la producción agregada es la

⁴Dos factores x; z se consideran complementarios entre sí si veri...can que:

$$\frac{\partial f_x}{\partial z}; \frac{\partial f_z}{\partial x} > 0 \tag{1.19}$$

inversión pública, es decir, la variable \dot{z}_t . Obviamente, este efecto contrarresta el desplazamiento expuesto en el punto 1, de forma que el efecto riqueza inmediato sobre los recursos disponibles para el sector privado será: $(f_g - 1) \dot{z}_t \Phi g$. El efecto se producirá con cierto retardo si estamos en un contexto de tiempo discreto y la variable relevante es el stock de infraestructuras, que estará disponible para su uso en el proceso productivo después de que haya transcurrido el periodo de inversión.

3. Efecto de sustitución intertemporal entre consumo presente y futuro. Procede del efecto positivo que ejerce el gasto público sobre el producto marginal del capital privado y por tanto, sobre la rentabilidad de la inversión ($\frac{\partial f_{kp}}{\partial g} > 0$). Este incremento en la rentabilidad de la inversión se traduce en un incentivo a invertir (1.16) y por tanto, aumentos en el stock de capital privado para periodos subsiguientes.
4. Efecto de sustitución intratemporal entre consumo y ocio. Es resultado del aumento del producto marginal del trabajo ($\frac{\partial f_n}{\partial g} > 0$), lo que incentiva caídas en la demanda de ocio (1.15) y, por consiguiente, incrementos de la oferta de trabajo del consumidor representativo, derivando en aumentos del producto agregado. Por otra parte, si el trabajo es complementario del capital privado, el incremento en la oferta de trabajo se traducirá también en una subida del rendimiento de la inversión y por tanto crecerá el stock de capital disponible para el futuro.
5. Efecto renta derivado del aumento en la remuneración del trabajo por el incremento en su productividad marginal (aumento en el valor de la dotación de tiempo del agente), que puede contrarrestar el efecto desplazamiento del apartado 1.
6. Efectos indirectos sobre la utilidad debido a las variaciones en el nivel de consumo vía sustitución intertemporal consumo/ahorro e incrementos en el producto.

3er supuesto) Gasto público útil: $U_g(\cdot) > 0$; $\frac{\partial U_c}{\partial g} \leq 0$; $f_g(\cdot)$; $\frac{\partial f_{kp}}{\partial g}, \frac{\partial f_n}{\partial g} = 0$, y

$$\dot{z}_t^c = \dot{z}_t^w = \dot{z}_t^k = 0$$

En este caso, el gasto público:

2 Proporciona bienestar a los agentes.

2 Puede alterar la utilidad que los agentes derivan de su propio consumo. Es decir, el gasto público puede actuar como complementario ($\frac{\partial U_c}{\partial g} > 0$) o sustitutivo ($\frac{\partial U_c}{\partial g} < 0$) del consumo privado, lo cual ocurre si entra de forma no separable, ni aditiva ni multiplicativamente, en la función de utilidad.⁵ Este modelo corresponde básicamente con el utilizado en Christiano y Eichenbaum (1992).

⁵Típicamente, se formula la siguiente función de utilidad:

$$U(c_t; g_t) = \frac{c_t^{1-\alpha} - 1}{1-\alpha} + \hat{A}(g_t);$$

donde $\hat{A}(g_t) > 0$ y $c_t^\alpha = c_t + \beta g_t$, por ejemplo, en los trabajos de Aschauer (1988), Barro (1989) o Christiano y Eichenbaum (1992).

Esta formulación implica que: $\frac{\partial U_c}{\partial g} = \beta \dot{z}_t U_{c^c}$

Como $U(\cdot)$ es cóncava, el gasto público será sustitutivo del consumo privado si $\beta > 0$ y será complementario en el caso contrario. En esta última situación, el término $\hat{A}(g_t)$ garantiza que $U_g(\cdot) > 0$. Para una revisión ver Ni (1995).

La literatura ha empleado estas propiedades para describir los gastos de consumo público. Por ejemplo, los sueldos de profesores o médicos proporcionan utilidad al consumidor representativo y también podría actuar como sustitutivo del consumo privado. Igualmente, los gastos de consumo público en defensa, policía o administración de justicia, se utilizan como ejemplos de bienes públicos que proporcionan bienestar y también podrían incentivar al consumo privado, actuando como complementarios, en la medida en que protegen los derechos de propiedad de los consumidores. Como ejemplos de trabajos que incorporan el gasto público en la función de utilidad de forma no separable del consumo privado, podemos citar los de: Aschauer (1988), Barro (1989), Christiano y Eichenbaum (1992), McGrattan (1994), Braun (1994), Turnovsky y Fisher (1996), Ambler y Paquet (1996), Finn (1998) o Judd (1999).

Esta modelización implica que un incremento del gasto supone:

1. Efectos directos e indirectos sobre la disponibilidad de recursos, como los gastos no productivos del supuesto 1.
2. Efectos distorsionantes sobre la elección intertemporal de consumo/ahorro:
 - ² si $@U_c=@g > 0$ (gasto público complementario del consumo privado), entonces un incremento del gasto supone desplazamiento de gasto privado hacia el consumo, perjudicando la acumulación de capital y los recursos disponibles para periodos subsiguientes y sumándose así al efecto 1.
 - ² si $@U_c=@g < 0$ (gasto público sustitutivo del consumo privado), entonces la expansión del gasto público implica una sustitución de consumo privado por inversión, incrementado el capital futuro y por tanto el nivel de producto agregado, contrarrestando el efecto desplazamiento de 1.
 - ² si $@U_c=@g = 0$ (gasto público independiente del consumo privado, lo cual ocurre cuando el gasto público es aditiva o multiplicativamente separable del consumo privado en la función de utilidad), entonces sólo aparecerán los efectos desplazamiento correspondientes al apartado 1.
3. Efectos distorsionantes sobre la oferta de trabajo, en el supuesto de que el gasto público pueda alterar la relación marginal de sustitución entre consumo y ocio del agente.
4. Bajo la formulación $U(c_t; g_t) = \frac{c_t^{1-\beta} g_t^\beta}{1-\beta} + A(g_t)$; donde $c_t^\beta = c_t + \beta g_t$, el efecto riqueza de un cambio en g_t vendrá escalado por el factor $(1 - \beta)$, de forma que cuanto mayor sea β (más sustitutivo del consumo privado) menor será la pérdida neta de riqueza del agente, y por tanto los efectos desplazamiento del apartado 1 se verán mitigados.
5. Un efecto directo sobre la utilidad o bienestar de los agentes, ya que $@U=@g > 0$.
6. Efectos indirectos sobre la utilidad vía sustitución intertemporal consumo/ahorro y vía nivel de producto.

4º supuesto) Financiación distorsionante: $\zeta_t^c; \zeta_t^w; \zeta_t^k > 0$

Si los cambios en el gasto público se financian con impuestos sobre el consumo o las rentas salariales y del capital, se generan efectos distorsionantes adicionales a los analizados en los tres apartados previos. Así, la financiación con impuestos sobre el consumo afecta a la decisión consumo/ahorro, a favor de este último, o si hay aumentos futuros anticipados por los agentes se sustituirá consumo futuro por presente. Por su parte, si el gasto se financia con impuestos sobre el salario, alterará la elección consumo/ocio; en el caso de incrementos futuros anticipados, producirá una sustitución de trabajo futuro por trabajo presente. Finalmente, si se utilizan impuestos sobre las rentas del capital, resultará afectada la elección consumo/ahorro.

Baxter y King (1993) demuestran que la decisión de financiación del gasto con impuestos distorsionantes frente a no distorsionantes puede tener mayores efectos sobre la renta nacional que la decisión sobre la naturaleza del gasto público (consumo frente a inversión). Esta distinción, imposición distorsionante frente a imposición de cuantía, es la que vamos a utilizar en nuestro análisis posterior.

En el contexto del modelo básico de crecimiento neoclásico expuesto, los principales resultados de cambios en las componentes de gasto público se exponen a continuación (resumimos básicamente las conclusiones de García-Milà (1987), Aiyagari y otros (1992), Baxter y King (1993) y Turnovsky y Fisher (1995)):

1. En el caso de que se produzca un aumento permanente en el consumo público, modelizado tradicionalmente como un gasto que responde a las características recogidas bajo el supuesto 1 (gasto inútil e improductivo) ó 3 (gasto útil pero no productivo), los efectos sobre la producción serán mucho menores que si se produce un aumento permanente de la inversión pública, representada como un gasto de tipo 2 (productivo). Ello se debe a que los efectos del consumo consistirán básicamente en un aumento de la oferta de trabajo derivado del efecto riqueza negativo (que reducirá la demanda de ocio), mientras que el incremento de la inversión pública generará además incentivos a la acumulación privada de capital. Por otra parte, los efectos sobre el bienestar también serán mayores si aumenta la inversión pública que si lo hace el consumo público: la primera genera incrementos del consumo privado en el largo plazo y el segundo lo desplaza.
2. En el caso de que se produzcan cambios transitorios del gasto público, los trabajos más referenciados también encuentran mayores multiplicadores para incrementos de la inversión pública que para el consumo público. La diferencia se explica porque el gasto público en inversión incentiva la inversión privada en el periodo de la expansión fiscal (T) mientras que el consumo público la desplaza.

MODELOS DE CRECIMIENTO ENDÓGENO

El modelo neoclásico de crecimiento, desarrollado en su versión actual por Cass (65) y Koopmans (65), y del cual hemos expuesto una formulación general, se basa en el supuesto de rendimientos decrecientes del capital físico, y convergentes a cero en el largo

plazo. Ello implica que la tasa de crecimiento en el estado estacionario de la economía es una constante determinada por factores exógenos al modelo. Típicamente, dicha tasa viene determinada por la tasa de crecimiento de la población y/o la tasa de crecimiento tecnológico.

La primera consecuencia de este comportamiento del modelo es que las variables de política económica (impuestos, gasto público, etc) no puede afectar a la tasa de crecimiento de largo plazo. En cambio, sí que afectará a la dinámica de transición del modelo (que puede extenderse a lo largo de un considerable periodo de tiempo) y también afectará a los niveles de las variables en el estado estacionario.

La segunda consecuencia del paradigma neoclásico es que las perturbaciones transitorias sufridas por la economía (en la tasa de ahorro, por ejemplo) tienen efectos temporales, produciéndose la convergencia de la economía hacia su estado estacionario tras un periodo de transición. De esta forma, en el largo plazo, cabe esperar que las tasas de crecimiento de las distintas economías coincidan, en tanto en cuanto vienen determinadas básicamente por el progreso técnico.

La recuperación del modelo de crecimiento endógeno por Rebelo (1986) y Lucas (1988) supuso abrir nuevas perspectivas respecto del papel de la política gubernamental en el comportamiento económico. La existencia de rendimientos constantes en los factores acumulables, típica de los modelos de crecimiento endógeno, supone la endogeneidad de la tasa de crecimiento de largo plazo. Ésta pasa a depender, no sólo de parámetros de preferencias y tecnología, sino también de variables de política como impuestos o inversión pública. El resultado es que perturbaciones transitorias (de política o tecnología) tienen efectos permanentes sobre la economía y que cabe esperar diferencias sostenidas en las tasas de crecimiento de distintas economías según el 'policy mix' aplicado.

En el contexto del modelo de crecimiento endógeno, los principales resultados respecto de los efectos de cambios en las distintas componentes de gasto público son los siguientes:

1. Supuesto que los gastos públicos se ...nancian con impuestos proporcionales sobre la renta:
 - ² La tasa de crecimiento depende negativamente de la proporción de renta nacional dedicada a consumo público, ya que no tiene efectos productivos y desplaza inversión privada por su ...nanciación distorsionante.
 - ² Existe una relación en forma de U invertida entre la tasa de crecimiento económico y la proporción de renta nacional destinada a inversión pública, como resultado de la interacción entre los efectos sobre la productividad del capital privado de incrementos en las infraestructuras (complementarias del capital privado) y de incrementos en la presión ...scal. La regla que garantiza la maximización de la tasa de crecimiento de estado estacionario es la regla de e...ciencia productiva: $f_{ig} = 1$ (de forma que el producto marginal del gasto público coincida con su coste marginal). Esta regla ha sido obtenida por todos los trabajos de la literatura: Barro (1990), Futagami, Morita y Shibata (1993), Glomm y Ravikumar (1997), Lau (1995) o Turnovsky (1996).

2. Si los gastos públicos se financian con impuestos de suma fija o con deuda (Turnovsky (1996)):
 - ² La tasa de crecimiento depende positivamente del ratio de inversión pública sobre producto.
 - ² La tasa de crecimiento no depende del ratio de consumo público sobre producto
3. Supuesto que el gasto público se financia con impuestos distorsionantes sobre la renta, la relación que mantienen las distintas componentes de gasto con el bienestar de largo plazo es la siguiente:
 - ² El bienestar presenta una forma de U invertida respecto del ratio de consumo público sobre producto, si el consumo público se introduce en la función de utilidad del consumidor representativo. Este resultado se ha encontrado en numerosos trabajos de la literatura: Barro (1990), Lau (1995), Turnovsky (1996) o Judd (1999).
 - ² También existe una relación de U invertida entre la utilidad del agente representativo y el ratio inversión pública sobre producto, pero en este caso debido a los efectos sobre el crecimiento expuestos en el punto 1.

Resumiendo, los resultados de los trabajos teóricos prevén efectos claramente más beneficiosos, principalmente en términos de producto agregado, si se producen aumentos de los gastos públicos de inversión que si la expansión fiscal es de consumo.

En la exposición realizada hemos definido alguno de los principales elementos que utilizaremos en nuestro estudio, pero no existe intención exhaustiva alguna. De hecho, existe una amplia casuística de modelos que analizan efectos de diversas componentes del gasto público desde otras perspectivas. Por ejemplo, algunos modelos han analizado efectos de cambios en las transferencias realizadas a favor del sector privado. Si no se consideran efectos productivos para estos gastos, desplazar gastos públicos hacia este fin supone bien reducir el consumo o la inversión públicas o bien incrementar los ingresos vía impuestos para restablecer el equilibrio presupuestario del gobierno. En primer lugar, el incremento en las transferencias supone un aumento de la renta disponible para consumo o inversión privada. Respecto de la forma de financiación, si se opta por reducir el consumo público se producirán efectos sobre la utilidad y/o la elección consumo/ahorro/ocio; reduciendo la inversión pública, se generarán efectos sobre el nivel de producto y sobre la productividad marginal de los factores privados; finalmente, incrementando los impuestos, resultarán afectados los incentivos a invertir y trabajar. Algún autor ha considerado efectos productivos para las transferencias (Cashin (1995)) como resultado de la reducción en las distorsiones generadas por una distribución desigual de la riqueza.

También existen modelos que analizan el efecto de traslaciones desde el gasto público en educación hacia otro tipo de gasto público (Glomm y Ravikumar (1992, 1994, 1997), Shuanglin Lin (1994)). Son típicamente modelos de dos sectores, uno que produce bien físico y otro que produce capital humano. En este caso, surgen efectos productivos del gasto público por ambas vías. No obstante, nos vamos a restringir a modelos de un sector, por lo que no incidimos más en esta perspectiva.

1.1.3 REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA EMPÍRICA

El estudio de los efectos macroeconómicos se ha realizado en el marco de tres líneas básicas de investigación:

1. Los determinantes de diferenciales en niveles de renta o tasas de crecimiento entre países.
2. Los efectos del gasto público sobre la productividad.
3. Los efectos desplazamiento del gasto público sobre el consumo y la inversión privadas.

Los trabajos basados en regresiones de crecimiento económico utilizan mayoritariamente datos de corte transversal o panel en un contexto uniecuacional, donde la variable dependiente es la tasa de crecimiento económico, que regresan respecto de un vector de variables 'estructurales' de la economía y un vector que recoge variables de política ...scal. Los principales resultados obtenidos podemos sintetizarlos brevemente en los siguientes puntos (para una revisión, puede consultarse Hansson y Henrekson (1994), Tanzi y Zee (1997) o Agell y otros (1997)):

1. La evidencia de una relación negativa entre el tamaño del gasto público y el crecimiento económico es uno de los resultados más encontrados en la literatura empírica (Landau (1986), Grier y Tullock (1989), Barro (1991), Easterly y Rebelo (1993), Hansson y Henrekson (1994), Barro y Sala-i-Martin (1995) o de la Fuente(1997)).
2. Respecto del análisis diferenciado de los efectos de sus distintas componentes, los trabajos sugieren que el consumo público reduce la tasa de crecimiento de la economía (véase Grier y Tullock (1989), Landau (1983, 86) o Barro (1991)) mientras que la inversión pública parece tener efectos positivos (en el peor de los casos no negativo) para el nivel de producto y el crecimiento económico (Landau (1986), Barro (1991), Canning y Fay (1993), Easterly y Rebelo (1993)).

Los estudios que han analizado los efectos de la actividad pública en la productividad, agregada o privada (pueden consultarse las revisiones de Gramlich (1994) para los trabajos americanos y García-Milá (1993) o Draper y Herce (1993) para los españoles), también encuentran efectos positivos muy destacables del stock de capital público (o el flujo de inversión pública), bien directos sobre el rendimiento marginal de los factores productivos privados o mediante la reducción de costes de fabricación. Dichos efectos han sido encontrados en estudios que resuelven los problemas econométricos de los trabajos preliminares, bien por la utilización de contextos multiecuacionales (Flores y Pereira (1993), Flores y otros (1998), Finn (1993), Ai y Cassou (1993) o García-Milá (1987)) bien porque, en un contexto uniecuacional, han corregido posibles problemas de integración y/o endogeneidad de las variables públicas (Bajo y Sosvilla (1993), Argimón y otros (1993) o González-Páramo (1995)) o bien por el uso de datos microeconómicos (Lynde y Richmond (1993), Nadiri y Mamuneas (1994) o Binswanger y otros (1993)).

Los pocos autores que analizan los posibles efectos sobre la productividad de componentes de gasto público distintas a la inversión no encuentran efectos significativos del consumo público sobre la productividad (Aschauer (1989a) o Evans y Karras (1994)).

Por último, el análisis de los posibles efectos desplazamiento del gasto público sobre las demandas privadas de consumo e inversión parece concluir que:

- ² La inversión pública incentiva la inversión privada (Aschauer (1989b), Easterly y Rebelo (1993), Argimón y otros (1994, 1996)) a través de los efectos sobre la productividad del capital privado, que a veces actúa con cierto retardo (Erenburg (1993), Erenburg y Wohar (1995)).
- ² El consumo público no afecta de forma significativa la productividad de la inversión privada (Aschauer (1989), Argimón y otros (1997)), y no tiene efectos de expulsión directa significativos (Aschauer (1989b)) o sólo marginalmente negativos (Argimón y otros (1997)).
- ² Existe una considerable falta de robustez en la evidencia empírica relativo al carácter complementario o sustitutivo del gasto público respecto del consumo privado.

Tras revisar brevemente la bibliografía empírica más relevante, podemos concluir al igual que en los estudios teóricos, que los resultados parecen más favorables hacia los gastos públicos de inversión que los de consumo (en términos de crecimiento, efectos sobre la productividad e incentivos sobre la inversión privada).

La principal consecuencia derivada de estas conclusiones es que la actual política de la Eurozona de reducción del déficit público, vía gasto público exhaustivo (consumo e inversión), se lleva a cabo mediante una reducción de los gastos de consumo proporcionalmente mayor que la de los gastos de inversión (como analizaremos posteriormente). No obstante, resulta necesario hacer notar que buena parte de los estudios empíricos han recibido críticas respecto de las técnicas econométricas y/o calidad de los datos empleados que introducen ciertas reservas sobre la validez de los resultados encontrados (problemas de endogeneidad, multicolinealidad o excesiva agregación de las variables del sector público, dinámica y relaciones bidireccionales no recogidas en los modelos econométricos y otras cuestiones que analizaremos más detalladamente en el siguiente capítulo).

En este contexto situaremos los objetivos y ejercicios planteados a lo largo del trabajo, cuyas principales aportaciones pasamos a resumir.

1.2 APORTACIONES Y PRINCIPALES CONCLUSIONES POR CAPÍTULOS

¿Qué hemos aprendido tras esta revisión de estudios previos?. En primer lugar, la perspectiva teórica nos proporciona la certeza de que los canales a través de los cuales actúa el gasto público y sus distintas componentes son considerablemente complejos. En segundo lugar, las debilidades de la literatura empírica deja el campo de estudio todavía suicientemente abierto a investigaciones adicionales. En este sentido, cabe intuir

ganancias considerables en análisis empíricos que traten de forma adecuada cuestiones de endogeneidad y efectos dinámicos entre las variables analizadas, bajo un enfoque de equilibrio general en el que las variables públicas y privadas se determinan de forma interrelacionada.

A continuación se expone la estructura empleada para la exposición de los principales resultados encontrados en el trabajo.

1.2.1 PARTE 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ALGUNOS HECHOS ESTILIZADOS

La principal aportación del primer capítulo es la estructuración de la bibliografía relacionada, así como la agrupación de resultados de corte teórico y empírico. El centro de la argumentación son siempre los efectos macroeconómicos del consumo público frente a la inversión pública.

En la revisión de literatura teórica se formula un modelo general, así como las condiciones de primer orden derivadas de él. Sobre la base de ellas se explican las conclusiones obtenidas por los modelos más referenciados en cuanto a los efectos macroeconómicos diferenciados del consumo público y la inversión pública, bajo los enfoques neoclásico y endógeno de crecimiento.

En la revisión de la bibliografía empírica (ya en el Capítulo 2), se exponen los resultados básicos respecto de los efectos macroeconómicos de la inversión pública frente al consumo, agrupados en subgrupos: regresiones de crecimiento, efectos sobre la productividad y efectos desplazamiento sobre las demandas privadas de consumo e inversión. Además, se analizan las debilidades metodológicas de la bibliografía previa que permiten cuestionar los resultados obtenidos, lo cual servirá de base para motivar el sencillo análisis empírico realizado.

Se expone como motivación de la tesis contrastar la eficiencia económica de la orientación actual de la política económica, consistente en la reducción del tamaño del Sector Público a costa de los gastos públicos corrientes de consumo. Orientación basada en los resultados de los trabajos empíricos y su plasmación en los modelos teóricos.

El análisis de partidas de consumo público a nivel desagregado apenas existe en la literatura, y las disponibles no resuelven completamente cuestiones de dinámica y realimentación entre las variables, ya que son trabajos con paneles de datos.

Nosotros afrontamos en el segundo capítulo un sencillo análisis de series temporales para la economía estadounidense. Utilizamos una metodología multivariante que permite considerar cuestiones de dinámica y realimentación.

Analizamos los efectos sobre el crecimiento económico de expansiones en el consumo público. Comparamos los resultados que obtenemos para el consumo público agregado y para partidas desagregadas de consumo, escogidas por su previsible efecto productivo.

Como subproducto de los modelos dinámicos estimados, obtenemos las funciones de respuesta de la tasa de crecimiento del PIB ante una perturbación no anticipada de la tasa de crecimiento de las partidas de consumo público consideradas.

El principal resultado es el hallazgo de efectos diferenciados para el consumo público total y las partidas desagregadas consideradas:

1. Como la mayor parte de la literatura previa, obtenemos efectos contractivos o nulos de expansiones del consumo público total sobre el crecimiento del PIB, mientras que
2. Encontramos efectos expansivos del producto para aumentos en el consumo público destinado a funciones como sanidad, educación, transporte, energía, recursos naturales, policía, seguridad civil y administración de justicia.

1.2.2 PARTE 2. MODELO TEÓRICO DE COMPLEMENTARIEDAD ENTRE EL CONSUMO PÚBLICO Y LA INVERSIÓN PÚBLICA

La parte segunda de la tesis se dedica a la elaboración de un modelo teórico que justifique el papel productivo para determinados tipos de consumo público. A este modelo lo denominamos modelo de infraestructuras efectivas o de uso eficiente de las infraestructuras, y se basa en la hipótesis de que el consumo público es complementario de la inversión pública en el proceso de producción de los bienes públicos.

En el Capítulo 3, planteamos un modelo de uso eficiente de las infraestructuras públicas.

Formulamos un modelo teórico que generaliza una función de producción estándar con capital público, para incluir un papel productivo de los gastos públicos de consumo corriente. Para ello nos basamos en dos pilares:

1. La intuición de que el proceso de producción de los bienes públicos requiere de la interacción de gastos públicos de consumo e inversión, y
2. La existencia de precedentes de la literatura empírica que apoyan el papel determinante de los gastos públicos de explotación y mantenimiento de las infraestructuras en el proceso de producción agregado.

Calibramos los parámetros del modelo, con especial énfasis en la estimación de los parámetros no estándar de la función de producción propuesta. Posteriormente, realizamos un análisis de estática comparativa del estado estacionario ante cambios en las variables de política económica, especialmente de lo que hemos denominado como ratio de composición del gasto público. En base a esta estática comparativa, exponemos con detalle especial la regla de optimalidad estática o de largo plazo obtenida para el ratio de composición del gasto público (o porcentaje de gasto dedicado a consumo). Básicamente esta regla viene determinada por el equilibrio entre el 'efecto eficiencia' y el 'efecto desplazamiento' que los incrementos de consumo público generan sobre el papel productivo de las infraestructuras.

En el Capítulo 4, se analizan los efectos dinámicos de cambios en la composición del gasto público en el contexto del modelo planteado en el capítulo previo. Analizamos en qué medida se altera la dinámica y el comportamiento cíclico del modelo si consideramos la existencia de efectos de complementariedad para el consumo público, frente al modelo estándar de consumo no productivo. Como aportaciones obtenidas en la sección

de dinámica determinista (funciones de respuesta a impulso y escalón en el ratio de composición) destacamos:

1. Frente a los trabajos previos, en un modelo con trabajo inelástico encontramos efectos incentivadores del consumo público sobre la inversión privada, a través de la productividad de las infraestructuras públicas.
2. El efecto expansivo de una reducción del consumo público depende de dos factores:
 - a) El nivel inicial del ratio
 - b) El grado de complementariedad entre el consumo público y la inversión pública

En cuanto a las aportaciones relativas al estudio de propiedades cíclicas del modelo:

1. Justificamos la existencia de un signo positivo para la correlación entre el producto agregado y el ratio de composición, existente en los datos para la economía estadounidense.
2. Este signo positivo se debe a la existencia de un papel incentivador del consumo público sobre la inversión privada.

Finalmente, en el Capítulo 5, afrontamos cuestiones normativas, analizando cuál debe ser la composición óptima del gasto público. Los principales objetivos que se plantea cubrir con el mismo son:

1. Determinación de los niveles óptimos en el largo plazo para el ratio de composición del gasto público, y su posible dependencia de los parámetros estructurales y de política.
2. Determinación de las respuestas óptimas de la composición del gasto ante perturbaciones de la tecnología o de las otras variables reales. Esto es equivalente a plantearse cuestiones como: el ratio de composición ¿debe ser procíclico o contracíclico?, ¿debe aumentar o disminuir ante expansiones del gasto público o de la presión salarial?

Las principales conclusiones extraídas en este último capítulo pueden resumirse como:

1. Existen ganancias de bienestar no despreciables si el gobierno optimiza el reparto del gasto público entre sus componentes de consumo e inversión, utilizando para ello la regla de oro definida en el capítulo 3.
2. Las ganancias de bienestar derivadas de la aplicación de la regla de oro disminuyen si se evalúan los efectos sobre el consumo privado durante la transición desde la composición inicial hasta la composición que maximiza la utilidad de estado estacionario.

3. La respuesta óptima de la composición del gasto (ϕ) al ciclo económico será procíclica (aumento de consumo) o contracíclica (reducción de consumo) dependiendo del valor que tomen los parámetros α y β . Dichos parámetros determinan el balance dinámico entre el efecto eficiencia y desplazamiento que ejerce el consumo público sobre las infraestructuras nominativas. Para los valores paramétricos calibrados, resulta óptimo aplicar una política de composición procíclica (aumentos del consumo público simultáneos a una perturbación tecnológica positiva) en las partidas de gasto en 'sanidad y educación'; en cambio, la respuesta óptima es contracíclica en las funciones de gasto en 'transporte, energía y recursos naturales', así como en 'policía y justicia'.

Capítulo 2

EFFECTOS DEL CONSUMO PÚBLICO SOBRE EL CRECIMIENTO: EVIDENCIA EMPÍRICA

2.1 MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Las cuentas nacionales incluyen en el monto de consumo público aquella parte del gasto público total que no se destina a gastos en inversión ni a transferencias al sector privado. En los gastos de inversión se incluyen aquellos destinados a la construcción o adquisición de bienes de capital de titularidad pública, mientras las transferencias son gastos destinados a aumentar la renta disponible de los agentes privados.

Por eliminación, el consumo público está formado básicamente por gastos destinados a la compra de bienes no duraderos (de duración inferior al año) y el pago de servicios. En definitiva, es consumo público el pago de sueldos y salarios de funcionarios y personal público contratado (médicos, profesores, jueces, ...), así como la adquisición de material consumible y los gastos de mantenimiento para la utilización del capital público (colegios, hospitales, autopistas,...).

En la última década ha surgido una amplia literatura, tanto teórica como empírica, dedicada al análisis de los efectos macroeconómicos del tamaño del sector público (medido como el ratio de gasto público sobre PIB) así como del modo en que éste se reparte entre consumo e inversión.

Multitud de trabajos han analizado los posibles efectos del gasto público o sus componentes en términos de crecimiento económico, productividad de los factores productivos o la posible expulsión de gasto privado de consumo e inversión.

La evidencia de una relación negativa entre el tamaño del gasto público y el crecimiento económico es uno de los resultados más encontrados en la literatura empírica. Por ello la política económica de los países desarrollados se ha orientado hacia una reducción de la demanda del sector público, en un intento de invertir el crecimiento sostenido de la presión fiscal durante décadas. La cuestión que surge a continuación es decidir qué tipo de gasto público debe ser recortado, y por ello se ha afrontado el

análisis diferenciado de los efectos de sus distintas componentes.

Los resultados de los estudios sugieren la existencia de efectos cualitativamente diferentes para el consumo público y la inversión pública que podrían resumirse, a grandes rasgos, de la siguiente forma.

Las evidencias empíricas sugieren que el consumo público desplaza inversión privada (véase Bairam-War(1993) o Argimón, González-Páramo y Roldán (1994)) y reduce la tasa de crecimiento de la economía (véase Grier y Tullock (1989), Landau (1983, 86) o Barro (1991)). Por su parte, la inversión pública parece tener un efecto incentivador de la inversión privada (Aschauer (1989b), Easterly y Rebelo (1993), Erenburg (1993) o Argimón y otros (1994, 97)) así como resultados positivos (en el peor de los casos no negativo) para el nivel de producto y el crecimiento económico (Landau (1986), Barro (1991), Canning y Fay (1993), Easterly y Rebelo (1993)).

Estas conclusiones suelen usarse como argumento a favor de una recomposición del gasto público, que aumente la proporción de inversión pública, en detrimento del consumo público, y se plasman en las orientaciones de política económica. Sirvan como ejemplo, las directrices establecidas en el Programa de Convergencia (1997-2000) español:

"Las principales (medidas) son las siguientes: El objetivo es reducir el peso del gasto público en el PIB. El plan comprende sobre todo medidas para limitar el crecimiento del gasto corriente, ya que la inversión pública aumentará su peso en relación al PIB..."

También en la misma línea se encuentra el enfoque dado por la Comisión Europea al Pacto de Estabilidad y Crecimiento¹. Así, en una comunicación del 3 de diciembre de 1998 se exponía lo siguiente: "La disciplina presupuestaria no puede ser cuestionada por la tendencia actual a dar una mayor prioridad a la inversión pública ..." y por ello propugna ... "una reorientación del gasto público en favor de la inversión y en detrimento de los gastos corrientes".

Sirvan también algunas cifras sencillas para ilustrar estas declaraciones de intenciones. La reducción de las necesidades de ...nanciación pública en el periodo 93-98 en la zona euro ha sido de 3,2 puntos porcentuales en términos de PIB; de ellos, 2,7 puntos se ha conseguido mediante una disminución de los gastos corrientes (consumo, intereses, prestaciones sociales, subvenciones), siendo la partida más recortada la del consumo público, con una caída de 1,1 puntos como porcentaje del PIB (Eloísa Ortega (1999), mimeo BdE).

Ahora bien, en este contexto, deseamos plantear una serie de dudas sobre los resultados obtenidos por el grueso de literatura empírica, y en base a los cuales se ha orientado la política económica.

En primer lugar, se han realizado numerosas críticas respecto del tratamiento económico llevado a cabo. Los estudios disponibles, la mayoría de corte transversal o

¹ El Pacto de Estabilidad y Crecimiento se concibe como un código común de conducta ...scal que se espera refuerce la disciplina en la gestión de las ...nanzas públicas de los países del euro. Los principios orientadores del Pacto presuponen que unas ...nanzas públicas saneadas constituyen un instrumento para facilitar la estabilidad de precios y asegurar un crecimiento fuerte y sostenido que favorezca la creación de empleo (Boletín mensual del BCE, mayo 1999).

paneles de datos, no permiten recoger adecuadamente la presencia de relaciones dinámicas y de realimentación entre variables (ver sección de Revisión Bibliográfica, más abajo, para un análisis de las críticas de autores como Aaron (1990) o Tatom (1991)).

En segundo lugar, numerosos investigadores han planteado la conveniencia de realizar un análisis empírico diferenciado para distintas partidas de consumo público (Aschauer (1989b), Steven Lin (1994), Musgrave (1997)). En esta categoría se incluyen gastos de naturaleza muy distinta, desde el pago de funcionarios de sanidad, educación o transporte hasta el pago de gastos de la carrera espacial o cultura, con efectos previsiblemente muy distintos sobre el crecimiento o los incentivos a invertir. Pese a ello, existen muy pocos ejemplos que afronten esta tarea debido a la dificultad para encontrar series largas de consumo público a nivel desagregado.

En este contexto planteamos los siguientes objetivos para el presente capítulo:

Tras analizar los resultados obtenidos por trabajos empíricos previos y señalar algunas de sus debilidades, nosotros mismos aportaremos un sencillo análisis de datos que proporcione algo de evidencia que permita cuestionarse la idoneidad de la corriente mayoritaria de la política económica de reducción del gasto público a costa de los gastos corrientes de consumo.

Este análisis de datos se realiza en dos etapas:

1. Un análisis de los efectos del consumo público total sobre la tasa de crecimiento agregado, utilizando un modelo multivariante que permita el tratamiento de cuestiones dinámicas y de realimentación entre variables (para detectar posibles relaciones bidireccionales). De esta forma superamos la crítica sobre la posible presencia de causalidad inversa o endogeneidad del gasto público respecto del producto agregado. Compararemos los resultados que obtengamos con los de estudios previos, para comprobar en qué medida encontramos divergencias con ellos.
2. Una vez realizado el análisis con el consumo público agregado, pasamos a uno más desagregado, con definiciones más restringidas de consumo público. Para ello hacemos una selección de partidas de consumo público basadas en la clasificación funcional de las cuentas anuales. Las partidas han sido seleccionadas basándonos en la hipótesis a priori de que las funciones económicas a las que corresponden tienen un papel significativo en el proceso de producción agregado. El grupo de funciones ha sido escogido para tratar de recoger una gama lo más exhaustiva posible de lo que distintos trabajos de la literatura han definido como infraestructuras proporcionadas por el sector público, en el sentido de que actúan como externalidades sobre el proceso de producción privado.

Los tres subgrupos de consumo público elegidos para el análisis desagregado, obtenidos a partir de la clasificación funcional de las cuentas nacionales, son:

- ² El consumo público empleado en funciones de sanidad y educación: consumo tipo 1.
- ² El consumo empleado en funciones de transporte, recursos naturales y energía: consumo tipo 2.

- ² El consumo empleado en funciones de policía, seguridad civil y justicia: consumo tipo 3.

Se han agrupado de esta manera por entender que estas funciones tienen cierta heterogeneidad respecto de sus efectos en la estructura productiva de la economía. Por ejemplo, el consumo tipo 1 tendría consecuencias sobre el crecimiento agregado a través de la acumulación de capital humano (Mankiw, Romer y Weil (1992), Barro (1989, 1991)) o como gastos que permiten aumentar la eficiencia del factor trabajo (Glomm y Ravikumar (1997)). En segundo lugar, podríamos equiparar las funciones agrupadas en el tipo 2 a las infraestructuras productivas en sentido estricto (Aschauer (1989a), Easterly y Rebelo (1993)). Por último, la literatura ha considerado que los gastos agrupados como tipo 3 garantizan la protección de los derechos de propiedad (Barro y Sala-i-Martin (1995), Hall y Jones (1996, 1998)).

La clasificación que empleamos es enumerada implícitamente por Steven Lin (1994, página 83):

"La actividad gubernamental puede indirectamente aumentar el producto de un país mediante su interacción con el sector privado. Proporciona bienes públicos como un marco legal y social que favorece las relaciones de intercambio y la productividad de la sociedad mediante la protección de los derechos de propiedad (Mueller, 1979). Además, tiene autoridad para eliminar o regular las externalidades negativas" (las funciones enumeradas se asemejan a las que hemos recogido como grupo 3)... "Un gobierno puede proporcionar infraestructura económica para facilitar el crecimiento económico y mejorar la asignación de recursos", lo que correspondería a nuestro grupo 2. Y ...nalmente alude a las funciones que agrupamos en el tipo 1, "... los gastos públicos en salud y educación pueden mejorar la fortaleza y productividad del trabajo"

Las series empleadas corresponden a datos para la economía estadounidense, series anuales del periodo 1952-1996 (definición y fuente en apéndice). Se utilizan datos deflacionados empleando el índice encadenado base 1992, obteniendo así series 'encadenadas', en términos reales.

El consumo público contabilizado en las NIPA estadounidenses incluye no sólo el pago de sueldos y salarios o las compras de bienes no duraderos y servicios, sino también la amortización anual del stock de capital público.

A lo largo del capítulo se realiza un análisis bivariante de cada una de las series de consumo público con el PIB, para contrastar sus efectos sobre el crecimiento agregado.

En el análisis se obtienen las siguientes conclusiones básicas:

1. No encontramos evidencia de relaciones de cointegración entre el PIB y el consumo público, ni en términos agregados ni para los subgrupos seleccionados.
2. Si usamos una definición agregada del consumo público, encontramos resultados similares a los de la literatura previa. Es decir, básicamente se obtiene evidencia de un efecto contemporáneo negativo entre la tasa de crecimiento del consumo público y la del PIB. Adicionalmente, encontramos efectos negativos retardados de la primera variable sobre la segunda.

3. Si utilizamos definiciones más desagregadas de consumo público, seleccionando funciones económicas que la literatura pública ha considerado 'productivas', en cuanto actúan como externalidades sobre la producción privada, entonces obtenemos evidencia de resultados cualitativamente distintos. Concretamente, obtenemos efectos positivos contemporáneos y/o retardados de la tasa de crecimiento de las partidas de consumo público consideradas sobre el crecimiento del PIB. Estos resultados están condicionados, en parte, a las hipótesis de identificación empleadas para la correlación contemporánea entre el consumo público y el PIB.

2.2 REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA EMPÍRICA

El estudio de los efectos macroeconómicos de las diferentes partidas del gasto público se ha realizado fundamentalmente atendiendo a la clasificación económica del gasto y en el marco de tres líneas de investigación según se destinen al estudio de:

1. Los determinantes de diferenciales en niveles de renta o tasas de crecimiento entre países.
2. Los efectos del gasto público sobre la productividad.
3. Los efectos desplazamiento del gasto público sobre el consumo y la inversión privadas.

Estas tres líneas fueron abiertas a raíz de los estudios de: Kormendi y Meguire (1985) o Barro (1989, 1991), para el primer grupo; Ratner (1983) o Aschauer (1989a) para el segundo grupo; Aschauer (1985, 1989b) o Barro (1981, 1989) para el tercero.

Pasamos a hacer una breve revisión de cada una de estas líneas, anticipando que la principal conclusión es la falta de consenso respecto de buena parte de las cuestiones afrontadas y, como apuntan Tanzi y Zee (1997), el escaso respaldo a muchas de las conclusiones de los modelos teóricos.

Estos estudios han cubierto una variada metodología, desde el análisis de series temporales hasta regresiones de corte transversal o de panel. Los primeros tratan de cubrir una perspectiva dinámica de los efectos, los segundos una amplia casuística de estructuras fiscales y regulatorias, y los últimos están a medio camino de ambos.

2.2.1 DETERMINANTES DE LOS DIFERENCIALES DE RENTA O CRECIMIENTO ENTRE PAÍSES

Una amplia literatura² se ha ocupado de estudiar empíricamente los efectos del gasto público sobre el crecimiento económico, medido como tasa de variación del producto o de la productividad total de los factores.

Este análisis se ha planteado tanto desde la perspectiva de la materialización del gasto (transferencias, consumo o inversión) como de su financiación (deuda, impuestos del consumo o emisión de dinero).

²Para una revisión, ver los trabajos de Tanzi y Zee (1997), Agell y otros (1997) o Slemrod (1995).

Las regresiones de crecimiento se plantearon como una forma de contrastar la validez del modelo neoclásico para representar los fenómenos observados en el comportamiento de largo plazo de las economías reales.

La formulación de una ecuación estándar de crecimiento³ es la siguiente:

$$\Phi y_{t:t_i-T} = \frac{[\log(y_t) - \log(y_{t_i-T})]}{T} = \frac{1 - e^{-\lambda T}}{T} \lambda [\log(y^*) - \log(y_{t_i-T})] + u_t \quad (2.1)$$

donde:

- $\Phi y_{t:t_i-T}$: tasa de crecimiento de la renta (o productividad) per capita entre t y $t_i - T$
- y^* : renta (o productividad) per capita en el estado estacionario
- y_{t_i-T} : renta (o productividad) per capita en el año inicial
- λ : parámetro de convergencia
- u_t : perturbación aleatoria

La variable y_{t_i-T} aproxima el nivel inicial de riqueza del país (o stock de capital). Bajo las predicciones del modelo neoclásico de crecimiento, el coeficiente de la renta inicial ha de ser negativo, recogiendo el efecto convergencia, según el cual la tasa de crecimiento económico está inversamente relacionada con la distancia entre el estado actual de la economía y su estado estacionario.⁴

El estado estacionario de la renta per capita de un país (y^*) se aproxima mediante un conjunto de variables x_t de control del sector privado (tasas de inversión o stocks de capital físico y humano⁵, por ejemplo), y otro grupo G_t de variables determinadas por el sector público (nivel de gasto o consumo público, débitos, tipos impositivos, etc.). Finalmente, se incluyen variables ambientales que aproximan el grado de inestabilidad política (guerras, asesinatos), o las barreras a la difusión tecnológica (apertura comercial del país) (ver Barro y Sala-i-Martin (1995)).

Como hemos expuesto en la Revisión Bibliográfica del Capítulo 1, bajo el paradigma del modelo neoclásico de crecimiento, las variables de política pública (de gasto o impuestos) sólo pueden afectar al nivel de renta de estado estacionario, pero nunca a la tasa de crecimiento de largo plazo de las economías, que vendrá determinada por la tasa exógena de progreso técnico y/o la tasa de crecimiento de la población. En cambio, los modelos de crecimiento endógeno admiten que la tasa de crecimiento en el largo plazo dependa de la tasa de ahorro, endógenamente determinada como función de los parámetros de la política pública.

³Obtenida a partir de la linealización de Taylor en torno al estado estacionario del sistema de ecuaciones diferenciales para el consumo y el capital, junto con las condiciones iniciales y la condición de estabilidad.

⁴Como señalan Tanzi y Zee (1997), la polémica sobre la existencia o no de convergencia en las economías reales está por resolver. Aunque algunos estudios parecen confirmarla (Mankiw, Romer y Weil (1992) o Barro y Sala-i-Martin (1995) entre otros), otros autores disienten (Andrés y otros (1995), Quah (1996)).

⁵Esta última se aproxima por variables como tasas de escolarización o alfabetización, esperanza de vida, etc.

En uno y otro enfoque, resulta interesante saber si la política pública puede afectar positiva o negativamente al crecimiento económico, bien durante la transición hacia el estado estacionario alterando el nivel de la renta per capita, bien alterando la tasa de crecimiento de largo plazo.

La mayoría de los estudios se han realizado con datos de corte transversal o panel y una revisión de los resultados, que no pretende ser exhaustiva, es la siguiente.

Multitud de trabajos se han centrado en contrastar los efectos sobre el crecimiento del tamaño del sector público. En la medida en que existen sustanciales diferencias en el tamaño del sector público según grupos de países y la intervención del sector público incide en las decisiones de los agentes, ¿existe algún patrón sistemático entre tamaño del sector público y crecimiento económico?

Tal y como señala Ram (1986), lo ideal sería medir la relación entre bienestar e intervención del Sector público, pero ambas magnitudes son no observables y deben aproximarse mediante ciertos indicadores.

Como proxy para el primero se emplea la renta o producción agregada medida en Contabilidad Nacional, bajo el supuesto de que está positivamente correlacionada con el bienestar en el largo plazo.

Por su parte, la medición del tamaño del Gobierno entraña ciertas dificultades. En los estudios que conocemos se emplea como aproximación el volumen de gastos o de ingresos públicos como porcentaje del PIB (otras mediciones alternativas serían el uso de factores productivos -ejemplo, empleo público-, el valor de la producción del sector público, o el valor de su patrimonio)⁶.

No obstante, pese a ser directo y fácilmente accesible, el enfoque del gasto presenta la limitación de no recoger un conjunto de actividades públicas que afectan al comportamiento de los agentes pero no forman parte del Presupuesto, tales como políticas de fortalecimiento de los derechos de propiedad, políticas regulatorias de la competencia y de las relaciones mercantiles y contractuales, etc (Slemrod (1995)). Si estas políticas públicas tienen efectos sobre la producción agregada, estaríamos obteniendo una visión sesgada al relacionar la actividad pública presupuestada con la producción o renta nacional.

Un segundo problema al estudiar la relación entre gasto y PIB es que buena parte de la producción del Sector Público no aparece reflejada en las mediciones disponibles de la Renta Nacional. La actividad pública se contabiliza a coste de los factores (básicamente salarios), y no en términos de los resultados generados por esa actividad, tales como el aumento del tiempo de ocio de los individuos, mejora en la seguridad o salud personal, un medio ambiente más limpio, etc. Todas estas son magnitudes difícilmente mensurables y su ausencia lleva a infravalorar el beneficio de la intervención gubernamental.

La literatura ha utilizado indistintamente el total de gasto público (consumo más inversión más transferencias), el conjunto de gastos corrientes (consumo más transferencias) o el consumo público, para medir el efecto distorsionante que la actividad gubernamental genera sobre las decisiones privadas, ya sea por la propia intervención pública, o por los efectos adversos de su financiación.⁷

⁶Ver Terceiro, J. (1996).

⁷Si nos basamos en una formulación de la función de producción ampliada con gasto público estilo Aschauer (1989), la relación correcta consistiría en medir el efecto de variaciones del gasto público

Aunque algunos trabajos han obtenido resultados positivos del ratio 'Gasto sobre PIB' en el crecimiento (Rubinson (1977) o Ram (1986) entre los primeros y Steven Lin (1994) más recientemente), uno de los resultados más frecuentemente citado en la literatura de crecimiento es la obtención de un signo negativo para el efecto del gasto público (total, gastos corrientes o consumo), bien en ratio sobre PIB o como tasa de variación de dicho ratio o del volumen de gasto. En esta línea están los resultados encontrados por Landau (1986), Grier y Tullock (1989), Barro (1991 a,b), Easterly y Rebelo (1993), Hansson y Henrekson (1994), Barro y Sala-i-Martin (1995) o de la Fuente (1997), aunque los estudios son muy numerosos⁸.

No obstante, algunos autores han resaltado la poca robustez de estos resultados ante cambios en la muestra de países y las variables empleadas, destacando los trabajos de Levine y Renelt (1992) o Dowrick (1993). Este último concluye que no parece haber efectos sistemáticos en uno u otro sentido del tamaño del sector público sobre el crecimiento económico.

Existe también alguna evidencia de que el efecto del tamaño del Sector Público sobre el crecimiento podría ser más positivo (Ram, 1986) o menos negativo (Landau, 1983) cuanto más baja sea la renta del país. Es decir, que el 'efecto tamaño' estaría inversamente relacionado con la renta per capita.

Por otro lado, al emplear datos desagregados por componentes, se han encontrado efectos diferenciados para distintas partidas de gasto:

1. A raíz del modelo neoclásico de crecimiento ampliado con capital humano de Mankiw, Romer y Weil (1992), los gastos educativos se utilizan como proxy de la inversión en capital humano (o stock de capital humano) o como gastos que incrementan la eficiencia del factor trabajo (Glomm y Ravikumar, 1997). Estudios como los de Landau (1986), Barro (1991), Hansson y Henrekson (1994), Evans y Karras (1994) o Barro y Sala-i-Martin (1995) encuentran un efecto positivo de los gastos en educación sobre el crecimiento económico, y un efecto negativo para el consumo neto de educación (y defensa, en ocasiones). Tanzi (1995) interpreta el efecto expansivo del gasto educativo como resultado del aumento que genera en la capacidad de los países para absorber nuevas tecnologías.
2. Respecto del gasto militar, Knight, Loayza y Villanueva (1996) encuentran un efecto negativo y significativo de esta componente sobre el crecimiento, mientras que Aschauer (1989a) y Landau (1986) no obtienen evidencia de significatividad.
3. La inversión pública es la componente de gasto público para la que se obtiene resultados más positivos sobre el crecimiento, aunque también son poco robustos:

² Landau (1986) obtiene efectos positivos, aunque pequeños para países en vías de desarrollo y significativamente negativos para países de la OCDE (Landau (1985)).

sobre variaciones del producto (Tanzi y Zee, 1997). No obstante, buena parte de los estudios han empleado niveles de gasto sobre variaciones del producto. Ram (1986) encuentra un efecto positivo de las variaciones en el ratio (G/Y) sobre la tasa de crecimiento, pero un efecto negativo del nivel de la primera variable sobre la segunda.

⁸Ver Hansson y Henrekson (1994) para una revisión.

Fuente (1997) sigue encontrando efectos positivos después de instrumentar la variable de transferencias.

- ² Por otro lado, la literatura de economía política prevé que la reducción de desigualdades sociales vía transferencias pueden favorecer el crecimiento, gracias a un aumento en la estabilidad política. Clarke (1995) encuentra una relación negativa entre desigualdad y crecimiento.
- ² En la dirección contraria, Smith (1975) y Landau (1986) obtienen efectos no significativos de esta variable pública sobre el crecimiento, y Hansson y Henrekson (1994) tienen evidencia de efectos negativos, empleando datos microeconómicos para industrias manufactureras de la OCDE.

Resulta evidente que, tan importante es el destino del gasto público como la forma en que éste se financia (impuestos, deuda o monetización del déficit). Helms (1985)¹⁰ señala que 'no tiene sentido evaluar los efectos de cambios en los impuestos o los gastos de forma aislada: las fuentes y la utilización de fondos deben considerarse conjuntamente':

- ² Desde el punto de vista teórico, una de las previsiones más claras de los modelos de agente representativo es el efecto negativo de los tipos impositivos marginales (para la renta del trabajo o del capital) sobre el ahorro e inversión privados y, por tanto, el crecimiento económico. No obstante, los efectos obtenidos en estudios empíricos son pequeños y poco robustos a la especificación empleada (Koester y Kormendi (1989), Easterly y Rebelo (1993) o Mendoza et al (1995)). En concreto, Easterly y Rebelo (1993) señalan la dificultad de separar los efectos de los tipos impositivos marginales sobre el crecimiento del llamado 'efecto convergencia', por la elevada correlación entre la estructura fiscal de los países y su renta per capita.
- ² Respecto de los efectos de una financiación diferida del gasto, Easterly y Rebelo (1993) y Fischer (1993) encuentran una relación negativa entre déficit presupuestario y crecimiento, mientras que Andrés, Bosca y Domenech (1995) obtienen el resultado opuesto.
- ² Finalmente, existe la posibilidad de acudir a la emisión de dinero para financiar el déficit, lo que generaría el impuesto inflacionario o señoreaje. Han encontrado efectos negativos de la inflación sobre el crecimiento Kormendi y Meguire (1985), Grier y Tullock (1989) o Andrés y otros (1995). No obstante, una vez se controla el efecto negativo de la inflación, éstos y otros autores concluyen que la tasa de variación del dinero afecta positivamente al crecimiento del producto, de acuerdo con la teoría cuantitativa del dinero.

Podemos señalar los trabajos de Engen y Skinner (1992) y Miller y Russek (1993) como ejemplos de una utilización integrada del presupuesto de gastos e ingresos públicos.

Engen y Skinner (1992) analizan los efectos de la intervención pública sobre la eficiencia asignativa agregada, en el marco de un modelo donde el gasto público incide en la productividad de los inputs y los impuestos condicionan la asignación de factores

¹⁰Citado en Miller y Russek (1993), página 10.

y la productividad relativa entre el sector gravado y el no gravado. Con una sección cruzada de 107 países concluyen que tanto los gastos como los ingresos públicos reducen el crecimiento de corto y largo plazo.

Por su parte, Miller y Russek (1993) utilizando un panel de datos de países en desarrollo y desarrollados afirman que el efecto del gasto público sobre el crecimiento depende de la forma de financiación. Si se financia con déficit retarda el crecimiento económico, y si se financia con impuestos puede aumentarlo o reducirlo según la componente de gasto incrementada. Además, reducir el déficit siempre mejora el crecimiento si se hace mediante aumentos de impuestos, y depende de la partida escogida si se hace mediante una reducción de gasto.

Una vez analizada la bibliografía empírica, cabe preguntarse ¿existe una explicación para la poca robustez y consenso de los resultados encontrados?. En primer lugar, se ha aludido frecuentemente a los importantes problemas para la medición rigurosa de los datos macroeconómicos del sector público, especialmente en los países en vías de desarrollo. De hecho, Levine y Renelt (1992) aconsejan no emplear muestras de países heterogéneos en cuanto a sus niveles de desarrollo económico.

Igualmente, se ha argumentado la necesidad de aumentar la disponibilidad de indicadores que recojan las actividades públicas no presupuestarias (Slemrod, 1995).

Aparte de estas salvedades de partida, la literatura de crecimiento ha sido criticada en varias dimensiones:

Falta de robustez: El signo de la relación entre variables públicas y su significatividad estadística es bastante sensible al conjunto de variables empleadas, la muestra de países, el periodo o las técnicas econométricas empleadas (Levine y Renelt (1992), Dowrick (1993), Barro (1991) o Hsieh y Lai (1994)).

Levine y Renelt (1992) usan una variante del contraste de límites extremos de Leamer para comprobar la robustez de los efectos de las variables de política pública sobre el crecimiento ante cambios en el conjunto de variables explicativas empleadas, y encuentran que ninguna de las variables de política pública que utilizan¹¹ son robustas a este contraste.

Por su parte, Agell y otros (1997) encuentran que el efecto sobre el crecimiento del ratio de impuestos sobre PIB es negativo si se usa una correlación simple, nulo si se controla por la renta inicial y positivo, aunque no significativo, si se incluyen variables de estructura demográfica.

La crítica de Levine y Renelt (1992) ha sido matizada por Sala-i-Martin (1994) argumentando que, probablemente, el contraste es demasiado exigente para la escasa calidad de los datos, por la dificultad para discriminar los efectos de las distintas variables públicas, que están fuertemente correlacionadas y en muchos casos recogen lo mismo. Según Sala-i-Martin la conclusión no debe ir en la línea de negar la trascendencia de las políticas públicas en la determinación del crecimiento económico. No obstante, es indudable que el trabajo de Levine y Renelt (1992) ha supuesto un toque de atención a la hora de interpretar los resultados de los estudios empíricos.

¹¹El conjunto de variables cuyo efecto contrastan son: tamaño del sector público -en nivel y tasa de variación-, déficit público, gastos de consumo, educativos, inversión o defensa y diversos tipos impositivos.

Endogeneidad y multicolinealidad: En línea con la primera crítica, algunos autores han argumentado que esta falta de robustez se debe a la posible endogeneidad y multicolinealidad en los datos macroeconómicos del sector público.

A la crítica de Easterly y Rebelo (1993) sobre la correlación de la estructura impositiva con la renta per capita, mencionada anteriormente, hay que unir otras. Dowrick (1993), Rao (1989) o Conte y Darrat (1988), hablan de la existencia de causación inversa desde el PIB hacia las variables ...cales. Engen y Skinner (1993), al corregir de endogeneidad, encuentran no signi...catividad en las variables públicas.

En efecto, cabe esperar que la relación entre gasto público y producto sea de carácter bidireccional. Por un lado, en línea con la ley de Wagner, es plausible que la demanda de determinados bienes provistos por el sector público aumente con el nivel de desarrollo económico del país (educación, por ejemplo), lo que implicaría una correlación positiva entre crecimiento y gasto público. En cambio, otras partidas de gasto público son de carácter contracíclico, como los subsidios de desempleo, generando una correlación negativa entre intervención gubernamental y crecimiento.

Y en la dirección opuesta, podemos apreciar toda una variedad de canales a través de los cuales es factible que el sector público afecte al nivel de producción o renta de la economía. El gasto público aumentará la e...ciencia agregada si el bene...cio social que reporta supera al coste de oportunidad en términos de los recursos detraídos al sector privado (Tanzi y Zee, 1997). A su vez, este bene...cio social será el resultado neto de los efectos externalidad y productividad de la actividad pública, en línea con la de...nición de Ram (1986).¹²

En presencia de relaciones bidireccionales, los estudios de corte transversal y panel plantean ciertas di...cultades de identi...cación, tal y como señala Slemrod (1995). Las principales alternativas planteadas han sido los análisis multivariantes y los estudios a nivel microeconómico.

En el primer grupo destacamos el trabajo de Blanchard y Perotti (1999). Estos autores estiman un VAR estructural con series de gasto público, impuestos netos de transferencias y PIB, obteniendo efectos expansivos para aumentos del gasto y contractivos para aumentos de impuestos.

Por su parte, los datos microeconómicos permiten, en primer lugar, evitar problemas de endogeneidad y, en segundo, estudiar los efectos de las políticas públicas sobre las decisiones desagregadas de inversión y producción de las empresas, vía funciones de costes o de bene...cios. Ejemplos de estos estudios son los trabajos de Nadiri y Mamuneas (1994), Hansson y Henrekson (1994), Lynde y Richmon (1993), que analizaremos con más detalle en el apartado siguiente del capítulo.

Gobierno optimizador: Por otra parte, cabe esperar la existencia de relaciones no monótonas entre el gasto público (en nivel o como ratio sobre el producto) y la renta nacional, en la línea de Barro (1990) que anticipa un rendimiento social positivo para un sector público pequeño y negativo si se excede de un determinado nivel.

¹²El efecto externalidad supone que la actividad pública aumenta la productividad del sector privado, mediante los gastos en infraestructuras o educación. Por su parte, el efecto productividad procedería de la existencia de un diferencial entre las productividades de los sectores público y privado.

Esto implicaría la posibilidad de determinar un tamaño del sector público que maximizase la tasa de crecimiento de la economía. En el caso de que los gobiernos utilicen un enfoque optimizador, elegirían un tamaño del sector público cuya productividad marginal (neta de financiación) fuese nula, o equivalentemente, aplicaría la regla de eficiencia de Barro, $PMG_g = 1$ (denotando PMG_g el producto marginal del gasto público). Como consecuencia de ello, no cabría esperar que las diferencias de tamaño y crecimiento en secciones cruzadas de países muestren algo distinto a diferencias en las productividades relativas de los sectores público y privado más un término de error (Barro (1991) o Tanzi y Zee (1997)) y/o diferencias en el coste de recaudación impositiva (Slemrod (1995)).

Este enfoque de un gobierno optimizador está prácticamente ausente en la literatura. Como contraejemplo, Karras (1996) utiliza la regla de eficiencia de Barro para contrastar si el tamaño del sector público, medido como ratio de consumo sobre PIB, coincide con su nivel óptimo para distintos grupos de países. Además, concluye que el tamaño óptimo está comprendido entre el 14% para la OCDE y el 33% para el caso de Sudamérica.

Clasificación de gastos: Frente a la desagregación estándar del gasto público en consumo e inversión, hay literatura reciente que señala que esta clasificación, aunque sencilla y directa, puede resultar problemática. Por ejemplo, Tanzi y Zee (1997) apuntan que muchos proyectos de inversión pública pueden presentar una rentabilidad social negativa en términos netos, mientras que muchos gastos de consumo público pueden ser muy beneficiosos para el crecimiento de largo plazo. Como ejemplo de estos gastos, hablan de gastos de educación o gastos operativos y de mantenimiento de las infraestructuras existentes, lo que podría conectar con el 'efecto eficiencia' analizado por Hulten (1996). Por ello, Tanzi y Zee (1997) proponen que una clasificación más útil sería segregar el gasto público en 'productivo' y 'no productivo', en la línea de Devarajan y otros (1996).

Estos últimos autores definen como 'productivo' a todo gasto público cuyo incremento favorece la tasa de crecimiento económico y 'no productivo' al que verifique el efecto contrario, y ello con independencia de la elasticidad del producto respecto de dicho gasto. Así, es posible encontrar efectos contractivos para gastos que se consideran productivos a priori en el caso de que inicialmente estén provistos en cuantía excesiva.

Desde una perspectiva dinámica, como bien señalan Tanzi y Zee (1997), esta clasificación alternativa permite modelizar mucho más adecuadamente los canales a través de los cuales el gasto público afecta al crecimiento, y que desarrollaremos en la exposición de las otras dos líneas de literatura empírica:

- 2 Efectos de la financiación del gasto público.
- 2 Efectos de incentivo de la inversión privada, vía aumentos de productividad.
- 2 Efectos de sustitución/complementariedad entre gasto público y privado.

Una vez expuestas las principales conclusiones de los trabajos que analizan los determinantes de diferenciales de crecimiento entre países, queremos revisar brevemente un conjunto de trabajos que utiliza un enfoque alternativo. En concreto, analizan los diferenciales de niveles de renta entre países, en lugar de diferenciales de crecimiento.

Easterly y otros (1993) encuentran evidencia de que las tasas de crecimiento de la renta per capita de los países es poco persistente, por lo que los diferenciales de crecimiento entre economías serían transitorios y debidos a perturbaciones exógenas (en los términos de intercambio comercial, por ejemplo). En cambio, las características de los países (gasto público, inflación, escolarización, apertura comercial,...) son altamente persistentes. El modelo neoclásico de crecimiento y los recientes modelos de difusión tecnológica apoyan la idea de que, en el largo plazo, todos los países crecen a una tasa constante y exógena (la del progreso técnico), y por ello, lo interesante es analizar los determinantes de las diferencias en los niveles de renta per capita en el largo plazo.

En este contexto, Hall y Jones (1996, 1998) encuentran evidencias de que la política gubernamental que protege los derechos de propiedad¹³ está positivamente relacionada con la renta por trabajador de las economías, ya que: a) favorece la acumulación de inputs productivos y b) aumenta la productividad de éstos.

A modo de conclusión, una vez analizados los trabajos que intentan explicar el efecto del gasto público sobre el crecimiento podemos extraer las siguientes conclusiones básicas:

1. Los resultados favorecen la inversión pública frente al consumo público.
2. Existen problemas de falta de robustez de los resultados ligados a cuestiones econométricas que nos permiten cuestionar la validez de las conclusiones.
3. Las principales soluciones aportadas por los autores serían:
 - ² para resolver los problemas de endogeneidad de las variables públicas respecto de la variable que se pretende explicar (crecimiento, productividad,...): utilizar contextos multiecuacionales si se usan datos agregados o utilizar datos a nivel microeconómico
 - ² utilizar modelos econométricos que permitan recoger la dinámica de los efectos del gasto público (varios autores han documentado el carácter retardado de los mismos)

Pasamos a analizar el segundo grupo de trabajos previos, relativos a los efectos sobre la productividad.

2.2.2 EFECTOS DEL GASTO PÚBLICO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD

El análisis de los efectos del gasto público sobre la productividad agregada se ha llevado a cabo principalmente mediante la estimación de funciones de producción, y reducido casi

¹³Este tipo de política (Government Anti-diversion Policy) la aproximan mediante un indicador construido como media ponderada de variables cualitativas escaladas entre 0 y 1 según el grado en que favorecen la propiedad privada. Estas variables cualitativas recogen las características de los países en: a) ley y orden, b) calidad de la burocracia, c) corrupción, d) riesgo de expropiación, y e) invalidación pública de los contratos privados.

exclusivamente a los efectos de la componente de inversión pública en infraestructuras, salvando alguna excepción que comentaremos posteriormente.

En primer lugar, resulta conveniente hacer una pequeña definición de qué ha entendido la literatura como infraestructuras proporcionadas por el sector público (para una revisión ver Gramlich (1994) o Draper y Herce (1993)).

Básicamente podemos distinguir:

- 2 Infraestructuras físicas de carácter económico que incluiría infraestructuras de transporte (carreteras, puertos, aeropuertos,...) y comunicaciones (teléfono, servicios postales), las destinadas al abastecimiento de agua, electricidad o gas, recogida de residuos urbanos, etc.
- 2 Infraestructuras físicas de carácter social, como las destinadas a la educación y sanidad, comisarías de policía, estaciones de bomberos, centros asistenciales, etc.
- 2 Infraestructuras intangibles o inmateriales proporcionadas por el Estado, donde pueden incluirse sistemas de gestión de infraestructuras (Herce (1992)) o el conjunto de regulaciones y legislación que favorecen la actividad productiva, la adquisición de habilidades y tecnología y garantizan la protección de los derechos de propiedad (Hall y Jones (1998) o Barro y Sala-i-Martin (1995)).

Aunque existen intentos de realizar una medición física de la dotación de infraestructuras de una economía, casi todos los estudios econométricos que analizan su influencia sobre el crecimiento o la productividad se basan en estimaciones monetarias del capital público.

La mayoría de los estudios sobre la productividad del gasto público utilizan un enfoque de equilibrio parcial. Se basan en la transformación logarítmica de una función de producción agregada Cobb-Douglas¹⁴, del modelo neoclásico de crecimiento y ampliada con capital público siguiendo el trabajo de Aschauer (1989a):

$$Y = A \epsilon L^{\alpha} \epsilon Kp^{-\beta} \epsilon Kg^{\gamma} \tag{2.2}$$

donde Y, L, Kp y Kg son respectivamente la producción agregada, el trabajo privado, el stock de capital privado y el stock de capital público (básicamente infraestructuras). Por su parte, A es una variable que representa la productividad total de los factores productivos y los parámetros α , β y γ son las elasticidades del producto respecto de cada uno de los factores.

Las regresiones planteadas han utilizado las siguientes formulaciones alternativas (o bien sus versiones en diferencias):

$$y_{t+1} - k_{p,t+1} = a + \alpha \epsilon (l_{t+1} - k_{p,t}) + \gamma \epsilon kg_t \tag{2.3}$$

$$y_{t+1} - k_{p,t+1} = a + \alpha \epsilon (l_{t+1} - k_{p,t}) + \gamma \epsilon (kg_{t+1} - k_{p,t}) \tag{2.4}$$

$$y_{t+1} - \alpha \epsilon l_{t+1} - \beta \epsilon k_{p,t+1} = PTF = a + \gamma \epsilon kg_t \tag{2.5}$$

¹⁴Algún trabajo emplea la función translog (Eberts, 1986).

donde las variables en minúscula corresponden al logaritmo neperiano de las variables agregadas y PTF corresponde a la productividad total de los factores.

Las dos primeras formulaciones recogen respectivamente los supuestos de rendimientos constantes a escala en los factores privados (y crecientes en los tres factores) y rendimientos constantes en todos los factores, mientras que la tercera sigue la metodología de la contabilidad del crecimiento y emplea como variable dependiente la productividad total de los factores privados (o residuo de Solow), que regresa como función del stock de infraestructuras público.

Bajo el supuesto de rendimientos constantes en los factores privados y competencia perfecta de los mercados de producto y factores, los parámetros α y β representan la proporción de Renta Nacional destinado a retribuir al trabajo y al capital respectivamente, supuesto que el capital público se obtiene de forma gratuita. Por ello, los estudios empíricos que utilizan la tercera formulación calculan la PTF de forma residual, aproximando α y β a partir de los ratios de las rentas salariales (y otras retribuciones del trabajo) y beneficios empresariales (junto con otras retribuciones a los propietarios del capital privado) sobre la Renta Nacional.

En la medida en que la estimación de β sea positiva y estadísticamente significativa para explicar el crecimiento del producto o de la productividad total de los factores, se ha interpretado que el stock de infraestructuras proporcionado por el sector público es productivo e incentiva la inversión privada.

Los análisis llevados a cabo pueden dividirse en tres grandes grupos:

1. Los que han empleado datos a nivel agregado del producto (total o del sector privado) bien para una economía o bien para un conjunto de ellas,
2. Los que han centrado el análisis en el nivel de estados o regiones, y
3. Estudios a nivel microeconómico que, utilizando el enfoque dual de la teoría del productor, estiman funciones de costes o beneficios.

Pasamos a exponer brevemente algunos de estos trabajos. Para una revisión, pueden consultarse los trabajos de Munnell (1992), Gramlich (1994) o Glomm y Ravikumar (1997), centrados principalmente en la economía estadounidense, y Draper y Herce (1993) o García-Milá (1993), que incluyen además un análisis detallado del caso español.

Los resultados de los primeros estudios, correspondientes a lo que hemos designado como grupo 1, apuntaban hacia efectos muy destacables del capital público sobre el producto:

- ² Ratner (1983), con datos anuales para Estados Unidos en el periodo 49-73 encuentra una estimación de 0.06 para la elasticidad producto del capital público no militar de equipo y estructuras. Aschauer (1989a), con datos también anuales para EEUU en el periodo 49-85, al replicar el estudio de Ratner e incorporar una variable de uso de la capacidad productiva encuentra una estimación de $\beta=0.39$ para el stock de capital público en estructuras y equipo no militar, siendo un conjunto de infraestructuras básicas (autopistas, aeropuertos, carreteras, infraestructuras

hidráulicas y eléctricas) las principales fuentes de productividad. Usando técnicas similares, Holtz-Eakin (1988) y Munnell (1990) encuentran estimaciones de θ parecidas a Aschauer.

- ² También en el primer grupo pero desde una perspectiva internacional, Ford y Poret (1991), con una muestra de diez países industrializados encuentran efectos positivos y significativos de distintas definiciones de capital público sobre el crecimiento de la productividad total de los factores.

Estos resultados evidencian rendimientos muy elevados de la inversión pública en infraestructuras. Como el producto marginal del capital público vendría dado por $\beta \theta \frac{Y}{K_g}$, empleando datos para Estados Unidos (para el periodo 48-96 el ratio $\frac{Y}{K_g}$ es de 1.89) la estimación de Aschauer (0.39) implica una rentabilidad del capital público en torno al 74%.

Como hemos anticipado, los primeros trabajos del segundo grupo utiliza datos a nivel de los Estados de Norteamérica y las elasticidades obtenidas fueron considerablemente más reducidas que con datos agregados. Así, Munnell (1990), Costa y otros (1987) y Mera (73) encontraron estimaciones en torno a 0.15-0.20, y Eberts (1986) y García-Milá y McGuire (1992) ofrecen estimaciones en torno a 0.04-0.045.

Munnell (1992) explica esta caída en las elasticidades estimadas respecto de las obtenidas a nivel agregado por la existencia de efectos desbordamiento de las infraestructuras de un estado sobre los adyacentes que no pueden ser recogidos si se utiliza información de producción individual de los estados.

En el sentido contrario, Balmaseda (1996) realiza un ejercicio de Montecarlo que le lleva a concluir que las estimaciones MCO con datos agregados conducen a sesgos de agregación al alza para la estimación puntual de la elasticidad producto de las infraestructuras y a la baja de la desviación típica del parámetro estimado, sesgo que además no puede ser corregido por otros métodos de estimación. Estos resultados llevarían a rechazar incorrectamente la hipótesis nula $H_0 : \theta = 0$ en un gran porcentaje de casos.

Los resultados de estos primeros estudios sufrieron una serie de críticas (Aaron (1990) y Tatom (1991) entre otros) a causa de determinados problemas econométricos:

1. Respecto a los estudios con series temporales, los elevados niveles obtenidos para la elasticidad resultaron inverosímiles, máxime si se tiene en cuenta que gran parte de los beneficios derivados de la infraestructura pública no es mensurable en la Contabilidad Nacional (reducción de tiempo y coste de transporte, mejora en la salud, y en general, mejora en el bienestar de la sociedad), o no es previsible que tenga un efecto inmediato sobre la productividad agregada (por ejemplo, los beneficios de la escolarización). Las críticas destacan que los trabajos en la línea de Aschauer no trataban adecuadamente el carácter no estacionario de las series o la endogeneidad del capital público respecto del producto agregado así como la presencia de tendencias comunes, y tampoco incluían variables de precios de productos intermedios, como la energía, que tuvieron efectos significativos sobre el producto en las crisis del petróleo.

2. Los estudios con datos de panel a nivel de estados no tratan la existencia de efectos específicos para los estados. Al controlar por estos efectos, Holtz-Eakin (1994) y otros autores encuentran que la elasticidad de las infraestructuras no es estadísticamente distinta de cero. Holtz-Eakin ofrece la explicación de que los estados más prósperos pueden emplear más dinero en generar capital público, es decir, que estaría dándose un fenómeno de causación inversa desde la renta per capita estatal hacia el stock de infraestructuras.

Los resultados más recientes, obtenidos con técnicas econométricas que intentan resolver los problemas econométricos citados, son mixtos:

Con series temporales:

Hulten y Schwab (1991) encuentran un efecto no significativo del capital público al tomar primeras diferencias a los datos. No obstante, como señalan Munnell (1992) o Gramlich (1994), tomar primeras diferencias puede destruir la relación de largo plazo existente entre las variables.

Por su parte, Hurlin (1997) realiza un ejercicio de montecarlo con series simuladas a partir de un modelo de equilibrio general y demuestra que las estimaciones de θ en el contexto de equilibrio parcial de una función de producción están sesgadas: a) al alza si se usa estimación mínimo cuadrática, incluso si se corrige de endogeneidad con el método de Phillips y Hansen, y b) a la baja si se toman primeras diferencias, porque se destruye la relación de largo plazo entre las series.

La principal conclusión de éste y otros autores (Flores y Pereira (1993), Flores y otros (1994, 98) o Glomm y Ravikumar (1997)) es que las series empleadas en el análisis son generadas en un sistema de equilibrio general, con relaciones de realimentación que no puede ser recogidas en un modelo uniecuacional.

Los resultados obtenidos en un entorno multivariante muestran dos conclusiones fundamentales (García-Milá (1987), Flores y Pereira (1993), Flores y otros (1998)):

- a) las infraestructuras ejercen un importante efecto positivo sobre el producto y los factores privados
- b) este efecto se produce con ciertos retardos, y muestra una elevada persistencia en el largo plazo

En concreto, Flores y Pereira (1993) demuestran que el efecto de las infraestructuras sobre el producto es consistente con múltiples formulaciones de la función de producción y por tanto, independiente del valor estimado para el parámetro de elasticidad de las infraestructuras en ecuaciones como la (2.3), (2.4) ó (2.5).

García-Milá (1987) estima un ARMA multivariante con series trimestrales de EEUU y encuentra evidencia de que los gastos públicos en infraestructuras tienen un efecto expansivo y persistente sobre el PIB, mientras que otro tipo de gastos no. Además, utiliza las series de la economía estadounidense para hacer un ejercicio de estimación mediante simulación de los parámetros estructurales de un modelo de equilibrio general, obteniendo una estimación de $\theta = 0.43$.

En una línea parecida a García-Milá, existen trabajos que utilizan el Método Generalizado de Momentos (GMM) para estimar el parámetro de elasticidad del capital público de un modelo de equilibrio general que permite reproducir las propiedades estadísticas de series económicas observadas. Entre estos trabajos podemos citar Ai y Cassou (1993), que obtienen un parámetro $\beta = 0.2$ y Finn (1994), con una estimación $\beta = 0.16$.

Es interesante citar, para el caso español, los trabajos de Bajo y Sosvilla (1993) y Argimón y otros (1993), que teniendo en cuenta propiedades de cointegración y contrastando la posible existencia de endogeneidad, encuentran estimaciones significativas (0.19 y 0.59 respectivamente) para la elasticidad del capital público. Por su parte, González-Páramo (1995) utilizando distintos conjuntos de datos y teniendo en cuenta las características de cointegración de las series, obtiene estimaciones entre 0.21 y 0.61, proponiendo como explicación a los elevados valores de elasticidad la posible presencia de problemas con las series de stock de infraestructuras disponibles.

Con datos de panel a nivel de estados o regiones:

Con datos para los 48 estados americanos, García-Milá, McGuire y Porter (1996), Holtz-Eakin (1994) o Evans y Karras (1994), al hacer estimaciones con efectos específicos para los estados, de carácter fijo o aleatorio, encuentran evidencia de efectos negativos o nulos de las infraestructuras públicas sobre el producto.

Obteniendo efectos significativos y positivos, se encuentra un conjunto de estudios para grupos de países.

Así, Cazzavillan (1993), para 12 países europeos y tras corregir de efectos fijos encuentra una estimación de β de 0.25.

Fay (1993), para 95 países y periodos quinquenales 60-85, incluyendo tasa de uso de la capacidad, efectos fijos y estimación en dos etapas obtiene $\beta=0.2$ para la infraestructura de generación de energía eléctrica. Canning y Fay (1993) encuentran resultados similares para redes de transporte.

Argimón y otros (1996) para 14 países de la OCDE y para el periodo 79-88 encuentran estimaciones en el intervalo 0.15 a 0.21, con la base de datos de Summers y Heston (1991). A. de la Fuente (1997) obtiene estimaciones en el intervalo 0.17 a 0.20 empleando un panel de datos de la UE.

Para el caso español, Mas y otros (1994) encuentran una estimación de la elasticidad de la productividad total de los factores respecto del capital público de 0.23, con datos de panel para las regiones españolas (periodo 64-89).

Análisis microeconómicos:

Esta última generación de trabajos emplea el enfoque dual, estudiando los efectos de las infraestructuras públicas sobre las funciones de costes y/o beneficios de las empresas.

Esta metodología permite resolver los problemas de endogeneidad y los resultados encontrados apuntan hacia un importante efecto de las infraestructuras en términos de reducción de los costes unitarios de producción para el sector privado y, por tanto, mejoras de productividad.

Así, Lynde y Richmond (1993) realizan un estudio para empresas manufactureras del Reino Unido para el periodo 66-90 y, teniendo en cuenta las características de no estacionariedad de las series y los precios de bienes intermedios concluyen que, hasta 1979, el capital público supuso aproximadamente el 17% del crecimiento de la productividad agregada, utilizando una medida de valor añadido para el producto.

Nadiri y Mamuneas (1994), desagregan el capital público en infraestructuras e I+D y analizan su influencia sobre la estructura de producción y costes de industrias americanas, a nivel microeconómico. Encuentran que ambos tipos de capital trasladan hacia abajo las funciones de costes de las industrias y presentan elevadas tasas de rendimiento social (entre un 5% y un 9% según el método y periodo de cálculo).

Por último, Binswanger, Khandker y Rosenzweig (1993), con datos para distritos de la India y el periodo 60-82 encuentra que la inversión pública en carreteras incrementa la producción agrícola con una elasticidad de 0.20. Además, señalan la existencia de efectos retardados e indirectos de las infraestructuras, al favorecer la expansión bancaria y reducir los costes de transacción de los productores.

Por otro lado, los estudios que analizan el efecto de componentes del gasto público distintas de las infraestructuras sobre la productividad son prácticamente inexistentes, al menos en la literatura de que disponemos. Aschauer (1989a), no encuentra evidencia de efectos significativos de infraestructuras militares ni del consumo público agregado sobre la productividad. En la misma línea, Evans y Karras (1994), empleando una clasificación por función económica encuentran que los gastos corrientes en autopistas, salud y alcantarillado tienen efectos positivos pero no significativos. Hay que indicar, no obstante, que su modelo no incluye suficiente dinámica para recoger la existencia de efectos retardados del gasto público.

Las conclusiones hacia las que nos inclinamos tras todo el conjunto de dispares resultados encontrados en la literatura son:

1. El enfoque de la estimación de una función de producción no parece el más apropiado para contrastar la productividad de las infraestructuras
2. Queda por resolver la problemática entre la agregación a nivel nacional o inferior (estado o regiones)
3. Los resultados obtenidos en entornos agregados dinámicos y multivariantes, o con panel a nivel internacional y con datos microeconómicos parecen sustentar que existen efectos importantes en términos de productividad de las infraestructuras públicas, y que estos efectos son de largo plazo y se producen con cierto retardo.
4. La literatura se enriquecería con un enfoque que analizase el papel no sólo del stock disponible de infraestructuras, sino también del grado de eficiencia en el uso de las mismas, similar al trabajo de Hulten (1996), así como el papel de otras componentes del gasto público en el proceso productivo.

Algunas de estas cuestiones ya fueron señaladas como principales mejoras aplicables en el primer grupo de trabajos estudiado, básicamente cuestiones de dinámica y realimentación entre las variables públicas y privadas. Por último, analizamos las principales

conclusiones obtenidas en relación a los posibles efectos desplazamiento del gasto público sobre las demandas privadas de consumo e inversión.

2.2.3 LOS EFECTOS DESPLAZAMIENTO DEL GASTO PÚBLICO SOBRE EL CONSUMO Y LA INVERSIÓN PRIVADAS

En el caso de que el gasto público actúe sobre el crecimiento económico a través de relaciones indirectas sería inadecuado el marco de sistemas uniecuacionales, como las regresiones de crecimiento o de funciones de producción (Argimón, González-Páramo y Roldán (1996)). Por ello, surge una línea de literatura que trata de contrastar los posibles efectos incentivo o desplazamiento del gasto público sobre las componentes de demanda privada, consumo e inversión, como canales a través de los cuales incide en la producción total agregada.

En el marco del modelo keynesiano, son los cambios en el volumen total de gasto los que pueden afectar al crecimiento, en tanto suponen alteraciones en la demanda agregada de la economía. Frente a este enfoque de demanda, Aschauer (1989b) plantea una contrastación empírica que apoya las predicciones del modelo neoclásico según el cual distintas partidas de gasto público pueden tener efectos diferentes sobre el producto, desde una perspectiva de oferta, dependiendo del efecto desplazamiento que ejercen sobre el gasto privado (consumo e inversión). De esta forma cobra relevancia la composición del gasto público y no sólo su volumen total. Este efecto desplazamiento dependerá a su vez de cómo las diferentes componentes de gasto:

1. Afectan a la productividad del stock de capital privado (lo que denomina efecto -desplazamiento o incentivo- indirecto)
2. Sustituyen gasto privado de inversión y/o consumo (lo que denomina como efecto directo)
3. Inciden en la riqueza de los agentes (según la productividad del gasto)

Empleando series temporales para EEUU (53-86), Aschauer concluye que:

1. El efecto neto de la inversión pública no militar sobre la inversión privada es positivo, ya que el efecto desplazamiento directo es más que compensado por el efecto incentivo indirecto. El primer efecto se da en proporción uno a uno, ya que la provisión pública de capital hace innecesaria su provisión por el sector privado, mientras que el efecto indirecto deriva del carácter complementario del capital público respecto del capital privado, vía incrementos de la productividad marginal de este último.
2. El consumo público y la inversión pública de carácter militar no parecen tener efectos significativos sobre la inversión privada o sobre la rentabilidad de la inversión privada. Es decir: a) no son gastos sustitutivos de la inversión privada¹⁵ y b) no actúan como factores de producción complementarios del capital privado.

¹⁵ Este resultado apoyaría la tesis de que el consumo público no actúa como complementario del consumo privado, sino que sería sustitutivo o independiente.

¿En qué medida coinciden estos resultados con los obtenidos en estudios posteriores?. Para responder a esta pregunta conviene separar los resultados obtenidos respecto de los efectos sobre la inversión y el consumo privado.

En lo que se refiere a los estudios centrados en los determinantes de la inversión privada, Easterly y Rebelo (1993) usando datos para países en desarrollo encuentran que el ratio sobre PIB de gastos públicos en servicios generales desplazan inversión privada, al igual que la inversión pública en agricultura y la inversión de las empresas públicas. En cambio, incentivan la inversión privada: los gastos públicos de inversión en salud, la inversión del gobierno central y, marginalmente, la inversión en educación.

Por su parte, Erenburg (1993) empleando datos anuales para EEUU (47-85) encuentra evidencia de que hay una correlación positiva entre la inversión privada y la inversión pública retardada. Es decir, que el gasto privado en inversión aumentaría ante expectativas de incrementos¹⁶ de la inversión pública. Además, no encuentra evidencia de efectos significativos del déficit público sobre la inversión privada, contradiciendo las intuición de desplazamiento vía incrementos en los tipos de interés.

En una línea semejante, Erenburg y Wohar (1995) utilizan también series anuales estadounidenses (54-89) y realizan un análisis de causalidad de Granger, junto con el test de error de predicción de Akaike, y encuentran existencia de efectos bidireccionales de realimentación entre las inversiones privada y pública. Obtienen evidencias de una actuación retardada de la inversión privada respecto de los proyectos de inversión pública, lo que interpretan como una señal de que los inversores privados postponen sus proyectos de inversión para sacar ventaja de los incrementos de productividad derivados de la disponibilidad de nuevas infraestructuras públicas, la cual se produce con cierto retraso respecto del flujo de inversión.

Obteniendo resultados opuestos a Erenburg (1993), Cebula y otros (1994) realizan un estudio empírico del impacto de los déficits públicos sobre la inversión privada en términos de PIB. Empleando tres medidas alternativas de déficit y deuda, encuentran evidencias robustas de que el déficit público desplaza inversión privada.

Por su parte, Argimón, González-Páramo y Roldán (1996), analizan un panel de datos para 14 países industrializados de la OCDE de la base de Summers y Heston (7(199-87) y concluyen que hay evidencia de un efecto incentivo indirecto de la inversión pública sobre la privada, mientras que no obtienen indicios claros de efecto desplazamiento directo. Igualmente obtienen resultados de cierto desplazamiento directo del consumo público sobre la inversión privada.

Por su parte, Bairam y Ward (1993) utilizan datos para 25 países en el periodo 50-88. Estiman una función de demanda de inversión privada como función de la propia variable retardada, el PIB, el gasto público y el precio relativo del consumo frente a la inversión. Encuentran que el gasto público ejerce un efecto desplazamiento sobre la inversión privada. No obstante, hay que tener en cuenta ciertas limitaciones del estudio,

¹⁶Bajo el supuesto de que los inversores tienen expectativas racionales, Erenburg (1993) formula que:

$$GSI_{t=t+1}^e = GSI_t$$

es decir, que la inversión pública esperada en t para el instante t + 1 coincide con la realizada en el instante t.

como el hecho de que utiliza todo el gasto público agregado, que contrasta sólo efectos contemporáneos y no retardados, o que no estima simultáneamente una ecuación de productividad del capital privado, para detectar posibles efectos indirectos.

Finalmente, para el caso español destaca el trabajo de Argimón, González-Páramo y Roldán (1994), que utilizan datos anuales para el periodo 64-90. Tratando adecuadamente cointegración, endogeneidad y no estacionariedad, obtienen evidencia de efectos incentivo indirectos de la inversión pública sobre la privada, a través del efecto positivo del capital público sobre la productividad del capital privado. También encuentran un efecto expulsión directo marginal del consumo público y ninguna evidencia de dicho efecto para la inversión pública.

Respecto de la literatura de efectos desplazamiento del gasto público sobre el consumo privado, queremos destacar los siguientes resultados.

Los primeros trabajos modelizan el gasto público como sustitutivo del consumo privado¹⁷ (Bailey (1971), Barro (1981), Kormendi (1983), Aschauer (1985) o Ahmed (1986)), pero Karras (1994) hace un estudio con series temporales para 30 países y concluye que el gasto público es en la mayoría de los casos complementario, o en todo caso independiente, del consumo privado, mientras que no obtiene evidencia de sustituibilidad. Este resultado implica en el contexto de un modelo neoclásico de elección intertemporal, que incrementos del gasto público suponen probablemente la sustitución de ahorro por consumo, y por tanto, perjuicios sobre la inversión privada.

Por su parte, Darby y Malley (1996) establecen la hipótesis de que la falta de robustez en los valores estimados para el parámetro de sustituibilidad entre consumo privado y gasto público¹⁸ en estudios anteriores procede de la rigidez impuesta por la especificación de dicho parámetro como una constante. Estos autores consideran plausible que la relación marginal de sustitución entre gasto público y consumo privado no sea constante sino una función del nivel y composición del gasto público. Hacen una estimación con el método generalizado de momentos (GMM) de una función de consumo privado efectiva obtenida de un problema de maximización de la utilidad. Utilizando datos trimestrales para EEUU (53-93) concluyen que los gastos estatales y locales (básicamente, gastos en educación, sanidad y servicios sociales) son más sustitutivos del consumo privado que los gastos federales (militares y no militares). Este resultado implicaría que una recomposición del gasto a favor de los primeros conduce a un incremento de la relación marginal de sustitución entre consumo privado y gasto público, y consiguientemente, mayores caídas del primero ante incrementos del segundo, derivando en desplazamientos desde consumo hacia ahorro privado.

Shawn Ni (1995) emplea también datos estadounidenses trimestrales (47:1 a 92:4) de gasto público no militar y realiza una estimación GMM de una ecuación de Euler de un problema de optimización. Concluye que la estimación del signo y magnitud del parámetro de sustitución entre consumo privado y gasto público, y por tanto, la conclusión sobre el carácter complementario o sustitutivo de ambos, es muy sensible a

¹⁷El gasto público es sustitutivo (complementario) del consumo privado si incrementos del primero disminuyen (aumentan) la utilidad marginal del segundo.

¹⁸Los trabajos previos realizados con datos estadounidenses habían obtenido estimaciones en el intervalo (0, 0.42), ver Darby y Malley (1996).

las especificaciones empleadas para la función de utilidad y a la medición empleada para el tipo de interés.

Finalmente, Amano y Wirjanto (1994), utilizan series temporales para Canadá y estiman una función de consumo derivada de un problema de maximización de utilidad. Concluyen que:

- 2 Los datos no permiten aceptar la presencia o no de cointegración entre consumo privado y consumo público. Si se supone cointegración entre ambos, se encuentra evidencia de complementariedad. En cambio, si se supone no cointegración, se obtiene el resultado contrario de sustituibilidad.
- 2 Se rechaza la hipótesis de cointegración entre consumo privado e inversión pública y se obtiene evidencia de complementariedad entre ambos, aunque no significativa.

Por otro lado, existe una rama de literatura reciente dedicada al estudio de las contracciones fiscales y sus efectos sobre las componentes privadas de demanda (consumo e inversión).

Giavazzi y Pagano (1990) comenzaron el análisis de los efectos 'no keynesianos' de las contracciones fiscales, oponiendo al 'enfoque de demanda' el llamado 'enfoque de expectativas'. Utilizan la experiencia danesa e irlandesa para demostrar cómo recortes del gasto pueden inducir aumentos en el consumo privado, incluso con aumentos simultáneos de impuestos. Explican estos resultados como consecuencia de la conjunción de un efecto renta disponible (vía impuestos), un efecto riqueza (vía tipos de interés) y un efecto expectativas según el cual los cambios actuales de política fiscal actúan como señales de la política futura.

Por su parte, Alesina y Perotti (1997) analizan las experiencias de contracciones fiscales para países de la OCDE, y acotan los factores que determinan su carácter exitoso o fallido (en términos de reducción sostenida del déficit fiscal). Caracterizan una contracción fiscal exitosa como aquella centrada en recortes de gastos públicos, principalmente de carácter primario (transferencias y salarios) y que se traduce en un importante boom de la inversión privada durante y después de la contracción fiscal. Resultados similares obtienen Alesina y Perotti (1995, 1996) y McDermott y Wescott (1996).

En la misma línea, Alesina y otros (1999) hacen un estudio empírico, con un panel de la OCDE, centrado en la respuesta de la inversión privada ante cambios en la política fiscal. Encuentran que los mayores efectos sobre la inversión provienen de cambios en el gasto público primario, en particular los salarios públicos. Muestran evidencia de que dicha política incide sobre los costes laborales, los beneficios privados, la inversión y por consiguiente el crecimiento. En particular, incrementos en los salarios y/o el empleo públicos o las transferencias aumentan la presión salarial, tanto en mercados de trabajo sindicados como competitivos. Los aumentos de impuestos salariales también pueden provocar presiones salariales o caídas en la oferta de trabajo, incidiendo sobre beneficios e inversión.

Finalmente, Blanchard y Perotti (1999) utilizan un modelo ARMA multivariante con series trimestrales estadounidenses y, basándose en las funciones de respuesta a impulsos en las variables de gastos e ingresos públicos, concluyen que:

- ² El consumo privado es desplazado por los impuestos e incentivado por el gasto público, y
- ² La inversión privada es desplazada por el gasto público y en menor medida por los impuestos, con lo que el resultado de una expansión ...scal con presupuesto equilibrado sería negativo. Este resultado, apoyado por los datos, es opuesto al enfoque keynesiano, que prevé efectos de signo contrario de los gastos e impuestos sobre la inversión.

Por tanto, las principales conclusiones respecto de posibles efectos desplazamiento del gasto público sobre la demanda privada serían:

1. La inversión pública parece incentivar la inversión privada (Easterly y Rebelo (1993), Erenburg (1993) o Erenburg y Wohar(1995)), aumentando su productividad (Aschauer (1989b), Argimón y otros (1994, 1996)) y no habiéndose encontrado evidencia de efectos desplazamiento directos (Aschauer (1989b) o Argimón y otros (1994, 1996)).
2. El consumo público no parece afectar la productividad de la inversión privada (Aschauer (1989b), Argimón y otros (1994, 96) al tiempo que podría ejercer un efecto desplazamiento directo sobre la misma (Argimón y otros (1996), Alesina y Perotti (1997), Alesina y otros (1999)), efecto que también ha sido encontrado para el gasto público total (Bairam y Ward (1993), Blanchard y Perotti (1999)).
3. No hay consenso alguno respecto de la existencia o no de efecto desplazamiento del consumo público sobre el consumo privado, habiéndose encontrado resultados de complementariedad (Karras (1994), Amano y Wirjanto (1994)) que implicarían un desplazamiento desde ahorro a consumo privado y también efectos de sustitución (Darby y Malley (1996), Amano y Wirjanto (1994)) que favorecerían la inversión privada.

Estos resultados parecen favorecer de nuevo al gasto público en inversión frente al consumo, como ocurría en términos de crecimiento y productividad (agregada o privada). No obstante, a lo largo de la revisión hemos señalado -secundando las opiniones de otros autores- un conjunto de aspectos que juzgamos de...ciencias o mejoras potenciales de los estudios previos, de entre las que destacamos:

1. La posible existencia de realimentación y dinámica en la relación del gasto público sobre el proceso agregado de producción,
2. La necesidad de analizar partidas desagregadas de gasto público, en la medida en que es plausible intuir efectos diferenciados sobre la producción según la función económica a que vayan destinadas (sanidad, educación, policía, cultura, etc...)

Nuestro propósito a continuación es comprobar si, utilizando partidas desagregadas de consumo público y técnicas econométricas que permitan modelizar adecuadamente aspectos dinámicos y de realimentación, obtenemos resultados que puedan matizar en

algún sentido los de estudios previos. Aunque el análisis es muy sencillo y susceptible de ampliación en varias dimensiones, nos permite cuando menos plantear una duda razonable respecto de los antecedentes empíricos y no dar el tema por agotado.

En el estudio empírico que abrimos a continuación hacemos inicialmente un análisis descriptivo de las series empleadas (procedentes de la Contabilidad Nacional estadounidense), posteriormente estudiamos la posible existencia de cointegración entre las partidas de consumo elegidas y el producto agregado y ...nalmente proponemos sendos modelos de relación para el producto y cada una de las de...niciones de consumo público.

2.3 ANÁLISIS EMPÍRICO DE SERIES DE CONSUMO PÚBLICO ESTADOUNIDENSES

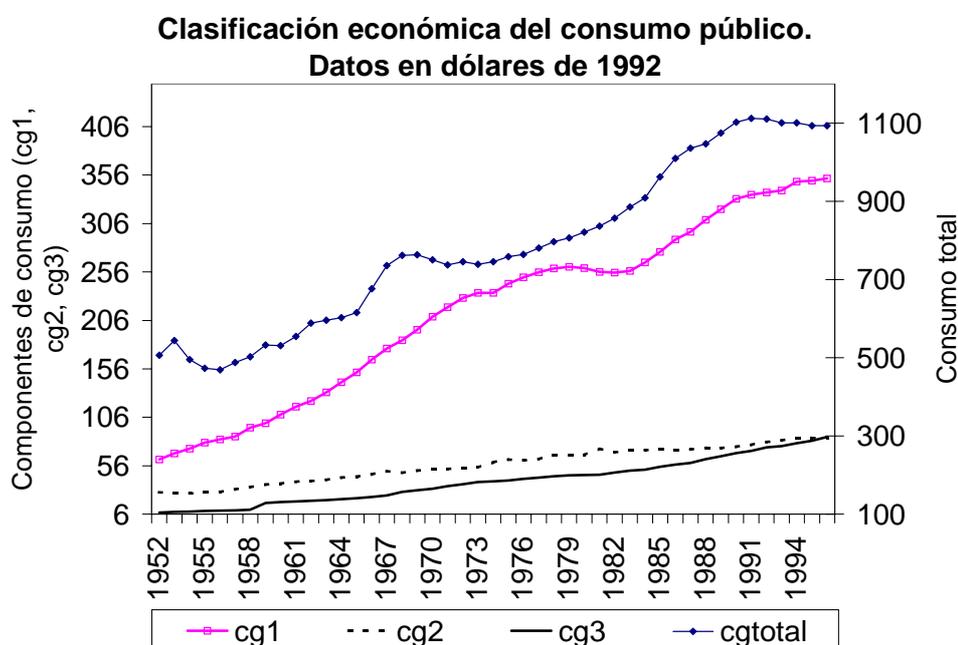
2.3.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS SERIES

Recordamos que los tres subgrupos de consumo público escogidos para el análisis son los siguientes:

- 2 Grupo 1: sanidad y educación.
- 2 Grupo 2: transporte, recursos naturales y energía.
- 2 Grupo 3: policía, seguridad civil y justicia

Como ya hemos indicado, estos tres grupos coinciden con la clasificación hecha por Steven Lin (1994) y también recogen básicamente las partidas o funciones económicas de la actividad pública que la bibliografía precedente ha incluido como infraestructuras (Draper y Herce (1993) o Gramlich (1994)). En los siguientes gráficos plasmamos algunas de las cuestiones que consideramos interesantes en relación a la evolución histórica de las series de consumo público que posteriormente relacionaremos con el PIB.

Evolución temporal series de consumo en términos reales:



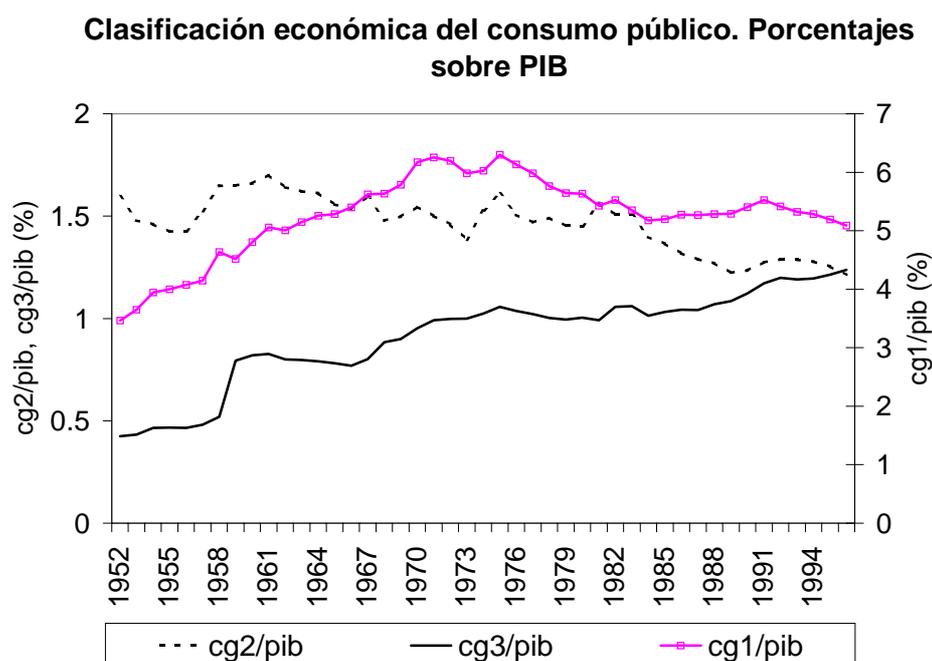
Definición: cg1=sanidad, educac.; cg2=tte,energía,rec.nat; cg3=policía, seg.civil, justicia

En el gráfico podemos observar un crecimiento continuado de las series en términos reales. Ahora bien, no todas las componentes de consumo analizadas han crecido en la misma medida.

La tasa media de crecimiento anual mostrada para el periodo 53-96 son las siguientes (ordenados de mayor a menor):

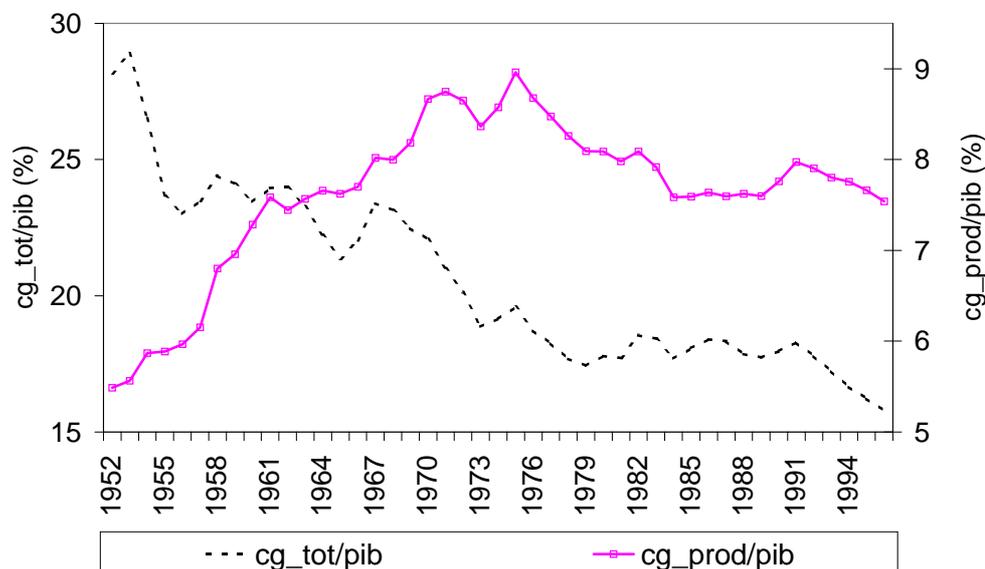
El grupo 3 de consumo (policía, justicia y seguridad civil) ha crecido un 5.5% anual en término medio (si reducimos la muestra al periodo 60-96, para eliminar los efectos del cambio de metodología de 1959, el crecimiento medio se reduce al 4.3%). Le sigue el consumo destinado a funciones de sanidad y educación, que ha crecido un 3.9%. Por último, el consumo empleado en infraestructuras de transporte, energía y recursos naturales ha crecido en media un 2.4% cada año. Como resultado, el consumo público productivo ha crecido un 3.8% anual, dos puntos por encima del consumo público total, que muestra un crecimiento medio del 1.8%. En la medida en que la tasa media de crecimiento del PIB durante este periodo ha sido del 3.2%, podemos concluir que los grupos 1 y 3 de consumo público han debido aumentar su peso en el PIB a lo largo de la muestra analizada mientras que el del grupo 2 ha debido disminuir, como podemos comprobar en los grá...cos que mostramos a continuación.

Porcentajes sobre PIB:



Definición: cg1=sanidad, educac.; cg2=tte,energía,rec.nat; cg3=policía, seg.civil, justicia

Clasificación económica del consumo público. Porcentajes sobre PIB



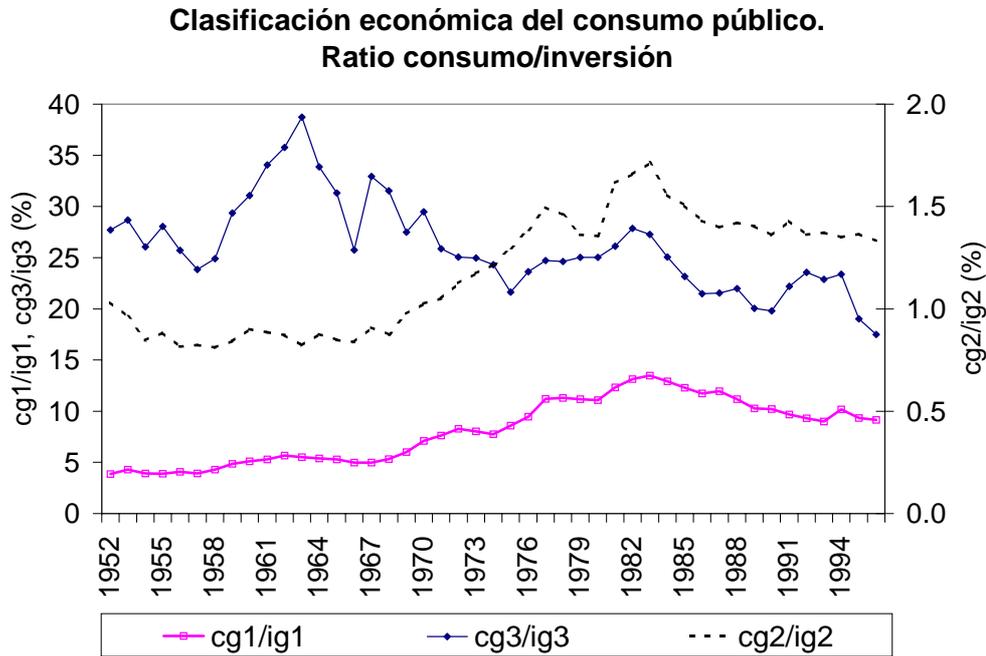
Notas: cg_prod='sanidad, educac.', 'tte, energ, rec.nat.', 'policía, seg.civil y justicia'

Podemos observar que se ha producido de forma continuada una caída de la proporción de consumo público total sobre el PIB desde los años 50.

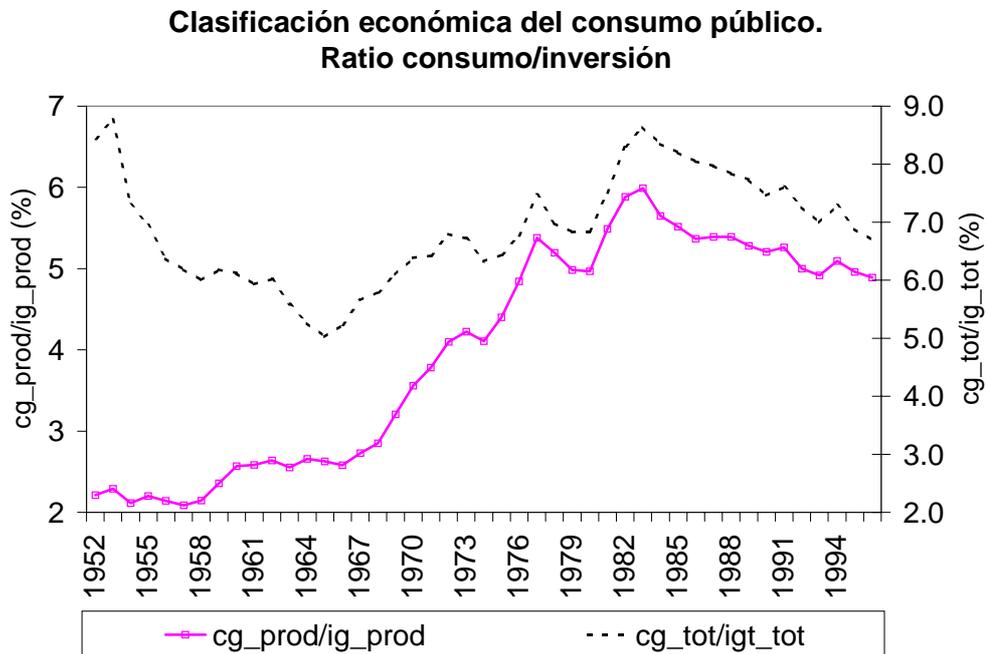
Por su parte, el peso del consumo productivo (suma de los tres grupos considerados) en el PIB aumentó hasta el 75, experimentó una caída de un punto porcentual en el periodo 75 al 81, y ha mantenido cierta estabilidad en los últimos 15 años. Esta estabilidad encierra un comportamiento diferenciado de las distintas componentes de consumo productivo: mientras el peso del gasto en policía, seguridad civil y justicia (grupo 3) ha crecido de forma ininterrumpida, la proporción de gasto sanitario y educativo (grupo 1) se ha mantenido bastante estable. Por su parte, el peso del consumo en infraestructuras de transporte, energía y recursos naturales (grupo 2) ha mostrado una tendencia decreciente respecto de los años 70, aunque parece haberse recuperado desde 1989.

Ratios consumo público/inversión pública:

Resulta interesante completar los datos anteriores con un análisis de si el sector público ha alterado en los últimos 44 años la proporción de gasto que destina a partidas de consumo y de inversión. Para ello, representamos la evolución del ratio entre consumo público e inversión pública, para cada una de las definiciones de consumo analizadas (agregado, grupo1, grupo 2 y grupo 3). Esto es equivalente a preguntarse ¿cuántos dólares de consumo emplea el sector público en cada dólar que invierte?. Es decir, ¿cuántos dólares se gasta en médicos y material sanitario por dólar empleado en la construcción de un nuevo hospital?.



Definición: cg1=sanidad, educac.; cg2=tte,energía,rec.nat; cg3=policía, seg.civil, justicia



Notas: cg_prod='sanidad, educac.', 'tte, energ, rec.nat.', 'policía, seg.civil y justicia'

En los grá...cos observamos que desde 1983 la tendencia seguida por el ratio consumo/inversión ha sido decreciente en términos generales. Y esto, para todas las de...niciones de consumo empleadas. No obstante, parece haberse estabilizado en los últimos años (desde 1989) para los grupos 1 y 2.

A continuación, buscamos evidencia de si la evolución cambiante en el tiempo de las partidas de consumo público ha podido tener repercusiones sobre el crecimiento económico. Para ello planteamos modelos de relación bivalente de cada una de las definiciones de consumo público con el PIB.

2.3.2 RELACIÓN ENTRE CONSUMO PÚBLICO AGREGADO Y PIB

Las series empleadas en este apartado son el PIB y el consumo público total. Este último incluye la suma de consumo federal, consumo estatal y local y el total de gasto en defensa. Hemos incluido esta última variable porque existen evidencias en la literatura empírica de que la inversión militar se comporta de forma similar al consumo público en cuanto a sus efectos sobre el crecimiento económico y la productividad (García-Milá (1987), Aschauer (1989a, b) o Devarajan y otros (96))¹⁹.

Primero se expone el análisis univariante realizado sobre las series, que incluye la formulación de modelos de intervención; posteriormente se realiza un contraste de cointegración entre el consumo público agregado y el PIB y, finalmente se propone un modelo de relación bivalente ARMA para ambas series.

2.3.2.1 ANÁLISIS UNIVARIANTE DE LAS SERIES

En primer lugar, se ha llevado a cabo un análisis de intervención de las series de consumo público agregado y PIB, modelizando aquellos datos considerados anómalos o extremos por su magnitud (por lo general aquéllos superiores a tres veces la desviación típica de la serie estacionaria). Una vez obtenidas las series estocásticas, es decir, una vez eliminadas las componentes deterministas significativas, utilizamos un contraste de Dickey-Fuller ampliado para determinar el orden de integración de las series temporales analizadas.

En la siguiente tabla se muestra el valor del contraste ADF para las primeras diferencias de las series puramente estocásticas (previamente ha sido aceptada la presencia de raíz unitaria para las series en nivel)²⁰. Como el valor del estadístico es claramente inferior a su valor crítico, podemos aceptar ausencia de raíz unitaria para las series en primeras diferencias. Por tanto, aceptamos que el consumo público agregado y el PIB son integradas de orden 1.

Tabla 2.1. Contraste de Raíz Unitaria

\mathcal{V}_t	ADF	Valor crítico
$r \ln \mathcal{P}$	-4.85	-3.60 (p=1, °)
$r \ln \mathcal{C}g$	-4.24	-3.60 (p=1, °)

¹⁹ Desde el punto de vista teórico, el gasto militar tiende a considerarse como un bien público que proporciona utilidad más que como un bien con efecto productivo (Ambler y Paquet (1996)).

²⁰ Formulación del test:

$$r \mathcal{V}_t = \rho + \frac{1}{2} \mathcal{C} \mathcal{V}_{t-1} + \sum_{j=1}^p \mathcal{C} r \mathcal{V}_{t-j} + u_t$$

con: $\mathcal{V}_t = w_0^1 \mathcal{C} \mathcal{V}_t^1 + w_0^2 \mathcal{C} \mathcal{V}_t^2 + \dots + w_0^n \mathcal{C} \mathcal{V}_t^n + \mathcal{V}_t$

En cuanto a los modelos univariantes estimados para el producto agregado y el consumo público total, los valores paramétricos se resumen en la siguiente tabla²¹:

Tabla 2.2. Modelos univariantes

V_t	w_0^1	w_0^2	w_0^3	w_0^4	\hat{A}_1	\hat{A}_2	$\hat{\rho}$	$\hat{\sigma}_a$ (%)	$Q(6)$
lnY	-4.2	-4.0	-5.2		0.39	-0.28	3.2	1.9	0.5
	(1.2)	(1.0)	(1.7)		(0.16)	(0.16)	(0.33)		
	» ¹⁵⁴	» ¹⁵⁸	» ^{E82}						
lnCg	-6.0	-3.8	2.4	2.8	0.48		1.8	2.6	5.7
	(2.0)	(2.0)	(1.9)	(1.9)	(0.14)		(0.75)		
	» ^{E54}	» ^{E55}	» ^{E66}	» ^{E67}					

El modelo univariante estimado implica una tasa de crecimiento media para el PIB del 3,2%, así como raíces complejas, que describen un ciclo de periodo 5.27 años y factor de amortiguamiento 0.53.

2.3.2.2 CONTRASTE DE COINTEGRACION ENTRE EL CONSUMO PUBLICO AGREGADO Y EL PIB

Nos parece relevante plantearnos la siguiente cuestión: ¿existe evidencia de una relación de equilibrio estable en el largo plazo entre la evolución temporal del consumo público total y el PIB?. Es posible tratar de contestar a esta pregunta por procedimientos estadísticos mediante el uso de contrastes de cointegración.

Además, responder a esta cuestión es un paso previo a la modelización bivariante de las series. Si pudiéramos aceptar la presencia de cointegración entre ambas series, sería factible estimar un modelo de relación entre las series de consumo público y PIB en niveles. La estimación de un modelo de corrección del error para series no estacionarias cointegradas es superconsistente, de forma que los procedimientos de inferencia estadística mantienen buenas propiedades.

En caso de que rechazemos la presencia de una relación de cointegración entre ambas series, sería necesario transformarlas previamente en estacionarias, por ejemplo diferen-

²¹ Formulación del modelo univariante:

$$\ln V_t = w_0^1 \epsilon_{t-1}^1 + w_0^2 \epsilon_{t-2}^2 + \dots + w_0^n \epsilon_{t-n}^n + N_t$$

$$(1 - \hat{A}_1 B - \hat{A}_2 B^2) \epsilon_t = a_t$$

Las desviaciones típicas se muestran entre paréntesis, $\hat{\sigma}_a$ es el error estándar de los residuos y $Q(6)$ el estadístico Ljung-Box para el retardo 6 de la acf.

Por último, la formulación de los modelos de intervención es:

$$\begin{aligned} d1; t = 19xx & & d0; t < 19xx \\ \epsilon_t^{1xx} = & & \epsilon_t^{Exx} = \\ b0; t \notin 19xx & & b1; t \in 19xx \end{aligned}$$

ciándolas²². De esta forma, obtendremos procesos estocásticos estables, con media y varianza estable en el tiempo, sobre los que podremos formular un modelo de relación al que aplicar la inferencia estadística estándar.

Utilizamos dos contrastes de cointegración:

2.3.2.2.1. PROCEDIMIENTO DE ENGEL Y GRANGER La intuición que hay detrás de este contraste es que si podemos encontrar una combinación lineal estacionaria a partir de dos series que no son estacionarias, dichas series están cointegradas.

Para ello, se formula y estima la regresión:

$$\ln C_{it} = \alpha_i + \beta_i \ln Y_t + \epsilon_{it}; \text{ para } i=1, 2, 3$$

y se realiza un contraste de raíz unitaria sobre los residuos de la ecuación, ϵ_{it} . Si se acepta que los residuos son estacionarios, el vector de cointegración vendría dado por $(1, -\beta_i)$.

El estadístico de Dickey-Fuller ampliado de los residuos tiene un valor de -1.76. El nivel crítico para estos estadísticos es de -2.93 para una muestra de tamaño 50, y un nivel de significación del 95% (Engle y Yoo, 1986).²³

Como el valor de estadístico ADF es superior a su valor crítico, rechazamos la hipótesis de estacionariedad de los residuos y no encontramos evidencia de una relación de largo plazo entre el consumo público total y el PIB.

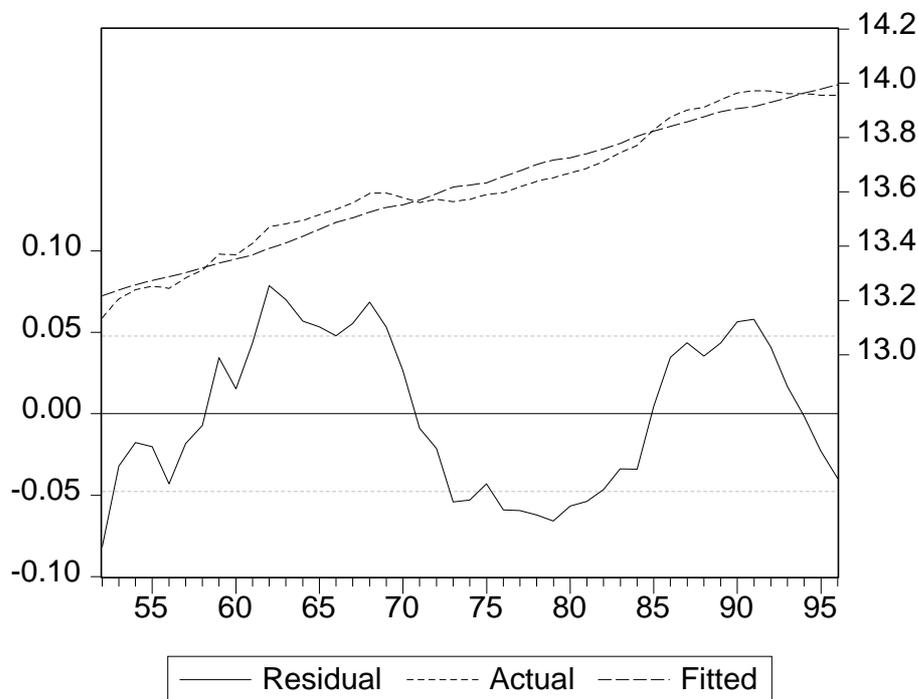
Estas conclusiones del contraste formal son apoyadas por el análisis gráfico de las funciones de autocorrelación simple y parcial de los residuos, que presentan la fuerte persistencia correspondiente a series no estacionarias.

Igualmente, la observación del gráfico temporal de los residuos permite entender por qué no encontramos cointegración entre el consumo público y agregado y el PIB. Hay largos periodos de tiempo en los que el consumo público y el PIB crecen a tasas distintas. Por ejemplo, el consumo crece por encima del PIB entre los años 59 y 71, así como entre el 84 y el 93. En cambio, ocurre lo contrario en los periodos 53-59 y 71-84.

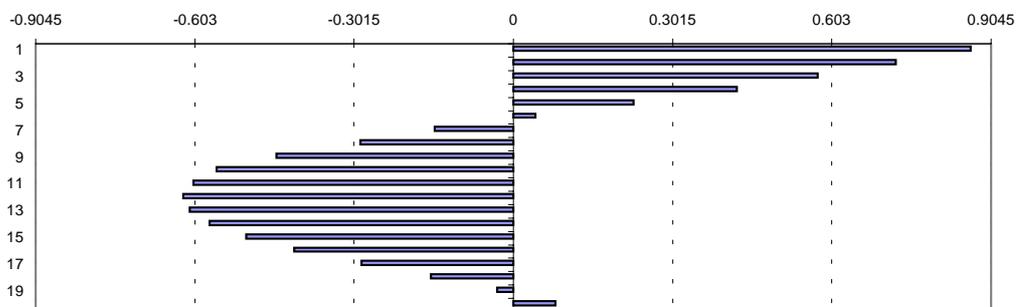
²²Nosotros adoptamos el criterio de diferenciar las series para eliminar la tendencia, lo que supone aceptar la presencia de tendencia estocástica. Pero hay otras alternativas disponibles, como utilizar el método de Hodrick-Prescott o modelizar tendencias deterministas.

²³Este valor crítico no es el estándar para contrastar la existencia de raíz unitaria en una serie sino el correspondiente al residuo de una ecuación de cointegración, y fue tabulado por Engle y Granger (1987) para el caso de un sistema univariante, y generalizado por Engle y Yoo (1986) para un vector de hasta cinco variables.

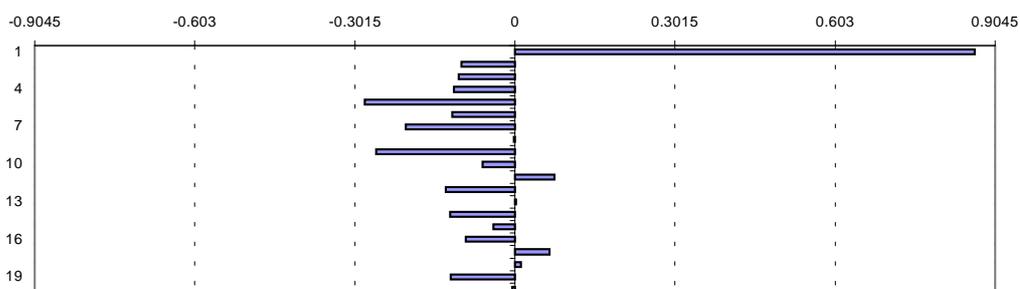
Residuos de la regresión de cointegración entre el consumo público y el PIB:



Función de autocorrelación de los Residuos de la relación de cointegración entre el Consumo Público Agregado y el PIB (bandas: 0.3015)



Función de autocorrelación parcial de los Residuos de la relación de cointegración entre el Consumo Público Agregado y el PIB (bandas: 0.3015)



2.3.2.2.2. PROCEDIMIENTO DE JOHANSEN El contraste de Johansen se basa en formular un modelo de corrección del error para el vector formado por las series y contrastar, mediante un estadístico de razón de verosimilitudes, el número de vectores de cointegración existentes. Existirán tantas relaciones de cointegración como autovalores no nulos de una matriz obtenida como resultado de la maximización de la función de verosimilitud del modelo.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la aplicación del procedimiento de Johansen para el vector formado por el consumo público total y el PIB.

Autovalor	Ratio Verosimilitudes	Valor Crítico (5%)	V.C. (1%)	NºCE
0.125372	7.022148	15.41	20.04	Ninguna
0.036628	1.529933	3.76	6.65	1 Máximo

Los valores para el estadístico de razón de verosimilitudes son inferiores a su valor crítico para los dos autovalores, es decir, no podemos aceptar que haya algún autovalor distinto de cero, y por tanto, el contraste rechaza que haya alguna relación de cointegración para un nivel de significación del 95%.

En cuanto a los resultados previos obtenidos en la literatura, Hsie y Lai (1994) concluyen en base a un contraste de raíz unitaria, que el ratio de Gasto Público Total sobre PIB es estacionario. Esto es equivalente a haber encontrado un vector de cointegración (1, -1) entre las series de PIB y Gasto sobre PIB. No obstante, este resultado no es contradictorio con el nuestro si el consumo público no está cointegrado con el gasto público, hecho que parecen sustentar los datos. En el apéndice (2.5.2) se muestra el gráfico para el ratio consumo/gasto junto con las funciones de autocorrelación simple y parcial. El contraste ADF realizado sobre este ratio acepta la presencia de una raíz unitaria, y por tanto, evidencia en contra de que exista una relación de cointegración entre el consumo público y el gasto total.

Los contrastes de Engel y Granger y de Johansen rechazan la existencia de una relación de largo plazo entre el consumo público y el PIB, lo cual hace inapropiada la formulación de un modelo de relación entre el nivel de las series. Por ello, necesitamos proponer un modelo entre las series previamente convertidas en estacionarias mediante una diferenciación de primer orden.

2.3.2.3 MODELO DE RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO PÚBLICO AGREGADO Y EL PIB

Para la elaboración del modelo bivariante autorregresivo seguimos las siguientes etapas:

1. Estimación de modelos para órdenes desde cero a un p suficientemente elevado para garantizar que las funciones de autocorrelación y de correlación cruzada de los residuos resultantes no tengan parámetros significativamente distintos de cero. Es decir, verificamos que estamos modelizando todas las relaciones dinámicas y de realimentación del vector de las series.

2. Cálculo de estadísticos de adecuación del modelo, de dos tipos:
 - 2 Contrastes basados en Estadísticos de Criterios de Información
 - 2 Contraste basado en ratio de verosimilitudes
3. Estimación del modelo, empleando el orden resultante de la etapa anterior.
4. Diagnóstico de los residuos, para contrastar si son ruido blanco.

La formulación general de un VAR de orden p para el vector formado por el consumo agregado y el PIB es:

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} C_t \\ Y_t \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} A_{11}^1 & A_{12}^1 \\ A_{21}^1 & A_{22}^1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_{t-1} \\ Y_{t-1} \end{pmatrix} + \dots + \begin{pmatrix} A_{11}^p & A_{12}^p \\ A_{21}^p & A_{22}^p \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_{t-p} \\ Y_{t-p} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \epsilon_t^{cg} \\ \epsilon_t^y \end{pmatrix} \quad (2.6)
 \end{aligned}$$

Con matriz de Varianzas y Covarianzas:

$$X = \begin{pmatrix} \sigma_{\epsilon_t^{cg}}^2 & \sigma_{\epsilon_t^{cg}\epsilon_t^y} \\ \sigma_{\epsilon_t^{cg}\epsilon_t^y} & \sigma_{\epsilon_t^y}^2 \end{pmatrix}$$

Siendo:

$$\begin{aligned}
 \ln V_t &= w_0^1 \epsilon_t^1 + \dots + w_0^n \epsilon_t^n + \epsilon_t \\
 \text{para } : V_t &= f(C_t; Y_t)^0; \text{ y } \epsilon_t = f(C_t; Y_t)^0 \quad (2.7)
 \end{aligned}$$

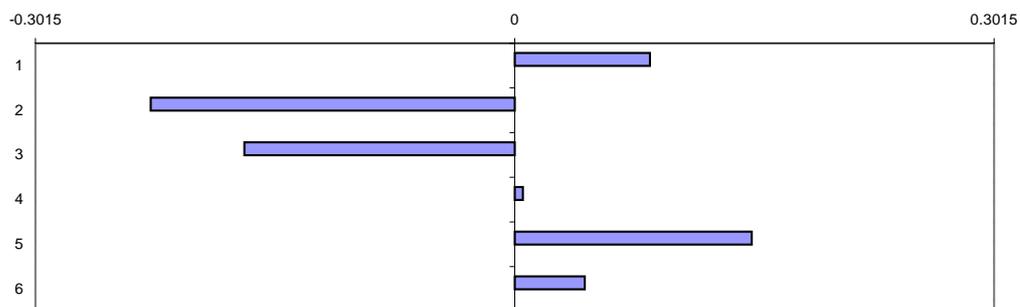
Alternativamente, el modelo (2.6) puede representarse como:

$$\begin{pmatrix} 1 & -A_{11}^1 B & \dots & -A_{11}^p B^p \\ & -A_{12}^1 B & \dots & -A_{12}^p B^p \\ & -A_{21}^1 B & \dots & -A_{21}^p B^p \\ & 1 & -A_{22}^1 B & \dots & -A_{22}^p B^p \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_t \\ Y_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \epsilon_t^{cg} \\ \epsilon_t^y \end{pmatrix}$$

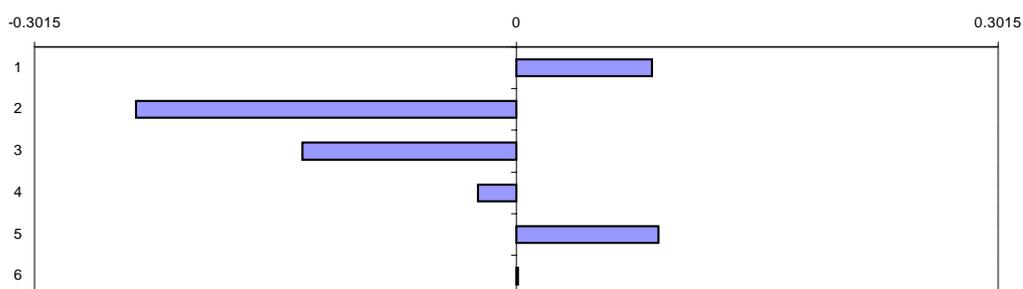
En el apéndice se muestran en sucesivas tablas los parámetros estimados por Máxima-Verosimilitud Exacta para vectores autorregresivos de órdenes 0 a 3, así como las matrices de varianzas y covarianzas de los residuos de cada uno de los modelos y las diagnósicos de ruido blanco para los residuos resultantes de ajustar un VAR(3). En base a esto último podemos fijar el retardo de orden 3 como cota superior para la selección del modelo de relación adecuado entre el consumo público y el PIB.

Seguidamente realizamos una serie de contrastes estadísticos (basados en el Criterio de Información -AIC y FPE- y de Ratio de Verosimilitudes) para la selección del orden adecuado para el vector autorregresivo entre el consumo público total y el PIB (cuyos resultados se muestran también en apéndices). Los estadísticos de Criterio de Información (AIC, FPE) nos llevarían a elegir el primer orden para el VAR. En cambio, si relajamos el nivel de signi...cación al 90%, el contraste de ratio de verosimilitudes nos llevaría a aceptar un orden tres para el VAR. Lütkepohl (1995) documenta la tendencia de los criterios de información a escoger modelos más parsimoniosos que el basado en la razón de verosimilitudes. Como estamos interesados en recoger todas aquéllas relaciones entre las variables que resulten signi...cativas, consideramos más ventajosa la elección basada en el contraste LR. Adicionalmente, si ajustamos un VAR(1) queda estructura autorregresiva en el modelo del PIB y del consumo público como se puede observar en los siguientes grá...cos correspondientes a las funciones de correlación simple y parcial del PIB.

Función de autocorrelación de los Residuos del PIB resultantes de ajustar un VAR(1) con el Consumo Público Agregado (bandas: 0.3015)



Función de autocorrelación parcial de los Residuos del PIB resultantes de ajustar un VAR(1) con el Consumo Público Agregado (bandas: 0.3015)



Por los motivos expuestos decidimos ajustar un VAR(3) y anular sucesivamente aquellos parámetros que resulten no signi...cativos.

Los contrastes (funciones de correlación cruzada y de ratio de verosimilitudes, que se muestran en apéndices) permiten concluir que los residuos resultantes de la estimación del VAR(3) con la tasa de crecimiento del consumo público y la del PIB son ruido blanco. Por tanto, no resta dinámica por modelizar y podemos considerar como adecuado el modelo de relación que mostramos a continuación.

Modelo de relación estimado: En forma matricial, el modelo de...nitivo queda expresado de la siguiente manera (desviaciones típicas entre paréntesis):

$$\begin{pmatrix} 1 & 0:54 B_1 & 0:26 B^3 \\ (0:12) & (0:12) & (0:12) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0:25 B_1 & 0:27 B^3 \\ (0:17) & (0:15) & (0:15) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \epsilon_{gt} & 6:15 \\ (1:26) & \epsilon_t^{cg} \\ 3:17 & \epsilon_t^y \\ (0:26) & \end{pmatrix}$$

Siendo ϵ_{gt} y ϵ_t las variables depuradas de datos anómalos, definidas en la ecuación (2.7).

La matriz de varianzas y covarianzas estimada para los residuos del modelo es:

$$\begin{pmatrix} 3:797 & 0:879 \\ 0:879 & 2:640 \end{pmatrix}$$

y la correlación entre los residuos de ambas series: $\text{corr}(\epsilon_t^{cg}; \epsilon_t^y) = 0:879 / \sqrt{3:797 \cdot 2:640} = 0:278$:

Las principales conclusiones que podemos extraer del análisis del modelo de relación obtenido son las siguientes:

En primer lugar, encontramos una correlación contemporánea negativa entre la tasa de crecimiento del consumo público y la del PIB (véase matriz de varianzas y covarianzas).

Por otro lado, encontramos efectos retardados de la tasa de crecimiento del consumo público sobre la tasa de crecimiento del PIB. Con un retraso de dos años, un aumento en la tasa de crecimiento del consumo público supone caídas de la tasa de variación del producto agregado, mientras que el signo del efecto se invierte cuando han transcurrido 3 años desde el aumento de la tasa de crecimiento del consumo, siendo su magnitud similar a la de retardo 2.

Adicionalmente, obtenemos un efecto positivo de la tasa de crecimiento del PIB sobre el consumo público que actúa con cierto retardo (después de 1 y 3 años).

En el siguiente apartado analizamos cómo los resultados en términos de modelo dinámico se plasman en la evolución temporal de la tasa de crecimiento del PIB ante un impulso positivo de duración anual en la tasa de crecimiento del consumo público. También haremos una breve comparación de los resultados que hemos obtenido con los de la literatura previa.

Funciones de respuesta del crecimiento del PIB a un impulso en la tasa de crecimiento del consumo público agregado: Las funciones de respuesta al impulso nos muestran el efecto a lo largo del tiempo sobre la variable i de un cambio en la variable j de duración un periodo. En el caso de que exista correlación contemporánea no nula entre las perturbaciones aleatorias, es necesaria una ortogonalización previa de la matriz de varianzas y covarianzas del sistema. De no hacerlo así, estaríamos obviando la existencia de efectos instantáneos sobre la variable j de perturbaciones que afectan a la variable i .

La ortogonalización de la matriz de varianzas y covarianzas implica la necesidad de que el investigador defina el orden de causalidad instantánea entre las variables, lo que supone pasar de un sistema en forma reducida a uno en forma estructural. Para definir

el orden de causalidad instantánea deberá basarse en hipótesis a priori, en nuestro caso, extraídas de la teoría económica.

El supuesto que empleamos sobre la dirección de causalidad contemporánea entre consumo y PIB es que dicha dirección actúa desde el consumo hacia el PIB y no al revés. Es decir, se impone exogeneidad contemporánea del consumo respecto del PIB. Dicho de otra forma, suponemos que el incremento anual de las partidas de consumo público para el año t se determinan en el instante $t - 1$, antes de que se pueda conocer la realización para t y_t . Vamos a emplear esta hipótesis de identificación en todos los modelos bivariantes estimados.

Esta restricción sobre la correlación contemporánea resulta plausible en base a la práctica presupuestaria estadounidense (y del conjunto de países industrializados), según la cual el incremento anual del consumo público viene determinado por presupuestos de gasto público elaborados y anunciados en el ejercicio anterior a su ejecución, y por tanto, antes de que se conozca la evolución del PIB. Nuestra hipótesis de identificación implica que el gobierno se compromete a cumplir el presupuesto anunciado, supuesto que no se aleja mucho de una realidad en la que los gobiernos desean garantizar la credibilidad futura de la política económica.

Existen antecedentes en la literatura que utilizan hipótesis de identificación similares. Por ejemplo, Flores y Pereira (1993) o Flores y otros (1998), imponen la exogeneidad de la tasa de crecimiento anual del stock de capital público respecto de la tasa de crecimiento anual del vector formado por la producción privada, el empleo privado y el stock de capital privado. Igualmente, Blanchard y Perotti (1999) utilizan la exogeneidad contemporánea de los gastos e ingresos públicos respecto del PIB, en un sistema con series de frecuencia trimestral.

Parece poco dudosa la utilización de la hipótesis de exogeneidad de la política pública respecto del producto en datos de frecuencia trimestral (como en Blanchard y Perotti (1999)) o en datos de inversión pública (como en Flores y otros (1998)). Pero nuestro caso no coincide con estos trabajos en la frecuencia de los datos o en la naturaleza del gasto público empleado. En relación a la frecuencia de los datos, parece mucho menos probable la respuesta de la política fiscal dentro de un cuatrimestre a perturbaciones no anticipadas en el crecimiento económico (requiere de la elaboración previa de propuestas fiscales, aprobación ejecutiva e implementación) que en el periodo anual. Respecto de la naturaleza de la partida de gasto público analizada, también parece menos probable la desviación respecto del presupuesto anual en el caso de inversiones públicas que en el de gastos corrientes.

Ahora bien, así como las partidas de transferencias corrientes son posiblemente alteradas con facilidad dentro del ejercicio anual según el comportamiento económico, la parte más importante del consumo público (sueldos de funcionarios y personal) está predeterminado en los presupuestos del ejercicio anterior, y resultan por tanto, inelásticos a perturbaciones no anticipadas del PIB.

Cabe por tanto, imaginar que dentro del periodo anual predominará la respuesta del producto agregado a perturbaciones no anticipadas del consumo público sobre la respuesta en la dirección opuesta. Por ejemplo, un aumento en el sueldo de los funcionarios -anunciado al final de $t - 1$ y ocurrido en t - se traducirá probablemente en un incremento de su demanda de consumo en t . En cambio, parece poco factible que el

presupuesto de gastos en profesorado y material de un colegio público responda en el año t a una perturbación inesperada de r y_t , dada la inercia institucional existente en el sector público.

La hipótesis de identificación que utilizamos nosotros para la matriz de varianzas y covarianzas contemporánea es equivalente a la que resultaría de aplicar la llamada factorización de Choleski, colocando como primera variable del vector al consumo público y como segunda variable al PIB.

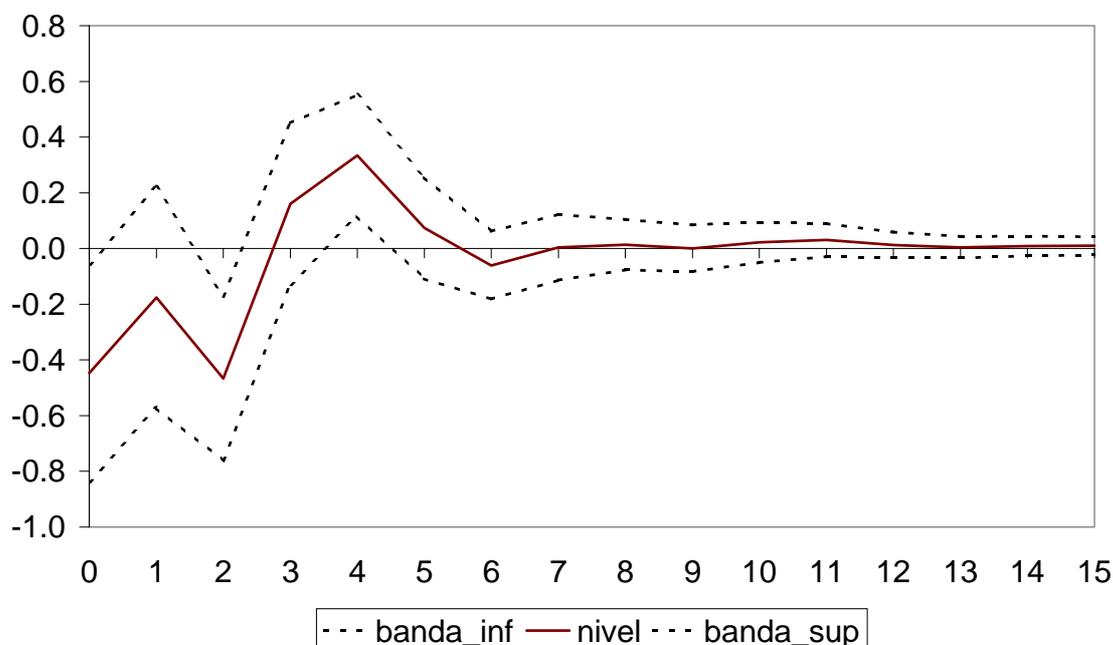
La matriz de Choleski que define el efecto instantáneo sobre las variables del sistema de una perturbación de tamaño una desviación típica es:

$$P = \begin{pmatrix} 1:9305 & 0 \\ 0:4471 & 1:5465 \end{pmatrix}$$

siendo el elemento $(i; j)$ el efecto sobre la variable i de una perturbación en la variable j , para $i; j = 1, 2$ del vector $\mathcal{V}_t = f\mathcal{C}_t; \mathcal{Y}_t g^0$.

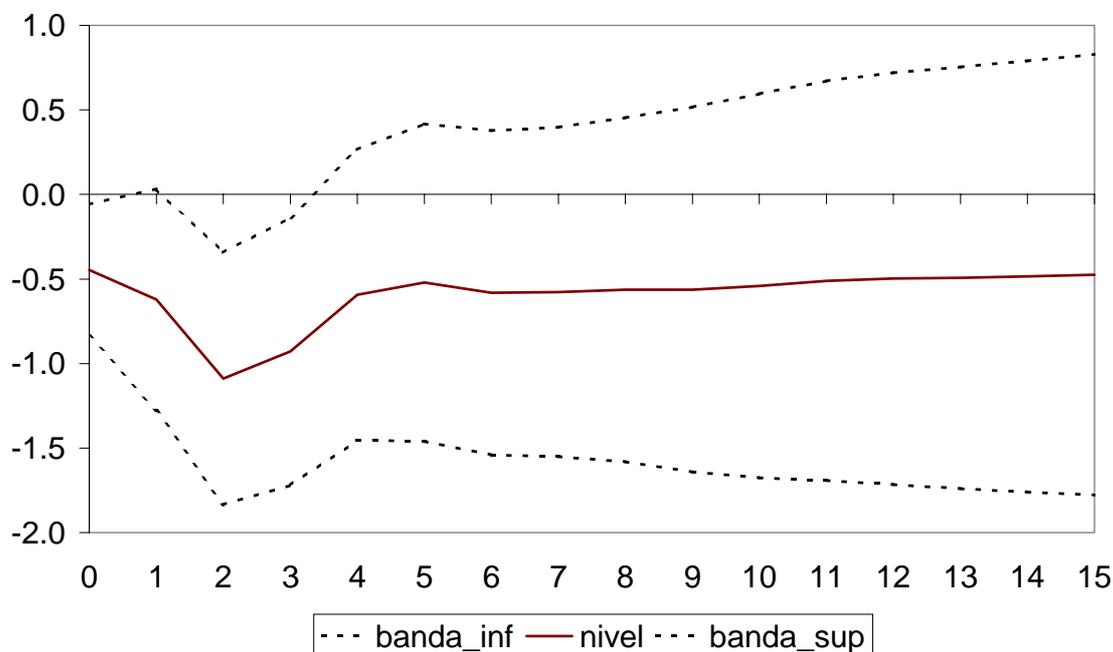
A continuación se muestran dos gráficos con la respuesta de la tasa de crecimiento del PIB ante un cambio de duración un periodo en la tasa de crecimiento del consumo público agregado, junto con las bandas de confianza para un nivel de significación del 90%.²⁴ El primer gráfico representa el efecto individual en cada momento del tiempo, mientras que el gráfico segundo muestra el efecto acumulado desde el momento del cambio hasta el horizonte n . El tamaño de la perturbación es igual a la desviación típica de los residuos de la variable perturbada.

Función de Respuesta del PIB a Impulso en el Consumo Público. Bandas al 90%



²⁴Las bandas de confianza que aparecen en el gráfico representan el 90% de la distribución correspondiente al estadístico FRI, obtenidas como $S1:64\%_{FRI}$, habiéndose empleado la expresión analítica para la varianza asintótica del estadístico (ver Lütkepohl (1993), capítulo 3).

Función de respuesta acumulada del PIB a impulso en el Consumo Público. Bandas al 90%



En la representación gráfica de las FRI vemos plasmado lo que concluimos a partir de la representación analítica del modelo de relación: un efecto instantáneo negativo del consumo sobre el PIB (resultante de la hipótesis de identificación empleada para la dirección de la causalidad contemporánea entre las variables), y efectos en el corto plazo que, en términos acumulados, tienen signo negativo y magnitud mayor que la del efecto instantáneo.

La magnitud del efecto instantáneo es, en valor absoluto, algo menor de la cuarta parte del tamaño de la perturbación del consumo público. El efecto de mayor magnitud, de signo negativo, se produce en el segundo año después de la perturbación y supone casi el 30% de la magnitud de ésta. El efecto a largo plazo, valor al que converge la función de respuesta acumulada en el infinito, es de signo negativo aunque no significativo, y de magnitud similar a la del impacto inicial.

Respecto del efecto instantáneo de signo negativo, este resultado puede interpretarse como evidencia de que existe un efecto desplazamiento del consumo público sobre la demanda privada de inversión y consumo (si suponemos una economía cerrada), y que dicho desplazamiento es superior al propio incremento que se produce en el consumo público.

En la medida en que relacionamos el consumo con el PIB agregado no podemos saber en qué medida este resultado refleja desplazamientos del consumo privado (lo que aportaría evidencia de que el consumo público actuaría como sustitutivo del consumo privado, en la línea de los resultados obtenidos por Kormendi (1983) o Aschauer (1985)²⁵) y/o desplazamientos de la inversión privada (como ha sido encontrado por

²⁵ Hay que indicar, no obstante, que existe una total falta de acuerdo sobre la naturaleza comple-

Argimón, González-Páramo y Roldán (1994) o Bairam-War (1993) para el consumo público y Blanchard-Perotti (1999) para el gasto público total).

En relación al efecto retardado positivo que la tasa de crecimiento del PIB ejerce sobre la tasa de crecimiento del consumo público (ver modelo en forma matricial), este resultado puede equipararse con lo que la literatura de crecimiento del tamaño del sector público ha explicado como la naturaleza de bien superior para los bienes públicos, formulada en la llamada Ley de Wagner. Esta ley implicaría que incrementos en la riqueza (representada aquí como el PIB) suponen aumentos en la demanda del bien público. Este resultado ha sido encontrado previamente por Hsieh y Lai (1994) para EEUU, que encuentra evidencia de causalidad de Granger de la tasa de crecimiento del PIB sobre el ratio Gasto Público/PIB. Anteriormente, Lin (1994) encontró evidencia de efectos positivos del crecimiento del PIB sobre el incremento del gasto público para un panel de países desarrollados.

Debido a la heterogeneidad de variables y metodologías empleadas, resulta difícil comparar nuestros resultados con los de estudios previos, pero existen numerosos trabajos en la literatura de regresiones de crecimiento que documentan efectos negativos del consumo público sobre el crecimiento del producto. Casi todos ellos emplean el consumo público como ratio sobre el PIB, bien en nivel o su tasa de crecimiento (Grier y Tullock (198(199), Landau (1983, 86), Barro (1991) o Barro y Sala-i-Martin (1995)). En algunos de estos trabajos, emplean el consumo neto de educación y/o defensa. Como contraejemplos, los trabajos de Ram (1986), Steven Lin (1994) o Devarajan y otros (1996), encuentran efectos positivos de la tasa de crecimiento del consumo público sobre la tasa de crecimiento del PIB. El primero ha recibido críticas de endogeneidad de las variables explicativas de gasto público empleadas. Por su parte, Lin analiza un corte transversal de países y tras corregir de endogeneidad encuentra evidencia de efectos expansivos, en el corto plazo, de la tasa de crecimiento del consumo público sobre la del PIB. El último obtiene efectos positivos retardados del total de gastos públicos corrientes (consumo más transferencias, como proporción del PIB) para un panel de países en vías de desarrollo.

Dentro de la metodología multivariante cabe citar los trabajos de García-Milá (1987), Hsieh y Lai (1994) o Blanchard y Perotti (1999). No obstante, aunque también analizan Estados Unidos, emplean otras variables de sector público. Respectivamente: gastos públicos federales, proporción de gasto público total sobre PIB y gastos públicos totales. Nosotros hemos decidido emplear como variable explicativa sólo el consumo público porque motivamos nuestro trabajo como una forma de contrastar la idoneidad de políticas públicas de reducción indiscriminada del consumo público corriente.

García-Milá (1987) encuentra un multiplicador instantáneo positivo menor que uno para los gastos federales, que equipara al gasto público no productivo. Los resultados los obtiene para las series trimestrales en niveles (sin eliminar ningún tipo de tendencia) y no para su tasa de crecimiento. Por su parte, Blanchard y Perotti (1999) encuentran, con datos trimestrales, un efecto expansivo menor que uno sobre la tasa de crecimiento del PIB para incrementos del gasto público ...nanciados con impuestos. No obstante, después de cuatro trimestres, el efecto es no signi...cativo. Más en nuestra línea, con

mentaria o sustitutiva del consumo público sobre el consumo privado (ver Shawn Ni (1995) para una revisión).

datos anuales para EEUU, Hsieh y Lai (1994) obtienen un efecto inicial²⁶ negativo del tamaño del gasto público (proporción sobre PIB) sobre la tasa de crecimiento del PIB, que se extiende en los primeros años después del cambio.

2.3.3 RELACIÓN ENTRE PARTIDAS PRODUCTIVAS DEL CONSUMO PÚBLICO Y EL PIB.

En esta sección replicamos el análisis llevado a cabo con el consumo público agregado para los grupos de consumo formulados en el apartado de objetivos: "sanidad y educación" (grupo 1), "transporte, energía y recursos naturales" (grupo 2) y "policía, seguridad civil y administración de justicia" (grupo 3). Como hemos comentado en el apartado de objetivos, podemos equiparar estos grupos de gasto a lo que la literatura ha entendido como funciones productivas de la actividad pública.

2.3.3.1 ANÁLISIS UNIVARIANTE DE LAS SERIES

En primer lugar, se ha realizado el análisis de intervención de las series, modelizando los datos anómalos. Rechazamos la presencia de raíz unitaria²⁷ en la tasa de variación de las series estocásticas (una vez eliminadas las componentes deterministas). Por tanto, todas las series son integradas de orden 1. La única que presentaba dudas era el grupo 1 de consumo, pero resulta claramente I(1) cuando se modeliza un cambio permanente en la tasa de crecimiento de la serie a partir de 1971, cuando cae desde un 6.6% hasta un 1.9%.²⁸

Tabla 2.3. Contraste de Raíz Unitaria

V_t	ADF	Valor crítico
$r \ln Cg^1$	-4.54	-3.59 (p=1,°)
$r \ln Cg^2$	-5.35	-3.59 (p=0,°)
$r \ln Cg^3$	-3.96	-3.59 (p=0,°)

Por su parte, los modelos univariantes se recogen en la tabla inferior²⁹:

²⁶Como ordena las variables situando primero la tasa de crecimiento del PIB y en segundo lugar el ratio Gasto Público/PIB, el efecto del segundo sobre la primera empieza a partir del primer año después de haberse producido la perturbación.

²⁷Formulación del test: $r V_t = \rho + \frac{1}{2} \alpha V_{t-1} + \sum_{j=1}^p \alpha_j r V_{t-j} + u_t$

con: $V_t = w_0^1 \epsilon_t^1 + w_0^2 \epsilon_t^2 + \dots + w_0^n \epsilon_t^n + V_t$

²⁸El contraste de estabilidad paramétrica para el nivel medio de la tasa de crecimiento del consumo tipo 1 aparece en el apéndice (2.5.4). También se muestra el contraste realizado para el consumo tipo 2, que presentaba algunas dudas, pero se acepta la hipótesis nula de estabilidad.

²⁹Las desviaciones típicas se muestran entre paréntesis. La importante magnitud del escalón ϵ^{E59} para Cg^3 recoge un cambio de metodología en la contabilidad nacional, ya que comienza a contabilizarse el gasto realizado en seguridad civil.

La formulación de los modelos univariantes es la siguiente:

$$\ln V_t = w_0^1 \epsilon_t^1 + w_0^2 \epsilon_t^2 + \dots + w_0^n \epsilon_t^n + N_t$$

Tabla 2.4. Modelos univariantes

V_t	w_0^1	w_0^2	w_0^3	w_0^4	\hat{A}_1	\hat{A}_2	1	$\%_a(\%)$	$Q(6)$
$\ln Cg^1$	-1.9 (0.75) » ^{I54}	3.8 (0.66) » ^{I58}	-4.3 (0.69) » ^{R71}		.67 (0.16)	-.33 (0.15)	6.4 (0.55)	1.4	2.3
$\ln Cg^2$	5.2 (2.3) » ^{E57}	-4.0 (1.5) » ^{I68}	6.9 (2.3) » ^{E74}	8.1 (1.4) » ^{I81}	.25 (0.14)		2.1 (0.47)	2.3	4.8
$\ln Cg^3$	2.7 (0.80) » ^{I55}	43.9 (1.4) » ^{E59}	9.1 (1.4) » ^{E68}		.47 (0.14)		4.2 (0.42)	1.5	3.0

$$(1 - \hat{A}_1 B - \hat{A}_2 B^2) \nabla [r N_t - 1] = a_t$$

siendo $\%_a$ el error estándar de los residuos, $Q(6)$ el estadístico Ljung-Box para el retardo 6 de la acf. Finalmente, los modelos de intervención se definen de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} & d1; t = 19xx & d0; t < 19xx & d0; t < 19xx \\ \nabla_t^{Ixx} = & & ; \nabla_t^{Exx} = & ; \nabla_t^{Rxx} = \\ & b0; t \notin 19xx & b1; t \in 19xx & bt + 1; 19xx; t \in 19xx \end{aligned}$$

2.3.3.2 CONTRASTE DE COINTEGRACIÓN ENTRE PARTIDAS PRODUCTIVAS DE CONSUMO PÚBLICO Y PIB

Para contrastar la posible relación de cointegración entre las series de consumo y el PIB utilizamos de nuevo los contrastes de Engel y Granger y de Johansen.

2.3.3.2.1 CONTRASTE DE ENGEL Y GRANGER Estimamos un conjunto de regresiones de las variables de consumo sobre el PIB, y posteriormente analizamos la estacionariedad de los residuos de dichas ecuaciones. Si éstos son estacionarios, habría evidencia de una relación de cointegración. En caso contrario, dicha relación sería -inexistente, lo que haría inconsistentes las estimaciones de un modelo de las series en niveles.

Estimación de las relaciones de cointegración entre las partidas productivas de consumo público y el PIB:

Estimamos las siguientes regresiones:

$$\ln \hat{C}_g^i = \beta_{i,y} \ln \hat{Y} + \epsilon_t^i ; \text{ para } i=1, 2, 3$$

siendo \hat{C}_g^i ; \hat{Y} las series depuradas de componentes deterministas (media y modelos de intervención), tal y como han sido definidos en la tabla que formula los modelos univariantes.

La siguiente tabla muestra el valor de los contrastes Dickey-Fuller Ampliado y de Phillips-Perron de raíz unitaria de los residuos ϵ_t^i :

Consumo	ADF(ϵ_t^i)	PP(ϵ_t^i)
\hat{C}_g^1	-2.28	-1.78
\hat{C}_g^2	-1.43	-1.63
\hat{C}_g^3	-2.35	-2.33

El nivel crítico para estos estadísticos es de -2.93 para una muestra de tamaño 50, y un nivel de significación del 95% (Engle y Yoo, 86).

En todos los casos podemos aceptar la presencia de raíz unitaria en los residuos, y por tanto, la ausencia de una relación de cointegración entre el consumo público y el PIB. Esto implica la necesidad de estimar el modelo bivalente para las series en primeras diferencias, ya que la estimación en niveles sería inconsistente.

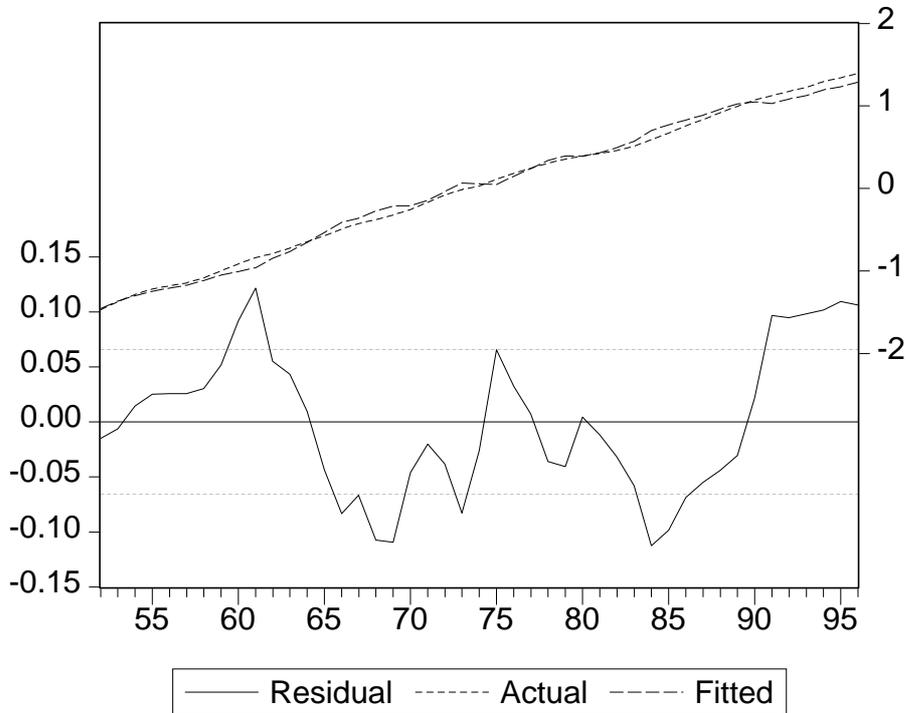
El resultado del contraste formal resulta apoyado por el análisis de las funciones de autocorrelación para los residuos de las ecuaciones de cointegración, que presentan el perfil típico de una serie no estacionaria, con una fuerte persistencia (son significativos los coeficientes de autocorrelación para retardos superiores a 10).

En los gráficos adjuntos puede obtenerse una explicación intuitiva de por qué se rechaza la hipótesis de cointegración entre las series de consumo empleadas y el PIB. Como en el caso del consumo público total, en los tres casos analizados hay periodos de tiempo muy largos en los que el consumo público crece sostenidamente por encima

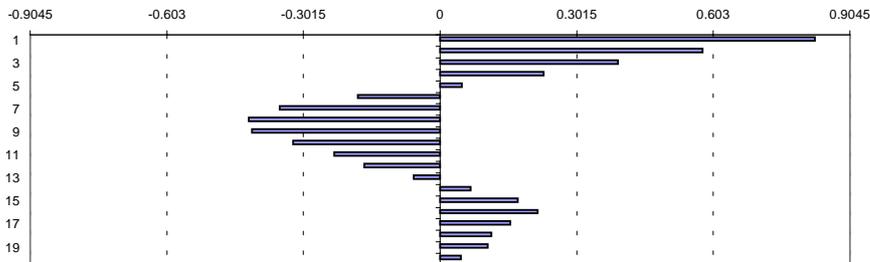
o por debajo del PIB. Por ejemplo, el consumo en sanidad y educación (tipo 1) crece por debajo del PIB en las décadas 1964 a 1974 y 1981 a 1990, mientras que crece en media por encima del PIB en el periodo 1990-1996. Por su parte, el consumo destinado a transporte, energía y recursos naturales (tipo 2) crece por encima del PIB en las casi tres décadas que transcurren entre 1958 y 1983, y por debajo del PIB en el resto de la muestra.

El rechazo de la hipótesis de cointegración implica adoptar la estimación de los modelos bivariantes de relación entre los tres tipos de consumo y el PIB utilizando las primeras diferencias de las series.

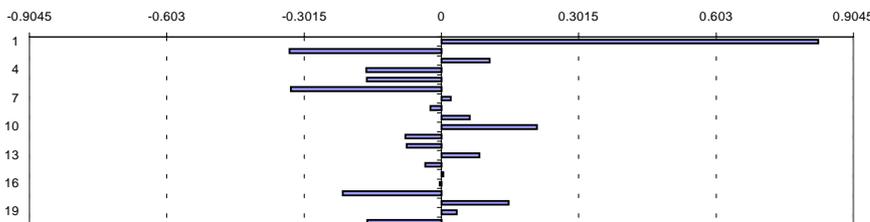
Residuos de la regresión de cointegración entre el consumo en sanidad y educación (grupo 1) y el PIB:



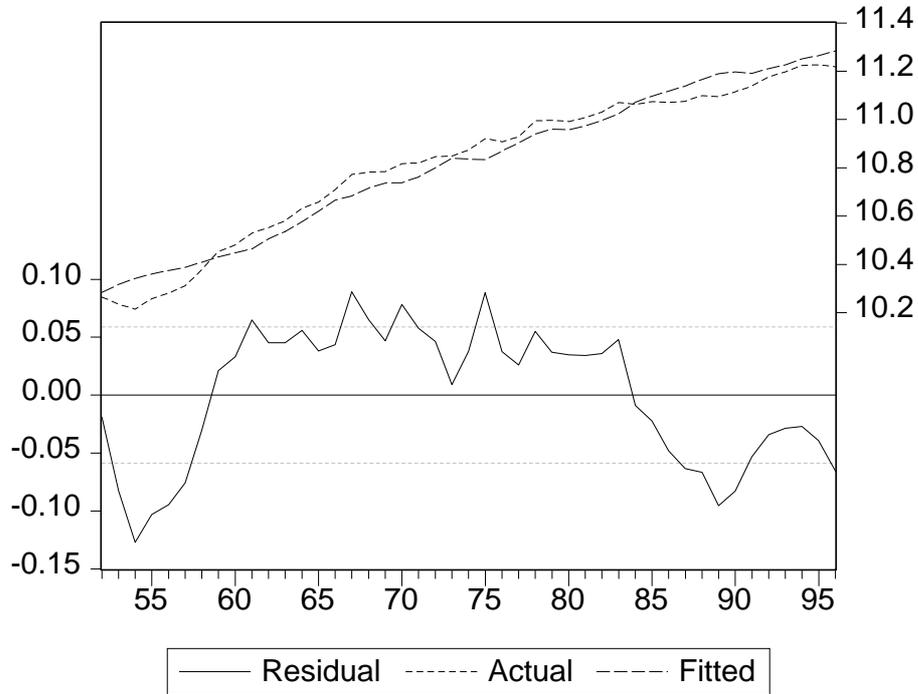
Función de autocorrelación de los Residuos de la relación de cointegración entre el consumo público en sanidad y educación y el PIB (bandas: 0.3015)



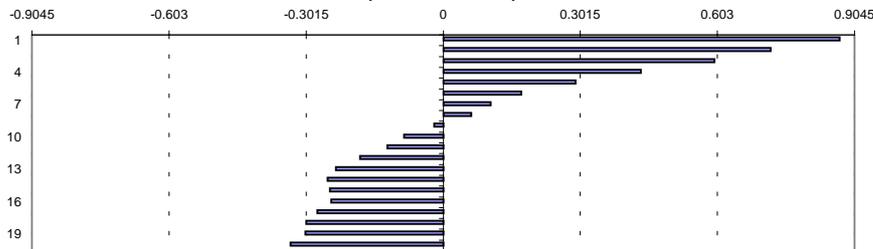
Función de autocorrelación parcial de los Residuos de la relación de cointegración entre el consumo público en sanidad y educación y el PIB (bandas: 0.3015)



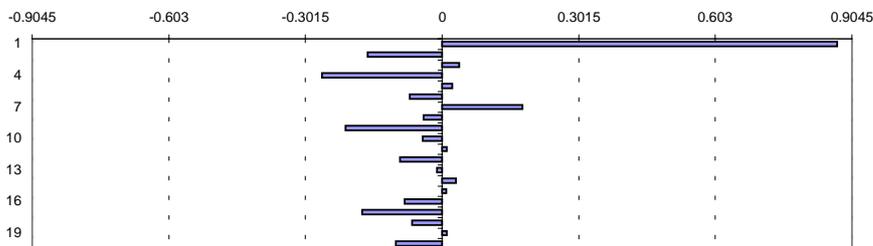
Residuos de la regresión de cointegración entre el consumo en infraestructuras de transporte, energía y recursos naturales (grupo 2) y el PIB:



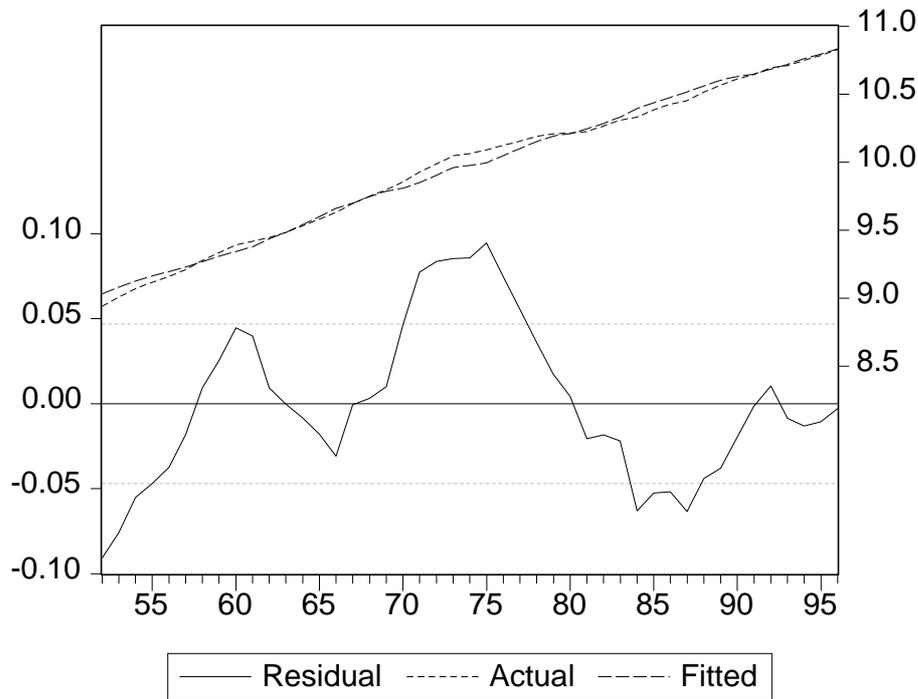
Función de autocorrelación de los Residuos de la relación de cointegración entre el consumo público en transporte, energía y rec. naturales y el PIB (bandas: 0.3015)



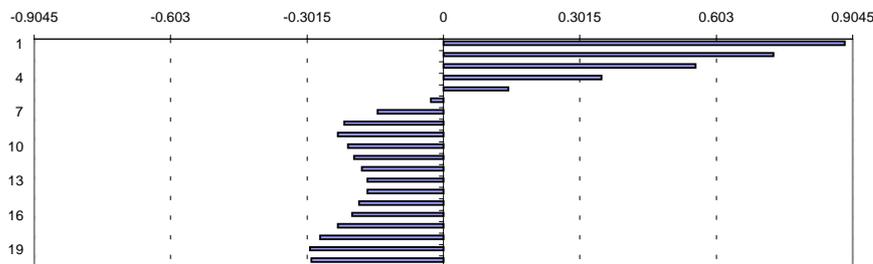
Función de autocorrelación parcial de los Residuos de la relación de cointegración entre el consumo público en transporte, energía y rec.naturales y el PIB (bandas: 0.3015)



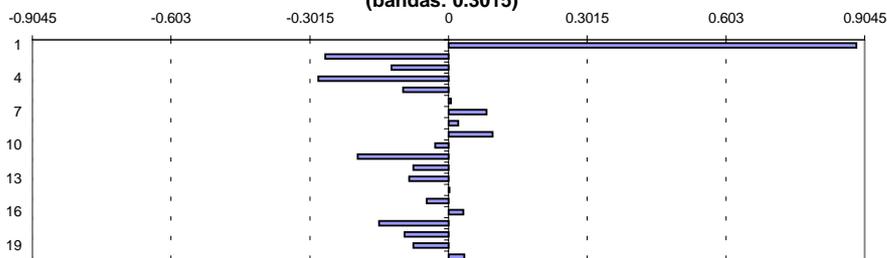
Residuos de la regresión de cointegración entre el consumo en policía, seguridad civil y justicia (grupo 3) y el PIB:



Función de autocorrelación de los Residuos de la relación de cointegración entre el consumo público en policía y adm. justicia y el PIB (bandas: 0.3015)



Función de autocorrelación parcial de los Residuos de la relación de cointegración entre el consumo público en policía y adm. justicia y el PIB (bandas: 0.3015)



2.3.3.2.2 CONTRASTE DE JOHANSEN A continuación se muestran los contrastes de cointegración de Johansen entre cada uno de los tres tipos de consumo público y el PIB.

a) Consumo tipo 1 (sanidad y educación)

Autovalor	Ratio Verosimilitudes	V. C. (5%)	V.C. (1%)	N°CE
0.085178	4.522	15.41	20.04	Ninguna
0.018467	0.783	3.76	6.65	1 Máximo

b) Consumo tipo 2 (transporte, energía y recursos naturales)

Autovalor	Ratio Verosimilitudes	Valor Crítico (5%)	V.C. (1%)	N°CE
0.308081	21.872	15.41	20.04	Ninguna
0.141423	6.4041	3.76	6.65	1 Máximo

c) Consumo tipo 3 (policía y justicia)

Autovalor	Ratio Verosimilitudes	Valor Crítico (5%)	V.C. (1%)	N°CE
0.175235	10.960	15.41	20.04	Ninguna
0.018467	2.878	3.76	6.65	1 Máximo

Para los consumos tipo 1 y 3, el estadístico de R.V. acepta que los dos autovalores son nulos, y por tanto, se rechaza que exista relación de cointegración a un nivel de significación del 5%, apoyando el resultado obtenido en el contraste de Engel y Granger.

Para el consumo tipo 2, el contraste de R.V. acepta la existencia de dos relaciones de cointegración (los dos autovalores distintos de cero) a un nivel de significación del 5%. En la medida en que sólo puede haber un máximo de $n_j - 1$ relaciones de cointegración, siendo n el número de variables en el sistema, este resultado no es razonable desde el punto de vista teórico y por tanto, no es interpretable. En cualquier caso, el contraste de Engel y Granger nos permite rechazar la hipótesis de cointegración de forma clara.

Una vez comprobado que los residuos resultantes de ajustar un vector de orden tres al sistema son ruido blanco (función de correlación cruzada, contraste de razón de verosimilitudes para los vectores autorregresivos estimados con los residuos), pasamos a utilizar los estadísticos estándar para la elección del orden adecuado del VAR.

En base a dichos contrastes (recogidos también en el apéndice) podemos concluir que el orden 2 es el más adecuado para el modelo bivalente (igualmente se ha comprobado que los residuos resultantes de ajustar el orden 2 son ruido blanco). El ajuste de un orden 2 al vector formado por el consumo tipo 1 y el PIB se muestra a continuación.

Modelo de relación no restringido: La formulación matricial del modelo bivalente estimado es la siguiente (desviaciones típicas entre paréntesis):

$$\begin{pmatrix} 1 & 0:70 B + 0:37 B^2 \\ (0:16) & (0:17) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0:031 B & 0:10 B^2 \\ (0:13) & (0:13) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_{cg,t} & 6:52 \\ (0:31) & \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} 1 & 0:25 B + 0:19 B^2 \\ (0:18) & (0:17) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0:35 B & 0:25 B^2 \\ (0:15) & (0:14) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_{\varphi,t} & 3:22 \\ (0:28) & \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta y_t \\ \Delta y_t \end{pmatrix}$$

siendo φ la serie corregida de componentes deterministas (modelos de intervención).

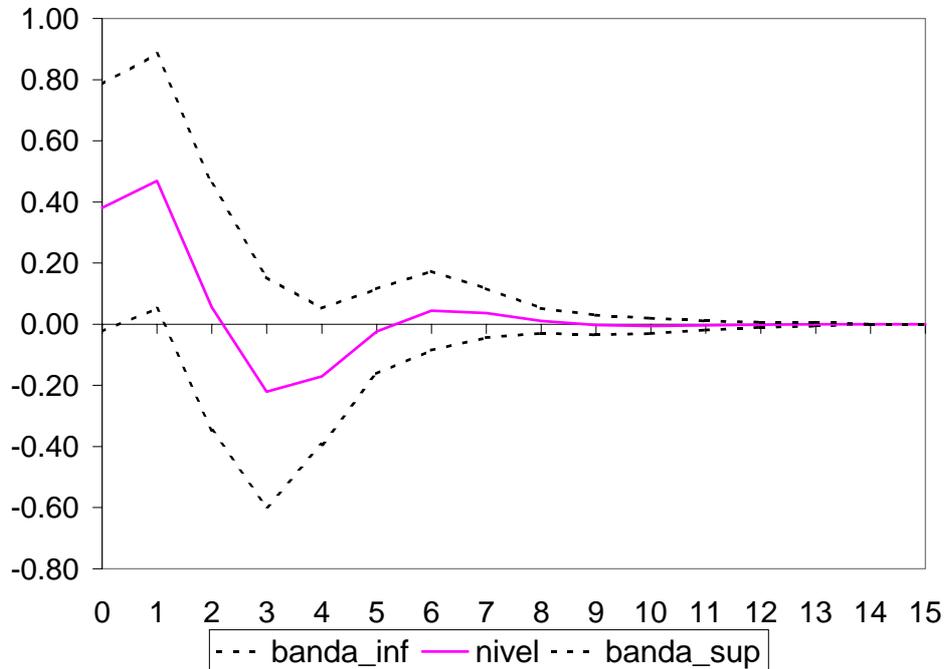
La signi...catividad de los parámetros \hat{A}_{21}^1 y \hat{A}_{21}^2 , que determinan el efecto retardado, uno y dos periodos respectivamente, de $r \ln c_{g,t-1}$ sobre $r \ln y_t$, es del 82% y el 71%. Podemos por tanto aceptar que existen efectos no despreciables de cambios en la tasa de crecimiento del consumo público destinado a funciones de sanidad y educación sobre la tasa de crecimiento del producto. Posteriormente realizamos una estimación restringida, igualando a cero algunos parámetros no signi...cativos del modelo, lo que permite un incremento de la signi...catividad de estos parámetros que modelizan el efecto cruzado retardado del consumo sobre el producto.

A continuación mostramos las funciones de respuesta de la tasa de crecimiento del producto ante un impulso en la tasa de crecimiento del consumo público destinado a sanidad y educación.

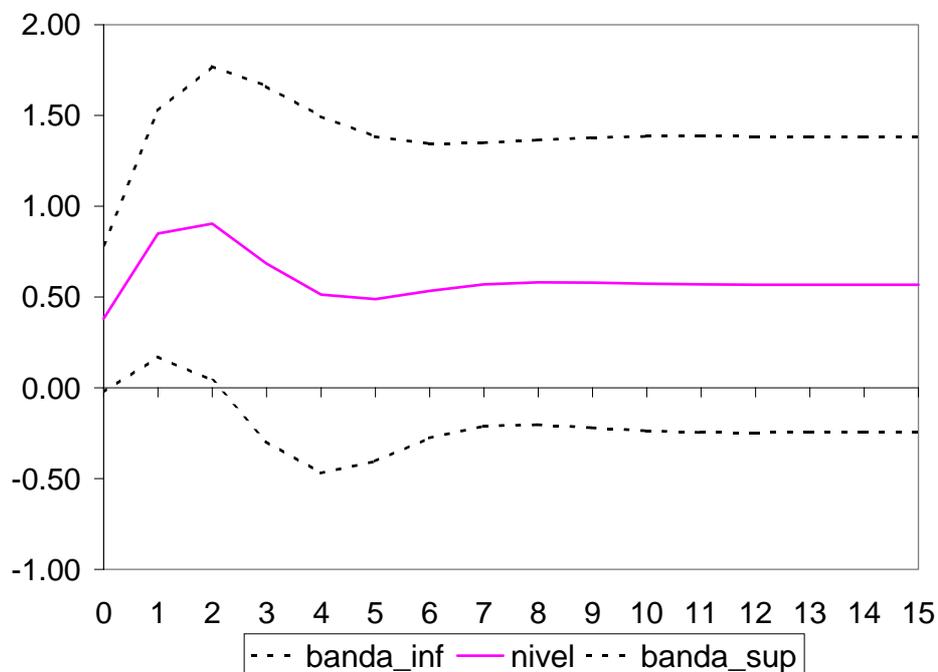
Funciones de respuesta de la tasa de crecimiento del PIB ante un impulso en la tasa de crecimiento del consumo público en sanidad y educación. De nuevo, las funciones de respuesta corresponden a las perturbaciones ortogonalizadas mediante la factorización de Choleski de la matriz de varianzas y covarianzas. Hemos empleado la misma hipótesis de identi...cación para la correlación contemporánea que en el caso del consumo público total: el efecto contemporáneo va desde el consumo público en sanidad y educación hacia el PIB.

A continuación se muestran dos grá...cos con la respuesta de la tasa de crecimiento del PIB ante un cambio de duración un periodo en la tasa de crecimiento del consumo tipo 1 (sanidad y educación), junto con las bandas de con...anza para un nivel de signi...cación del 90%. El primer grá...co representa el efecto individual en cada momento del tiempo, mientras que el grá...co tipo dos muestra el efecto acumulado desde el momento del cambio hasta el horizonte n.

Función de Respuesta del PIB a Impulso del Consumo público en sanidad y educación. Bandas al 90%



Función de Respuesta Acumulada del PIB a Impulso del Consumo en sanidad y educación. Bandas al 90%



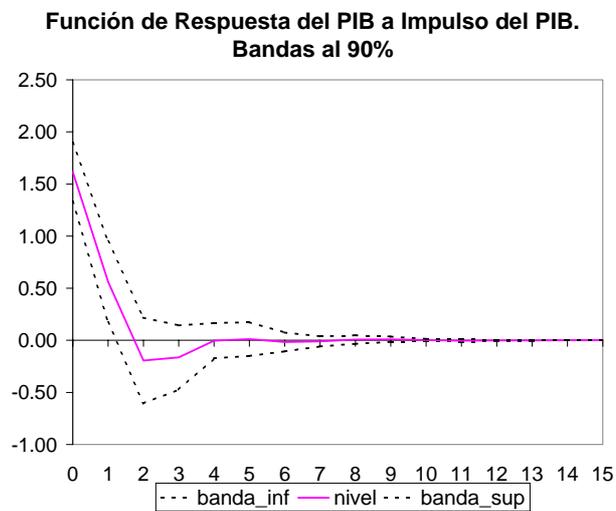
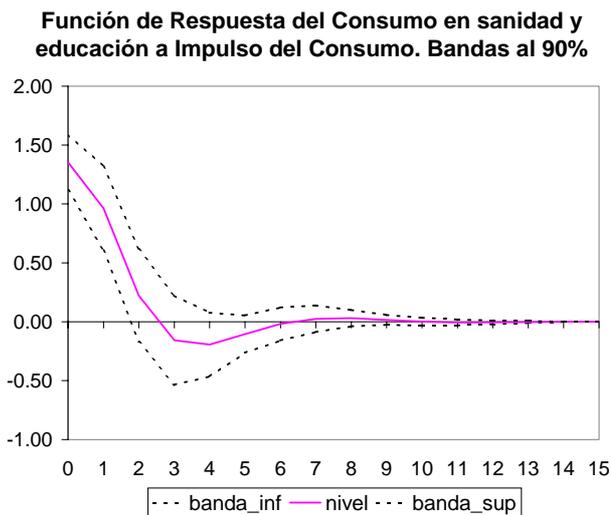
De los grá...cos anteriores podemos concluir que cambios en la tasa de crecimiento del consumo público destinado a funciones de educación y sanidad, tienen efectos sobre

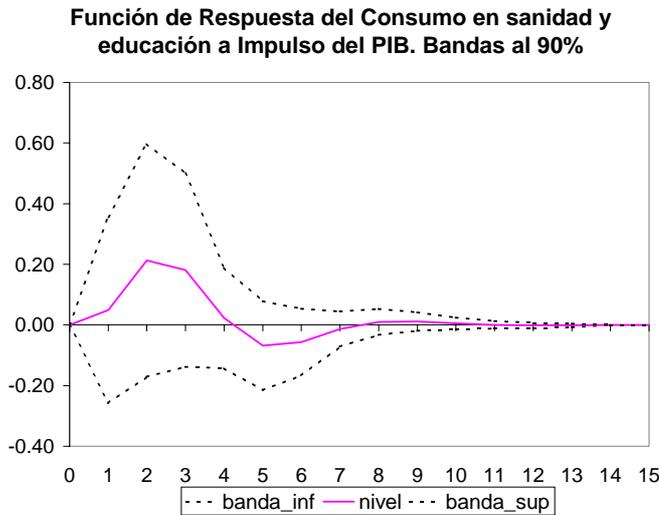
la tasa de crecimiento del PIB signi...cativamente distintos de cero.

El efecto contemporáneo es distinto de cero para un nivel de signi...cación ligeramente inferior al 90%. Por su parte, el efecto cuando ha transcurrido un año desde que se produjo el impulso sí es signi...cativo al 90%. En términos de respuesta acumulada, podemos comprobar que existen efectos signi...cativamente distintos de cero para los retardos primero y segundo.

Si analizamos también las respuestas de cada variable ante un impulso en ella misma y la respuesta del consumo ante un cambio en el PIB podemos extraer las siguientes conclusiones:

- 2 todas las respuestas presentan una persistencia máxima de un año después de que se haya producido la perturbación
- 2 la respuesta del consumo de tipo 1 ante un impulso en el PIB es nula





Basándonos en la no significatividad de la Función de Respuesta del Consumo a un Impulso de duración anual en la tasa del crecimiento del PIB, junto con la no significatividad de los parámetros autorregresivos que modelizan el efecto retardado del PIB sobre el consumo público, planteamos un contraste de exogeneidad del consumo público basado en un ratio de verosimilitudes (recogido en apéndice).

En base al contraste realizado aceptamos la hipótesis de exogeneidad, es decir, podemos aceptar que no perdemos mucha información al prescindir de r y para explicar el comportamiento de r_{cg1} . La implicación de este resultado es que no encontramos evidencia de que el sector público tenga en cuenta la tasa de crecimiento del producto agregado cuando define su política de incrementos anuales del consumo público destinado a funciones de sanidad y educación.

Este resultado apoya la hipótesis de identificación que empleamos para el cálculo de las FRI: si la tasa de crecimiento del consumo no reacciona de forma retardada a cambios en la tasa de crecimiento del PIB, parece poco probable que reaccione dentro del mismo periodo anual. También parece lógico este resultado en la medida que el consumo empleado en este subconjunto de funciones públicas (sanidad y educación) corresponde en su mayor parte a pago de sueldos y salarios, cuyo importe está predeterminado en presupuestos anuales aprobados en el ejercicio precedente e inalterables en su mayoría dentro del periodo de ejecución.

Modelo de relación restringido (consumo exógeno respecto del PIB): En este caso, la formulación matricial del modelo restringido queda (desviaciones típicas entre paréntesis):

$$\begin{pmatrix} 1 & 0.71 & B & + & 0.34 & B^2 \\ & (.15) & & & (.15) & \end{pmatrix} \quad 0 \quad \begin{pmatrix} 3 & 2 \\ 7 & 6 \\ 5 & 4 \end{pmatrix} r_{cg1} \quad \begin{pmatrix} 3 & 2 & 3 \\ 6 & 58 & \\ & (.48) & \\ 7 & = & 4 \end{pmatrix} \begin{matrix} \gg_t^{cg1} \\ \\ \gg_t^y \end{matrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0.26 & B & + & 0.18 & B^2 \\ & (.17) & & & (.17) & \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 0.34 & B & + & 0.27 & B^2 \\ & (.15) & & & (.14) & \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 3 & 2 \\ 7 & 6 \\ 5 & 4 \end{pmatrix} r_{\varphi_t} \quad \begin{pmatrix} 3 & 2 & 3 \\ 6 & 20 & \\ & (.26) & \\ 7 & = & 4 \end{pmatrix} \begin{matrix} \gg_t^{cg1} \\ \\ \gg_t^y \end{matrix}$$

La matriz de varianzas y covarianzas estimada para los residuos del modelo es:

$$\begin{pmatrix} 1.865 & 0.510 \\ 0.510 & 2.739 \end{pmatrix}$$

ρ y la correlación entre los residuos de ambas series: $\text{corr}(y^{cg1}; y) = 0.510 = \frac{0.1865}{0.2739} = 0.226$:

Se ha realizado también la estimación del modelo restringiendo a cero el parámetro \hat{A}_{21}^2 , ya que el ratio t de significación individual es prácticamente 1, pero ello supone empeorar la función de correlación cruzada, por lo que se ha decidido dejar dicho parámetro en el modelo.

Para contrastar la significatividad conjunta de \hat{A}_{21}^1 y \hat{A}_{21}^2 , es decir, la significatividad de los efectos retardados de los incrementos anuales del consumo público en sanidad y educación (consumo tipo 1) sobre la tasa de crecimiento del PIB, se ha realizado un contraste de ratio de verosimilitudes, que se expone a continuación.

La hipótesis nula formula un modelo restringido en el que la tasa de crecimiento del PIB no viene explicada por la tasa de crecimiento del consumo público (salvo en una dimensión contemporánea), es decir, bajo la hipótesis nula \hat{A}_{21}^1 y \hat{A}_{21}^2 son cero. Bajo la hipótesis alternativa dichos parámetros son distintos de cero, y por tanto, el consumo público ayuda a explicar la tasa de crecimiento agregada:

$$H_0 : \hat{A}_{21}^1 = \hat{A}_{21}^2 = 0$$

$$H_1 : \hat{A}_{21}^1; \hat{A}_{21}^2 \neq 0$$

El estadístico de ratio de verosimilitudes se formula como:

$$\lambda_{LR} = T \left[\ln |S_{Uj}^r| - \ln |S_{Uj}| \right] \frac{1}{2} \hat{A}^2(N)$$

siendo $|S_{Uj}^r|$ y $|S_{Uj}|$ los determinantes de la matriz de varianzas y covarianzas de los residuos para los modelos restringido y no restringido, respectivamente, y N el número de restricciones impuestas al modelo (en este caso, $N = 2$).

El valor del estadístico de ratio de verosimilitudes para nuestro modelo es el siguiente:

$\lambda_{LR} = 55.47$, claramente superior al valor crítico de la $\hat{A}^2(2)$ al 95%, 5.99. Por tanto, podemos rechazar la hipótesis nula (modelo restringido), y aceptar la significatividad conjunta de los parámetros autorregresivos que representan el efecto retardado de la tasa de crecimiento del consumo en sanidad y educación sobre la tasa de crecimiento del PIB.

A partir de los resultados obtenidos podemos concluir que existe evidencia de:

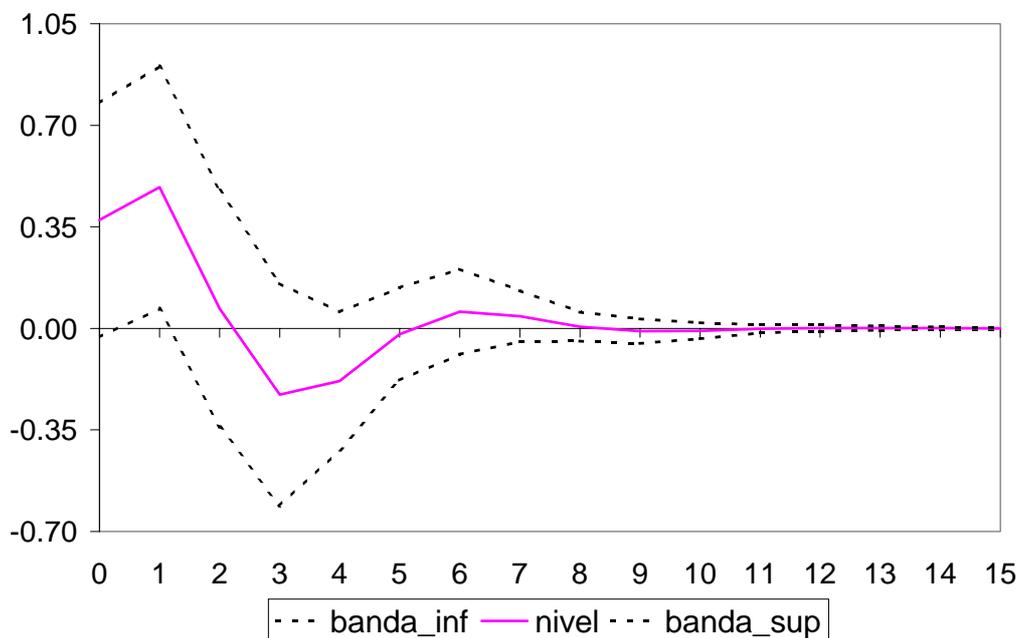
- 2 Una correlación contemporánea positiva entre la tasa de crecimiento del consumo público en sanidad y educación y la tasa de crecimiento del PIB, significativamente distinta de cero con una probabilidad del 87%.
- 2 Un efecto retardado predominantemente positivo de la tasa de crecimiento del consumo público sobre la tasa de crecimiento del PIB, representado por el parámetro \hat{A}_{21}^1 , distinto de cero con una probabilidad de significación individual también del 87% (el efecto que ocurre con dos años de retraso, aunque negativo, es claramente no significativo).

Estos resultados se plasman en la evolución dinámica de la tasa de crecimiento del consumo ante una perturbación anual de la tasa de crecimiento del consumo del grupo 1, que se muestra en las siguientes funciones de respuesta al impulso.

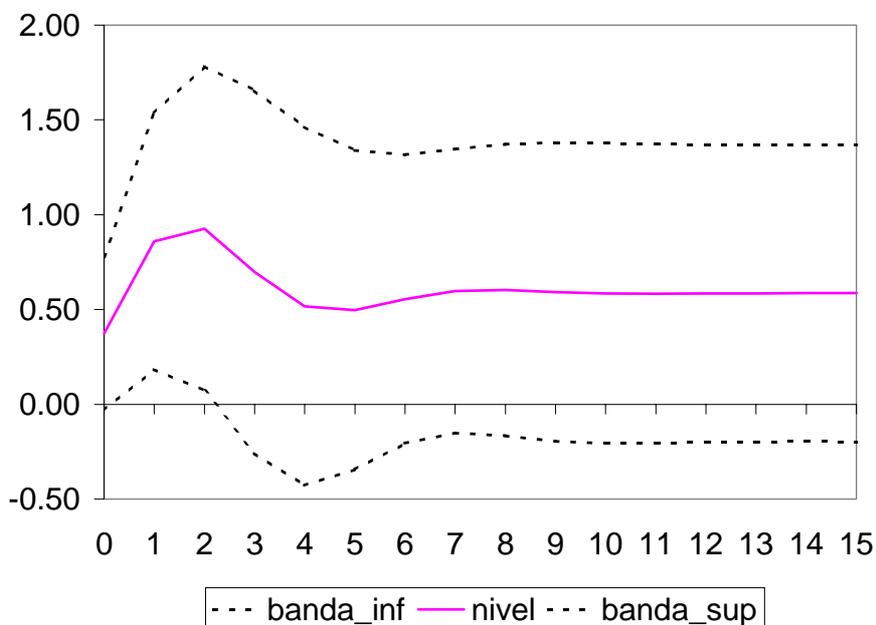
Funciones de respuesta de la tasa de crecimiento del PIB a un impulso en la tasa de crecimiento del consumo en sanidad y educación (modelo con consumo exógeno): La matriz triangular inferior correspondiente a la factorización de Choleski, que muestra el efecto instantáneo sobre las variables del sistema de una perturbación de tamaño igual a una desviación típica, es en este caso:

$$P = \begin{pmatrix} 1:3658 & 0 & 5 \\ 0:3732 & 1:6124 & 0 \end{pmatrix}$$

Función de Respuesta del PIB a Impulso del Consumo en sanidad y educación. Consumo exógeno. Bandas al 90%



Función de Respuesta Acumulada del PIB a Impulso del Consumo en sanidad y educación. Consumo exógeno. Bandas al 90%



Los resultados en términos de FRI o en términos de los parámetros estimados, no varían excesivamente respecto de la estimación no restringida, aunque aumenta la significatividad y la estimación puntual de las respuestas calculadas.

El efecto instantáneo es distinto de cero con un nivel de significación del 87%, y la respuesta individual con un retardo de un periodo es significativamente distinta de cero al 90%. Por su parte, las respuestas acumuladas son significativas en los retardos 1 y 2.

La magnitud del efecto instantáneo sobre la tasa de crecimiento del PIB (0.37) es aproximadamente un 32% de la magnitud de la perturbación producida en la tasa de crecimiento del consumo (1.17). El efecto a largo plazo, es positivo aunque no significativo y de magnitud 1.6 veces la del efecto inicial. Los efectos más importantes del consumo en sanidad y educación sobre el crecimiento agregado se producen con un cierto retraso (1 y 2 años para la respuesta individual y acumulada respectivamente, de tamaños 43% y 82% de la perturbación en el consumo).

En base a los resultados anteriores (significatividad de los parámetros autorregresivos, significatividad de las funciones de respuesta a impulso para distintos retardos) podemos concluir que existen efectos positivos no nulos de cambios en la tasa de crecimiento de los gastos de consumo público destinados a funciones de sanidad y educación sobre la tasa de crecimiento agregada, medida a través del crecimiento del PIB.

El efecto positivo contemporáneo del gasto educativo ha sido obtenido previamente por bastantes trabajos en la literatura, aunque utilizando todo el gasto en educación, no sólo la componente de consumo, y en la mayoría de los casos emplean el ratio de gasto sobre PIB. Entre ellos, podemos destacar los trabajos de Barro (1991), para un corte transversal de países en el marco de las regresiones de crecimiento o Mankiw, Romer y

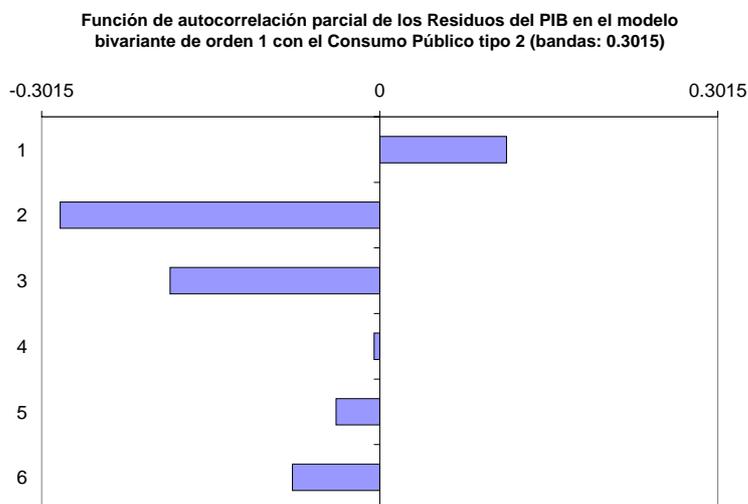
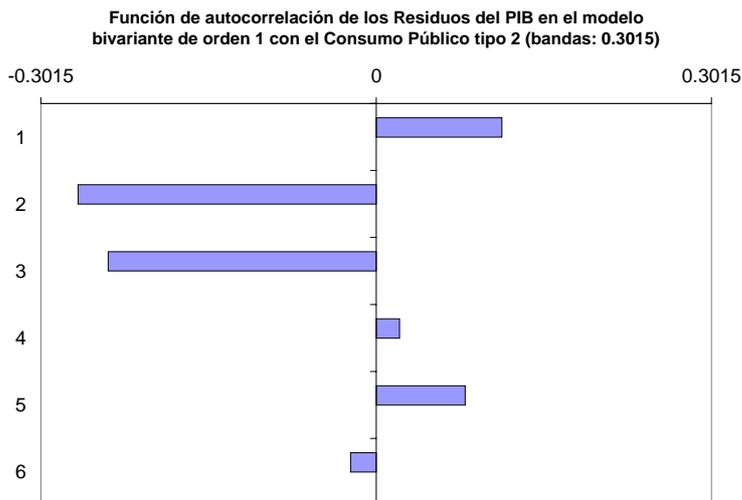
Weil (1992) en su extensión del modelo de crecimiento de Solow con capital humano. Igualmente encuentran efectos positivos de la educación sobre el crecimiento en los estudios de Landau (1986), Hansson y Henrekson (1994) o Barro y Sala-i-Martin (1995). Por su parte, Evans y Karras (1994) estiman una función de producción ampliada para estados americanos en la que también encuentran efectos contemporáneos productivos para los gastos públicos corrientes en educación, y encuentran efectos productivos positivos pero no significativos para los gastos corrientes en sanidad (quizá ellos no encuentran significatividad porque incluyen tanto consumo como transferencias o quizá nosotros lo encontramos porque agregamos el consumo en sanidad al de educación). Respecto de posibles efectos dinámicos del consumo sobre el crecimiento económico, Devarajan y otros (1996) encuentran efectos retardados positivos para algunas partidas de gasto sanitario y educativo (volumen total de gasto -consumo, inversión y transferencias- como proporción del gasto público).

2.3.3.3.2 MODELO DE RELACIÓN ENTRE EL 'CONSUMO PÚBLICO EN ENERGÍA, TRANSPORTE Y RECURSOS NATURALES' Y EL 'PIB'

Seguimos las mismas etapas que en los casos previamente analizados para la elección del orden adecuado del vector autorregresivo bivalente entre las tasas de variación de las series de consumo público tipo 2 (transporte, energía y recursos naturales) y PIB.

Como en los casos anteriores, en el apéndice se representan las estimaciones por máxima verosimilitud exacta de los vectores autorregresivos para retardos 0 a 3 ajustados al par de variables $V_t = fCg_t^2; Y_tg$, así como las matrices de varianzas y covarianzas de los residuos resultantes de cada uno de los órdenes.

Cuando pasamos a la fase de selección del orden adecuado para el vector autorregresivo, los contrastes basados en criterios de información nos llevan a preferir un VAR(1). En cambio, el contraste de ratio de verosimilitudes elegiría un VAR(3) si relajamos el nivel de signi...cación requerido al 90%. Además, ajustar un VAR(1) supone dejar mucha estructura autorregresiva sin modelizar para el PIB. A continuación se muestran las funciones de autocorrelación y de autocorrelación parcial para el residuo de r_y , resultante de ajustar el vector autorregresivo de primer orden.



Los retardos 2 y 3 son muy cercanos a la signi...catividad. Por ello, optamos por modelizar un VAR(3) y utilizar una estrategia 'de arriba a abajo' de anulación sucesiva de parámetros no signi...cativos (ver Lütkepohl, capítulo 4 para una explicación detallada del procedimiento). Nos quedaremos con el modelo que optimice algún test formal de adecuación del modelo, concretamente elegimos el Criterio de Información de Akaike.

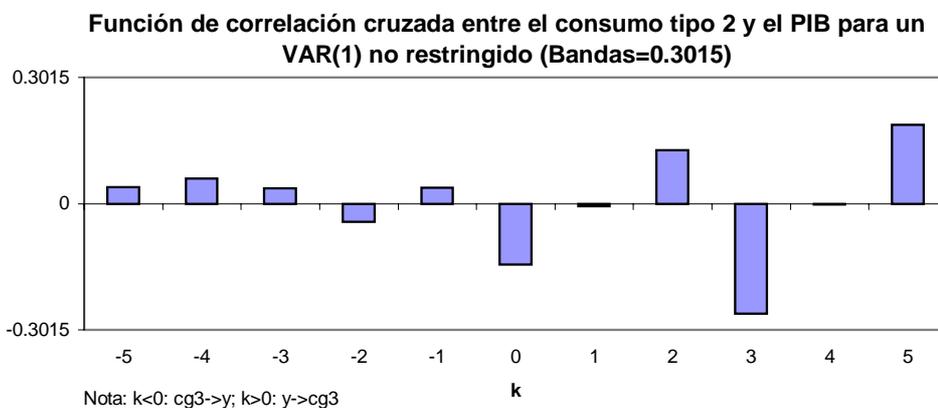
La formulación que minimiza el criterio de información para el PIB (ver apéndice 2.5.6) viene dada por:

$$r \ln y_t = \hat{A}_{21}^1 r \ln cg2_{t-1} + \hat{A}_{22}^1 r \ln y_{t-1} + \hat{A}_{22}^2 r \ln y_{t-2} + \epsilon_t^y$$

Por su parte, la formulación más adecuada para el consumo tipo 2 sería un autorregresivo univariante de orden 3, que incorpora además un efecto con retraso de tres periodos de la tasa de crecimiento del PIB sobre la tasa de crecimiento del consumo.:

$$r \ln cg2_t = \hat{A}_{11}^1 r \ln cg2_{t-1} + \hat{A}_{11}^{21} r \ln cg2_{t-3} + \hat{A}_{12}^3 r \ln y_{t-3} + \epsilon_t^{cg2}$$

En el siguiente gráfico se muestra la función de correlación cruzada entre los residuos del Consumo tipo 2 y el PIB resultantes de la estimación del vector bivariante de primer orden no restringido. La correlación contemporánea entre ambas series es de -0.125, claramente inferior a las bandas de confianza, S:3015. Por ello, podemos restringir a cero la covarianza contemporánea entre las series cuando hacemos la estimación máximo-verosímil del vector autorregresivo.



La estimación máximo-verosímil del modelo así planteado se muestra a continuación.

Modelo de relación estimado: El modelo anteriormente estimado, expresado en forma matricial queda:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0.25 B & 0.24 B^3 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r \ln cg2_t \\ r \ln y_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.26 B^2 + 0.44 B^3 & 1.98 \\ 0.39 B + 0.31 B^2 & 3.13 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r \ln cg2_{t-1} \\ r \ln y_{t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \epsilon_t^{cg2} \\ \epsilon_t^y \end{pmatrix}$$

La matriz de varianzas y covarianzas estimada para los residuos del modelo es:

2	3
4	5
0:000	2:700

y la correlación entre los residuos de ambas series: $\text{corr}(y^{cg2}, y) = 0:00$:

El efecto retardado un periodo de cambios en el consumo tipo 2 sobre la tasa de crecimiento del PIB es positivo y significativamente distinto de cero a un nivel de significación del 96%. En cambio, la correlación contemporánea entre el consumo público y PIB no es distinta de cero, lo cual excluye la posibilidad de efectos instantáneos alguno en las funciones de respuesta a impulso que analizaremos seguidamente.

En este modelo, el contraste t de significación individual es suficiente para analizar si mejoramos la previsión de la tasa de crecimiento del PIB al incluir los efectos del consumo público, es decir, para analizar evidencia de causalidad en sentido de Granger.

En cualquier caso, también hemos realizado un contraste de ratio de verosimilitudes, comparando la matriz de covarianzas de los residuos de nuestro modelo con los de un modelo en el que restringimos a cero el parámetro \hat{A}_{21}^1 . En este caso, el valor del estadístico de contraste es 102.67, claramente superior al valor crítico de la $\hat{A}^2(1)$ al 95%, 3.84. Por tanto, también rechazamos la adecuación del modelo restringido frente al no restringido, en el cual recogemos el efecto retardado del consumo en transporte, energía y recursos naturales (consumo tipo 2) sobre la tasa de crecimiento del PIB.

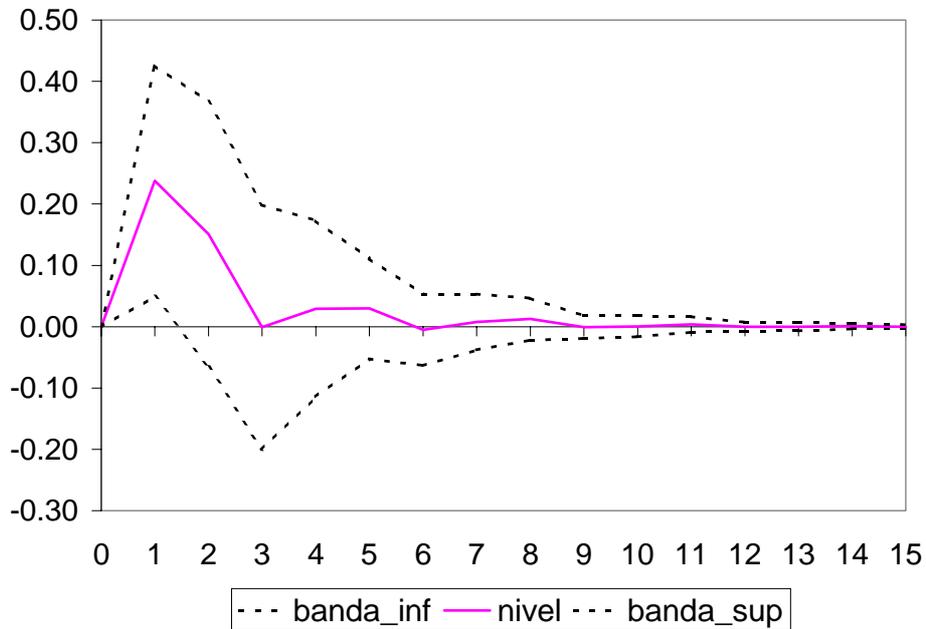
Los parámetros \hat{A}_{12}^2 y \hat{A}_{12}^3 , parecen aportar evidencia de que el sector público utiliza una regla de feedback (o realimentación) de carácter predominantemente contracíclico cuando determina el incremento anual del consumo destinado a transporte, energía y recursos naturales³⁰. Además, dicho feedback en la política pública se produciría con cierto retardo: el gobierno responde con un retraso de tres periodos a caídas en la tasa de crecimiento agregado con incrementos en el ritmo de crecimiento de los gastos de consumo destinados a funciones de transporte, energía y recursos naturales.

Funciones de Respuesta del PIB a impulso en el consumo público en infraestructuras de transporte, energía y recursos naturales: Las Funciones de Respuesta a Impulso para el modelo estimado se muestran a continuación. En este caso no es necesario utilizar la factorización de Choleski de la matriz de varianzas y covarianzas de los residuos, ya que estos son ortogonales (se ha estimado una matriz de varianzas y covarianzas diagonal y por tanto, el efecto instantáneo del consumo sobre el PIB es forzosamente nulo).

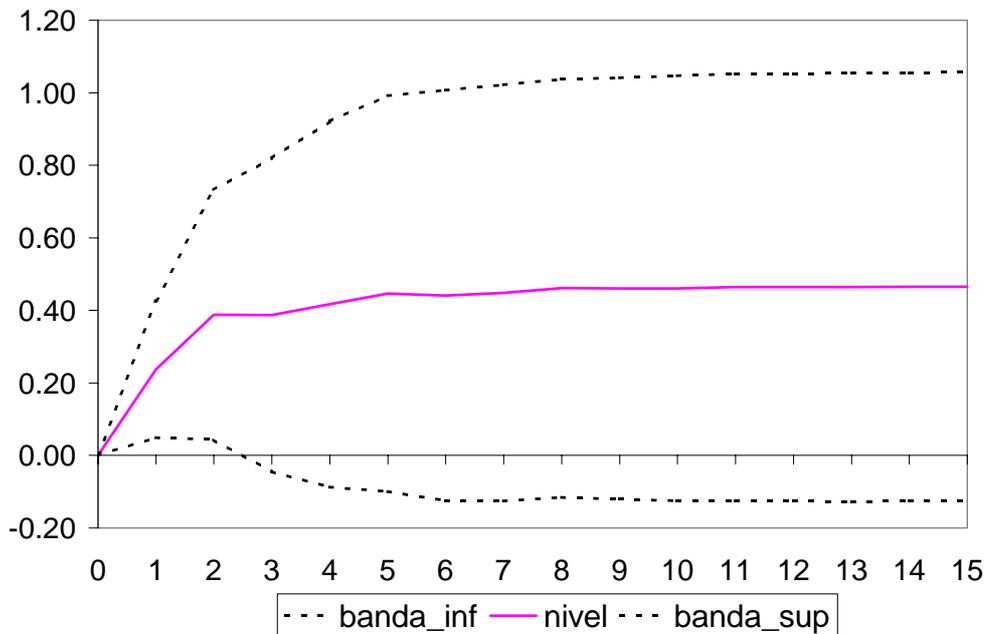
³⁰Mientras \hat{A}_{12}^3 es claramente significativo y negativo, el parámetro \hat{A}_{12}^2 no puede considerarse distinto de cero para los niveles de confianza manejados habitualmente: el contraste t del parámetro es de 1.3, lo que hace reducir hasta el 80% la probabilidad de que el parámetro sea distinto de cero. No obstante, el parámetro ha sido dejado en el modelo porque mejora sustancialmente el ajuste de la función de correlación cruzada entre las variables.

El modelo estimado restringiendo \hat{A}_{12}^2 a cero, también recoge la significatividad del efecto retardado del consumo público sobre el PIB: $\hat{A}_{21}^1 = 0:22 (0.11)$.

Función de Respuesta del PIB a Impulso en el Consumo en transporte, energía y rec.naturales. Bandas al 90%



Función de Respuesta Acumulada del PIB a Impulso en el Consumo en transporte, energía y rec.naturales. Bandas al 90%



Para un nivel de signi...cación del 90% podemos aceptar que cambios en la tasa de crecimiento del consumo tipo 2 (en transporte, energía y recursos naturales) tienen un

efecto retardado un periodo que es distinto de cero, y de magnitud igual al 24% de la magnitud de la perturbación producida en el consumo público. El hecho de que este efecto se produzca con un cierto retardo puede interpretarse como evidencia de que es necesario un periodo de ajuste para que el gasto de consumo empleado en la explotación y mantenimiento de infraestructuras de energía, transporte y recursos naturales contribuya al proceso productivo agregado en forma de unas infraestructuras más e...cientes.

Las respuestas acumuladas, por su parte, son distintas de cero para los retardos 1 y 2, en la línea de las conclusiones obtenidas para el consumo en sanidad y educación. El efecto acumulado es creciente en el tiempo y en el largo plazo, resultante de la agregación de todos los efectos obtenidos desde el periodo inicial, es de una magnitud casi el doble de la inicial (1.96 veces) aunque no signi...cativo.

Basándonos en la signi...catividad del parámetro autorregresivo estimado que representa el efecto dinámico de cambios en la tasa de crecimiento del consumo público del grupo 2 sobre la tasa de crecimiento del PIB, y en la signi...catividad de las funciones de respuesta a impulso, podemos aceptar que existen efectos positivos no despreciables del consumo público destinado a funciones de transporte, energía y recursos naturales sobre el crecimiento económico.

Respecto de los resultados de estudios anteriores, los análisis previos se han centrado en los efectos sobre el crecimiento de los gastos de inversión en infraestructuras de transporte y comunicaciones, habiéndose encontrado correlaciones positivas de éstos con el crecimiento (Aschauer (1989a), Easterly y Rebelo (1993)).

Evans y Karras (1994) y Devarajan y otros (1996) son los únicos trabajos que nos consta han analizado los efectos productivos de los gastos corrientes destinados a las funciones agrupadas como tipo 2. Evans y Karras encuentran efectos positivos, aunque no signi...cativos de los gastos corrientes en autopistas y alcantarillado, cuando estiman una función de producción ampliada. Es posible que no encuentren signi...catividad porque su modelo no recoge estructura dinámica (nosotros tampoco encontramos efectos contemporáneos signi...cativos sobre el crecimiento) ni realimentación entre las series, además de emplear tanto gastos en transferencias como de consumo.

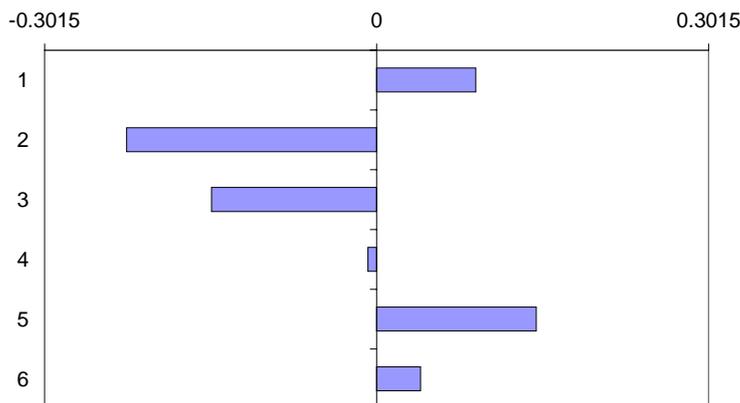
En el sentido contrario, Devarajan y otros (1996) encuentran efectos retardados negativos sobre el crecimiento para los gastos públicos totales empleados en transporte y comunicaciones. Ellos explican este resultado porque usan como variable explicativa el ratio de estos gastos sobre el total de gasto público, el cual consideran excesivamente alto para este conjunto de países en vías de desarrollo, lo que explicaría que dichos gastos sean improductivos en el margen.

García-Milá (1987) encuentra al igual que nosotros efectos crecientes en el tiempo y persistentes para los gastos estatales y locales de la economía estadounidense, compuestos básicamente por gastos en infraestructuras. Chavas y otros (1997) también encuentran efectos pequeños en el corto plazo pero crecientes en el tiempo y persistentes de los gastos públicos en I+D sobre la productividad total de los factores, para la agricultura estadounidense.

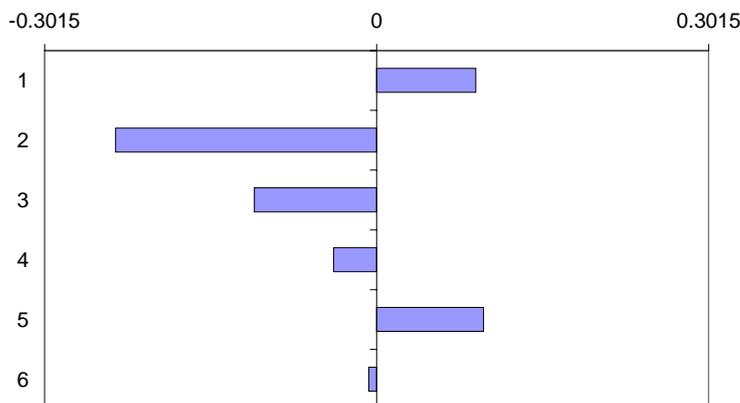
2.3.3.3.3 MODELO DE RELACIÓN ENTRE EL 'CONSUMO PÚBLICO EN POLICÍA Y JUSTICIA' Y EL 'PIB' Comenzamos determinando el orden adecuado para el vector autorregresivo. Como en el caso del consumo de tipo 2, los contrastes formales nos llevarían a elegir el orden 1 para el vector autorregresivo (ver apéndice 2.5.7). No obstante, el análisis de las funciones de autocorrelación (total y parcial) y de correlación cruzada de los residuos que se derivan de la estimación de un modelo bivalente de primer orden, nos lleva a rechazar la hipótesis de ruido blanco para los mismos.

En concreto, las funciones de autocorrelación total y parcial de los residuos para la serie de PIB (en primeras diferencias) presentan valores muy elevados en los retardos 2 y 3. Asimismo, la función de correlación cruzada presenta un parámetro significativamente distinto de cero para el efecto retardado 3 periodos del consumo sobre el PIB. Ver gráficos adjuntos.

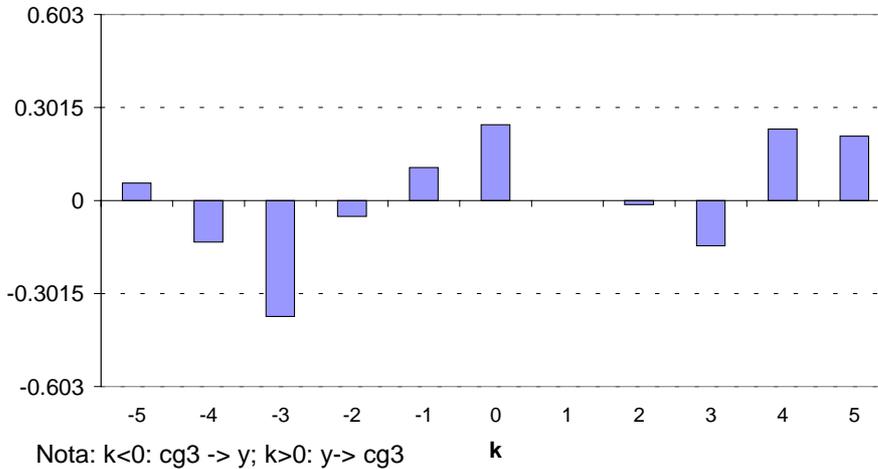
Función de autocorrelación de los Residuos del PIB en el modelo bivalente de orden 1 con el Consumo Público tipo 3 (bandas: 0.3015)



Función de autocorrelación parcial de los Residuos del PIB en el modelo bivalente de orden 1 con el Consumo Público tipo 3 (bandas: 0.3015)



Función de correlación cruzada de los Residuos del PIB y del Consumo Público en policía, justicia y seguridad civil en el modelo bivalente de orden 1 (bandas: 0.3015)



Por ello, se utiliza también una modelización 'de arriba a abajo', como en el caso del consumo tipo 2, partiendo de modelos autorregresivos de orden 3, e imponiendo sucesivamente restricciones sobre los parámetros que no resultan signi...cativos.

Los modelos que minimizan el criterio de AIC para las estimaciones mínimo-cuadráticas de las primeras diferencias de la transformación logarítmica de las series son los siguientes:

$$r \ln y_t = \hat{A}_{21}^3 r \ln cg3_{t-3} + \hat{A}_{22}^1 r \ln y_{t-1} + \epsilon_t^y$$

$$r \ln cg3_t = \hat{A}_{11}^1 r \ln cg3_{t-1} + \hat{A}_{11}^3 r \ln cg3_{t-3} + \hat{A}_{12}^3 r \ln y_{t-3} + \epsilon_t^{cg3}$$

Pero la formulación ...nalmente estimada para la relación entre las dos series implica ligeras modi...caciones sobre las ecuaciones anteriores. Al hacer la estimación conjunta para ambas series, los parámetros \hat{A}_{11}^3 y \hat{A}_{12}^3 resultaron no signi...cativos, y por tanto, fueron eliminados, mientras que se incluyeron los parámetros \hat{A}_{22}^2 y \hat{A}_{21}^1 para modelizar adecuadamente la estructura de autocorrelación y correlación cruzada de las series.

En la medida en que podemos aceptar que $\hat{A}_{12}^1 = 0$ ($i \geq 0$), encontramos evidencia a favor de la exogeneidad dinámica de la tasa de crecimiento del consumo público tipo 3 respecto de la tasa de crecimiento del PIB, al igual que ocurrió con el consumo tipo 1. Este resultado también nos permite reforzar la verosimilitud de la hipótesis de identi...cación elegida para el cálculo de las FRI.

Concretando, la estimación máximo-verosímil del modelo ...nalmente elegido es la siguiente.

Modelo de relación de...nitivo: En forma matricial el modelo estimado se formula como:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0.44 & B \\ & & B^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0.24 & B + 0.21 & B^2 \\ & & & B^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r \ln y_t \\ r \ln cg3_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \epsilon_t^y \\ \epsilon_t^{cg3} \end{pmatrix}$$

La matriz de varianzas y covarianzas estimada de los residuos es:

$$\begin{matrix} & 4 & 5 \\ 4 & 1:998 & 0:786 \\ 5 & 0:786 & 2:445 \end{matrix}$$

y la correlación entre los residuos de ambas series: $\text{corr}(y^{cg3}; y) = 0:786 = \frac{0:786}{\sqrt{1:998 \cdot 2:445}} = 0:356$:

De nuevo, analizamos la significación conjunta de \hat{A}_{21}^1 y \hat{A}_{21}^3 a partir de un contraste de ratio de verosimiludes para las siguientes hipótesis nula y alternativa:

$$H_0 : \hat{A}_{21}^1 = \hat{A}_{21}^3 = 0$$

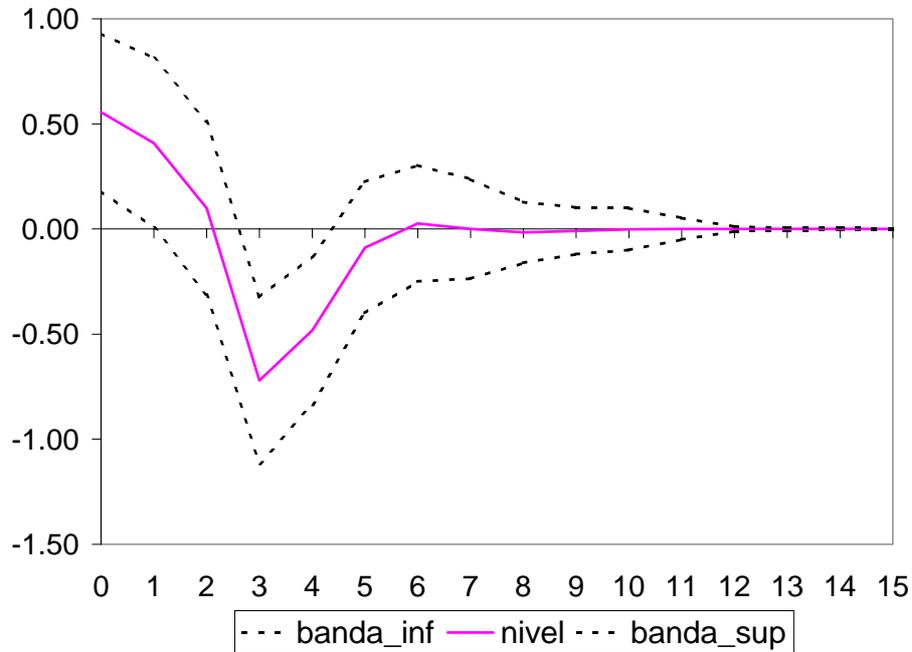
$$H_1 : \hat{A}_{21}^1; \hat{A}_{21}^3 \neq 0$$

En este caso, el estadístico del contraste tiene un valor de 58.35, superior al 5.99 correspondiente al valor crítico de la $\hat{A}^2(2)$ al 95%. Por tanto, de nuevo rechazamos el modelo restringido frente al no restringido, aceptando con ello la significatividad conjunta de los parámetros que recogen el efecto retardado de la tasa de crecimiento del consumo público destinado a policía y justicia sobre la tasa de crecimiento del producto agregado.

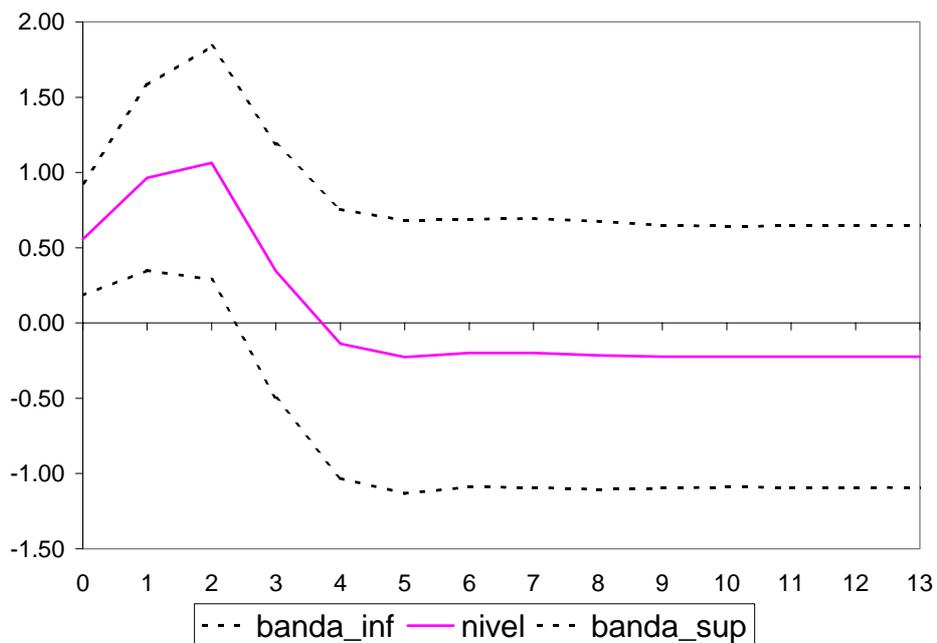
A continuación mostramos la función de respuesta de la tasa de crecimiento del producto ante un impulso de un periodo en la tasa de crecimiento del consumo público en policía, seguridad civil y justicia (tipo 3).

Función de Respuesta del PIB a un impulso en el Consumo tipo 3.

Función de Respuesta del PIB a Impulso del Consumo en policía y adm.justicia. Bandas al 90%



Función de Respuesta Acumulada del PIB a Impulso del Consumo en policía y adm. justicia. Bandas al 90%



En el modelo de relación estimado con las tasas de crecimiento del consumo público tipo 3 y del PIB, encontramos los siguientes resultados:

- ² un efecto contemporáneo signi...cativo y de importante magnitud entre la tasa de crecimiento de ambas variables
- ² un efecto retardado del crecimiento del consumo sobre el crecimiento agregado predominantemente negativo, ya que el efecto con retardo un periodo (\hat{A}_{21}^1) es positivo pero no signi...cativo, mientras que el efecto retardado tres periodos (\hat{A}_{21}^3) es signi...cativamente negativo.

La traducción de estos resultados en términos de las funciones de respuesta a impulso nos muestra un efecto instantáneo signi...cativamente distinto de cero, positivo y muy elevado (casi el 40% de la magnitud de la perturbación inicial en la tasa de crecimiento del consumo público), debido al elevado valor de la covarianza entre ambas series (0.79). Hay que señalar que este resultado está obviamente condicionado a la hipótesis de identi...cación empleada respecto de la dirección de la correlación contemporánea entre las series. Como ya indicamos, hemos supuesto que la dirección de causalidad instantánea va desde el consumo público hacia el producto agregado.

Igualmente encontramos un efecto marginalmente distinto de cero y positivo para el retardo 1, y signi...cativamente distinto de cero pero negativo para los retardos tercero y cuarto. A pesar de la importante magnitud de los efectos retardados negativos, el efecto contemporáneo positivo es su...cientemente importante para que encontremos respuestas acumuladas positivas hasta el retardo 2. La respuesta de mayor magnitud se produce en los periodos 3 y 2 para las respuestas individual y acumulada, siendo su magnitud respectiva de -61.7% y 91.2% de la magnitud de la perturbación en la tasa de crecimiento del consumo.

El efecto en el largo plazo es negativo pero de pequeña magnitud (-16% sobre la magnitud de la perturbación) y no signi...cativo.

Respecto de los resultados encontrados previamente por la literatura en relación con este tipo de partidas del gasto público destacamos los siguientes. Hall y Jones (1996, 98) en datos de corte transversal obtienen evidencia de que la política pública destinada a la protección de los derechos de propiedad está positivamente correlacionada con la renta por trabajador de las economías. Explican este resultado porque dicha política favorece la acumulación de inputs productivos y aumenta la productividad de éstos. Para analizar este efecto, aproximan la política pública con un indicador de variables cualitativas que miden las características de distintos países respecto al grado de potenciación de la propiedad privada según distintos parámetros resultantes de la actividad pública regulatoria, como ley y orden, calidad de la burocracia, corrupción, riesgo de expropiación e invalidación pública de los contratos privados. No resulta evidente a priori en qué medida hay correlación positiva entre el gasto de consumo público en las funciones de policía, seguridad civil y justicia y el grado de consecución de estos parámetros. Por ello, es posible encontrar explicación tanto para los efectos positivos como negativos que hemos encontrado, según predomine el efecto de favorecimiento o entorpecimiento de la propiedad privada.

Por su parte, Evans y Karras (1994) encuentran efectos negativos pero no signi...cativos de los gastos corrientes en policía y protección contra incendios al estimar una función de producción ampliada. Como señalamos anteriormente, la variable explicativa que utilizan incluye transferencias y no modelizan efectos retardados ni bidireccionales

entre las variables, a lo que hay que añadir que incluyen también el gasto en protección contra incendios y nosotros no.

2.3.4 SENSIBILIDAD DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA A LA DIRECCIÓN DE CAUSALIDAD CONTEMPORÁNEA

Hemos establecido como hipótesis más probable sobre la dirección de causalidad contemporánea entre las partidas de consumo público analizadas y el producto agregado la que va desde las primeras hacia el segundo.

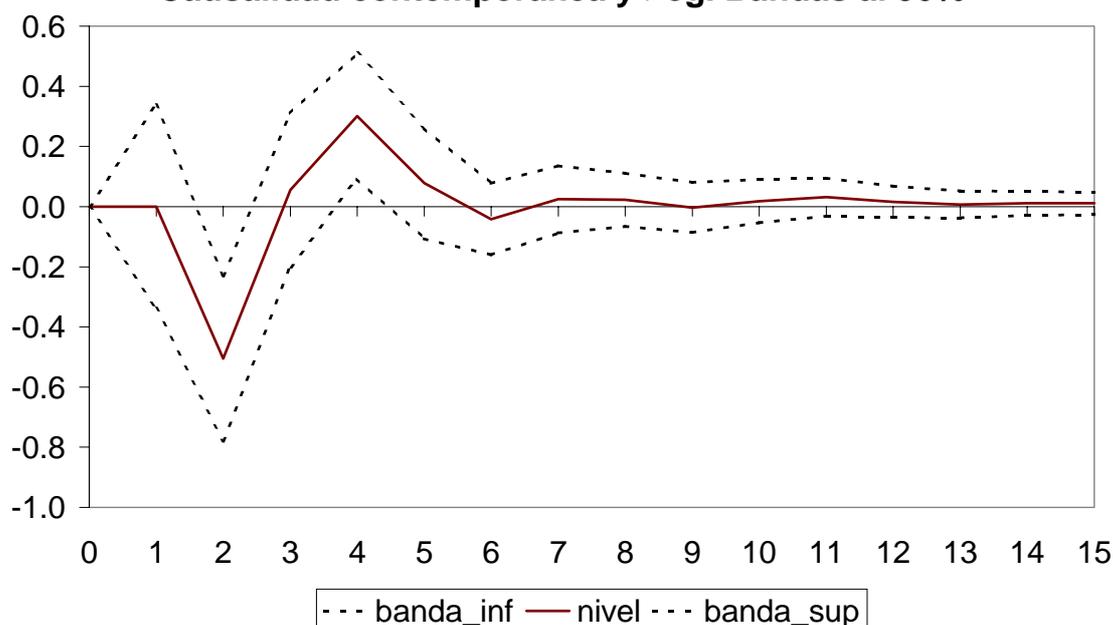
No obstante, Blanchard y Perotti (1999) establecen que es muy probable, cuando se analizan series de frecuencia anual, que exista respuesta de la política ...scal a perturbaciones no anticipadas de la tasa de crecimiento agregada, y que dicha respuesta sería implementada dentro del mismo periodo anual. Por su parte, Hsie y Lai (1994) utilizan la dirección de causalidad inversa a la nuestra (desde la tasa de crecimiento del PIB hacia el ratio Gasto Público/PIB), aunque indican que los resultados no varían mucho alterándola.

Pese a los argumentos esgrimidos a favor de la dirección de causalidad elegida, cabe plantearse en qué medida varían los resultados si consideramos la dirección opuesta.

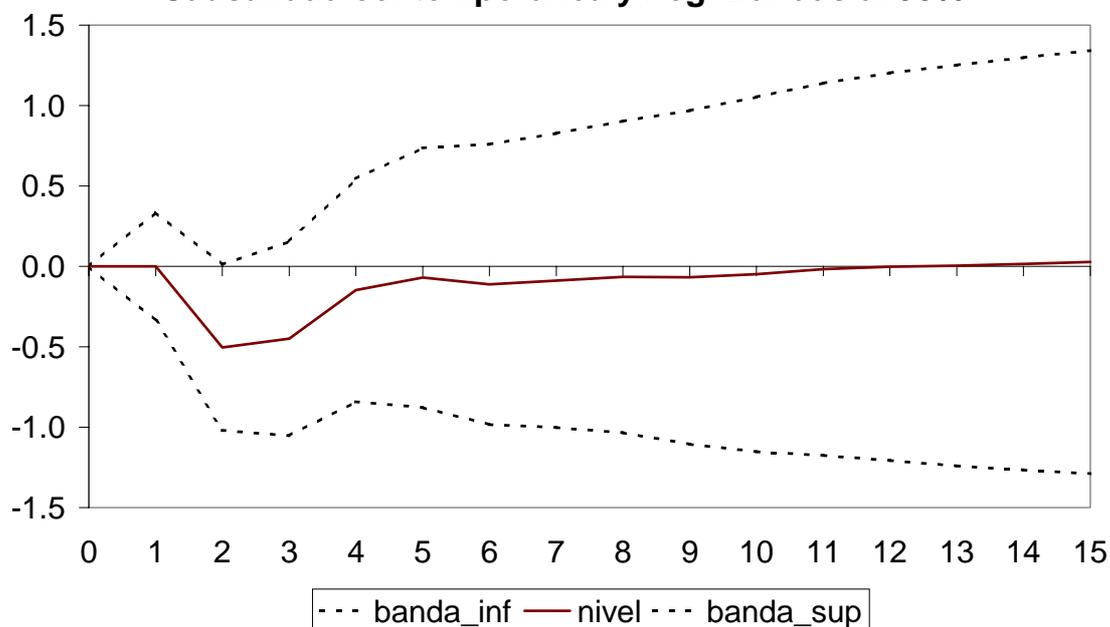
A continuación se muestran las nuevas funciones de respuesta (individuales y acumuladas) para aquellos modelos bivariantes que pueden verse alterados: el del consumo público total y los de los grupos 1 y 3 (para el grupo 2 la correlación instantánea entre las perturbaciones es nula, por lo que no es necesario ortogonalizar su matriz de varianzas y covarianzas).

2.3.4.1 CONSUMO PÚBLICO TOTAL

**Función de Respuesta del PIB a Impulso en el Consumo Público.
Causalidad contemporánea y->cg. Bandas al 90%**



**Función de respuesta acumulada del PIB a impulso en
el Consumo Público.
Causalidad contemporánea y->cg. Bandas al 90%**

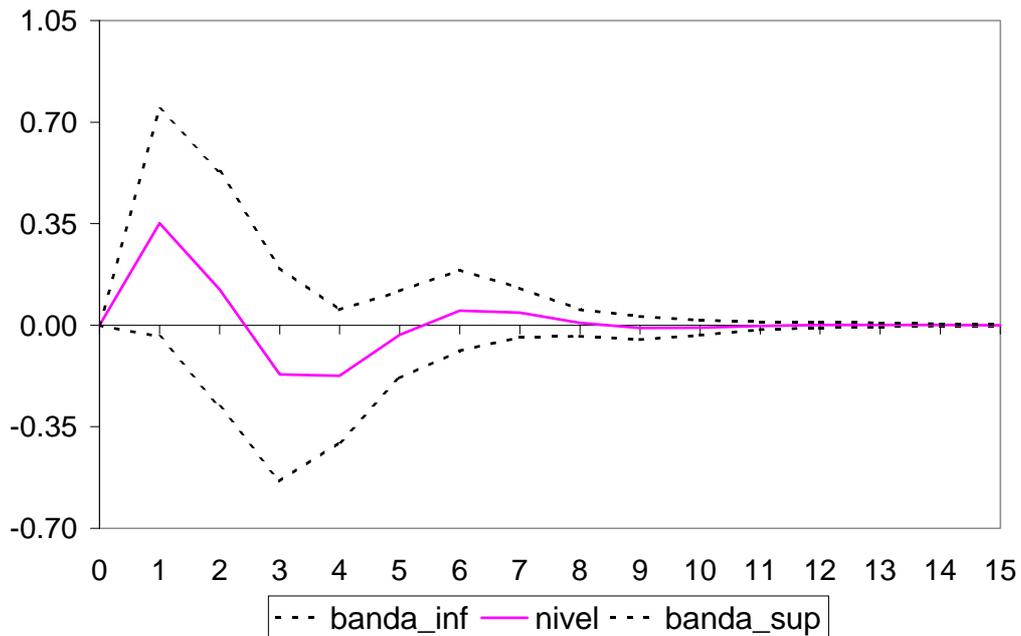


Respecto de los efectos individuales, sólo perdemos el efecto instantáneo de signo negativo. En cuanto a los efectos acumulados, disminuye sensiblemente la significatividad del efecto negativo que se produce con un retardo de dos años, pasando del 98% al 89%.

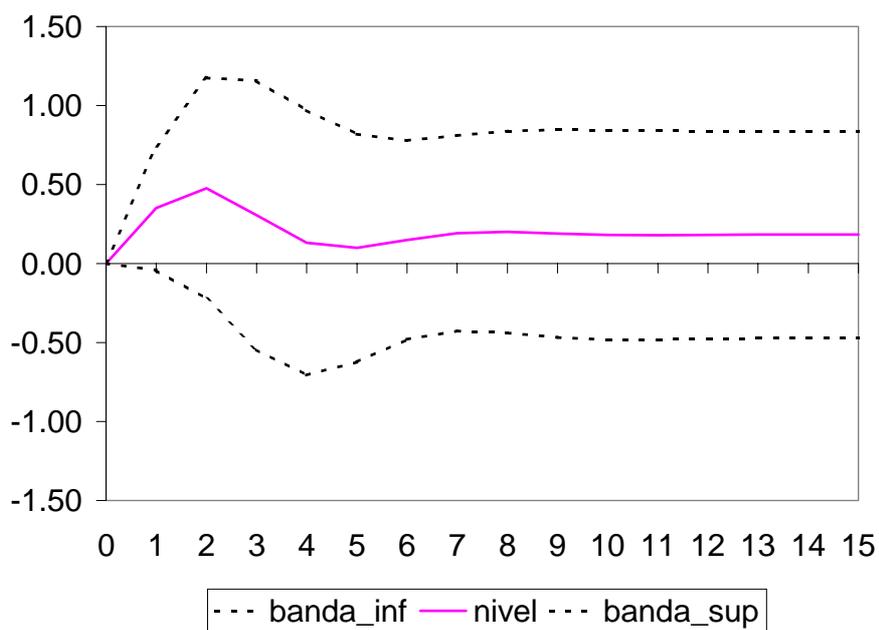
En general, podemos concluir que disminuye la magnitud y significatividad de los efectos acumulados. De hecho, al perderse el efecto contemporáneo, la estimación puntual del efecto acumulado en el largo plazo pasa a ser prácticamente cero.

2.3.4.2 CONSUMO EN SANIDAD Y EDUCACIÓN

**Función de Respuesta del PIB a Impulso del Consumo en sanidad y educación.
Causalidad contemporánea y->cg. Bandas al 90%**



**Función de Respuesta Acumulada del PIB a Impulso del Consumo en sanidad y educación.
Causalidad contemporánea y->cg. Bandas al 90%**

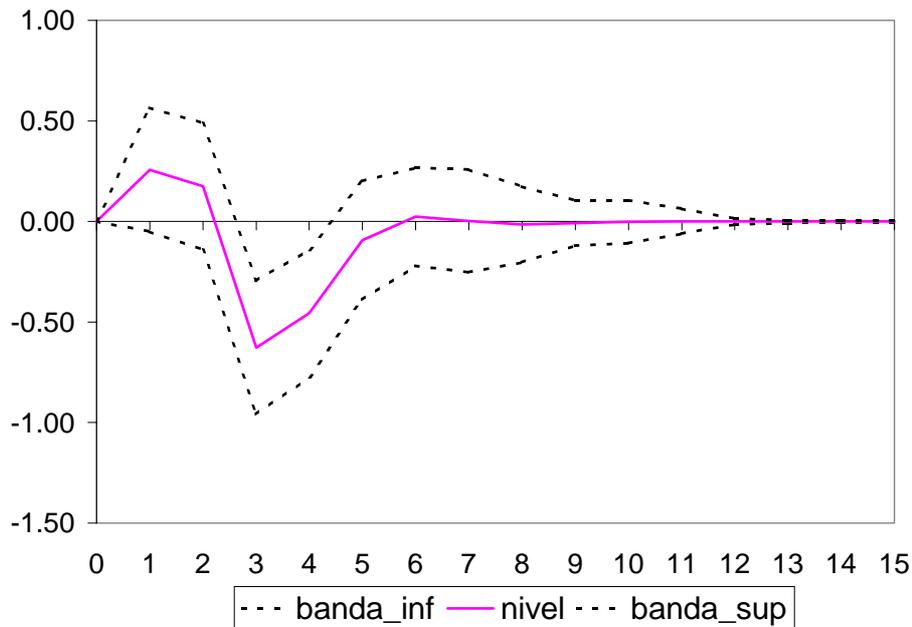


En primer lugar y de manera obvia, perdemos el efecto instantáneo sobre el crecimiento. En segundo lugar, la respuesta individual con un año de retraso disminuye de significatividad, pasando del 94% al 86%.

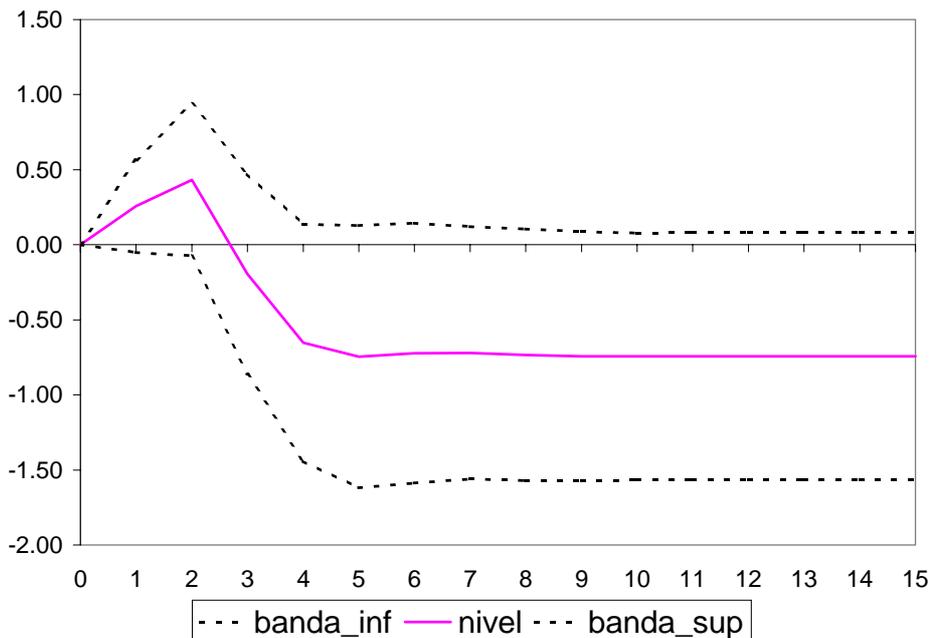
Al disminuir la magnitud de los efectos acumulados, la de retardo 1 pasa a tener un nivel de significación del 86% y la de retardo 2 deja de ser significativa. Igualmente, el efecto acumulado en el largo plazo es de sólo 0.52 veces la magnitud del efecto que se produce en el primer año, frente a las 1.6 veces para la versión anterior.

2.3.4.3 CONSUMO EN POLICÍA, SEGURIDAD CIVIL Y JUSTICIA

**Función de Respuesta del PIB a Impulso del Consumo en policía y adm.justicia.
Causalidad contemporánea y->cg3. Bandas al 90%**



**Función de Respuesta Acumulada del PIB a Impulso del Consumo en policía y adm. justicia.
Causalidad contemporánea y->cg3. Bandas al 90%**



En el caso del consumo destinado a policía, seguridad civil y justicia, se pierde el

efecto positivo contemporáneo y se mantiene el efecto negativo retardado (que sigue siendo signi...cativo).

Como resultado, los efectos acumulados siguen siendo positivos para los dos primeros retardos, aunque ven reducida su signi...catividad hasta un nivel del 83% aproximadamente. El efecto a largo plazo, sigue siendo negativo y de magnitud mucho mayor. De hecho, sería signi...cativo para un nivel de con...anza del 86%.

En resumidas cuentas, si invertimos el orden de causalidad contemporánea:

1. El efecto del consumo total sobre el crecimiento pasa a ser no signi...cativo.
2. Se mantienen básicamente los resultados para el consumo en educación y sanidad, aunque disminuye su signi...catividad y la magnitud de los efectos en el largo plazo.
3. El consumo en policía y justicia es el que ve sus resultados más alterados: disminuye sensiblemente la signi...catividad de los efectos positivos del corto plazo y aumenta el efecto pernicioso en el largo plazo.

2.4 CONCLUSIONES

En el presente capítulo hacemos un análisis de relación entre partidas de consumo público y el crecimiento económico. Empleamos datos para la economía americana, de carácter anual y muestra 52-96. Las principales conclusiones obtenidas son las siguientes:

1. Al emplear datos de consumo público agregado obtenemos resultados en línea con estudios anteriores: correlación contemporánea negativa entre el crecimiento del consumo público total y el del PIB. Además, encontramos que existen efectos retardados también negativos de magnitud similar a la inicial.
2. Si utilizamos partidas desagregadas de consumo público, que entendemos tienen efectos productivos, obtenemos resultados cualitativamente diferentes: efectos contemporáneos y/o retardados positivos de la tasa de crecimiento de dichas partidas de consumo sobre la del PIB.
3. Los resultados en términos de funciones de respuesta a impulso están condicionados en parte (salvo para el consumo público en infraestructuras de transporte, recursos naturales y energía) a la hipótesis de identificación utilizada para la dirección de causalidad instantánea entre el consumo público y el PIB.
4. Es interesante destacar que hemos encontrado evidencia de que la política gubernamental en gastos de transporte, energía y recursos naturales parece responder de forma contracíclica, aunque con un cierto retardo, a la evolución del ciclo económico (entendido como tasa de crecimiento del PIB). En cambio, los gastos sanitarios y educativos (grupo 1), así como los de policía, seguridad civil y justicia (grupo 3), evolucionan en términos dinámicos de forma exógena al comportamiento económico. Quizá porque son gastos comprometidos en gran medida a su evolución pasada por intereses políticos, por el crecimiento de la población y otros factores exógenos. Esta evidencia de exogeneidad retardada aumenta la plausibilidad respecto de la exogeneidad contemporánea que hemos impuesto al dibujar las funciones de respuesta a impulso. Además, en estas funciones públicas la proporción de sueldos y salarios es muy alta en el total del monto de consumo. En la medida en que los salarios están determinados en presupuestos anuales, son inelásticos a sorpresas no anticipadas en el crecimiento del PIB dentro del periodo anual.
5. En términos de funciones de respuesta acumulada a impulso, las funciones económicas que tienen mayor efecto sobre la tasa de crecimiento parecen ser, en el corto plazo la de policía y justicia (2 años) seguidas de sanidad y educación (2 años), y en el largo plazo, los gastos de consumo en infraestructuras de transporte, recursos naturales y energía cuyo efecto es creciente en el tiempo.
6. Si invertimos la dirección de la causalidad contemporánea entre el consumo y el PIB:

² el efecto del consumo total sobre el crecimiento pasa a ser no significativo

- ² se mantienen básicamente los resultados para el consumo en educación y sanidad, aunque disminuye su signi...catividad y la magnitud de los efectos en el largo plazo
- ² el consumo en policía y justicia es el que ve sus resultados más alterados, ya que disminuye sensiblemente la signi...catividad de los efectos positivos del corto plazo y aumenta el efecto pernicioso en el largo plazo.

2.5 APÉNDICES.

2.5.1 DATOS EMPLEADOS.

² Gross Domestic Product: 52-96

billions of dollars: table 8.19 ^{''}

billions of chained (1992) dollars: table 1.1 }

² Government Current Expenditures and Gross Investment by Function: 52-96

billions of dollars: tables 3.15, 3.16, 3.17 ^{''}

² Chain-type price index (Government consumption expenditures and gross investment): 52-96 }

Leyenda:

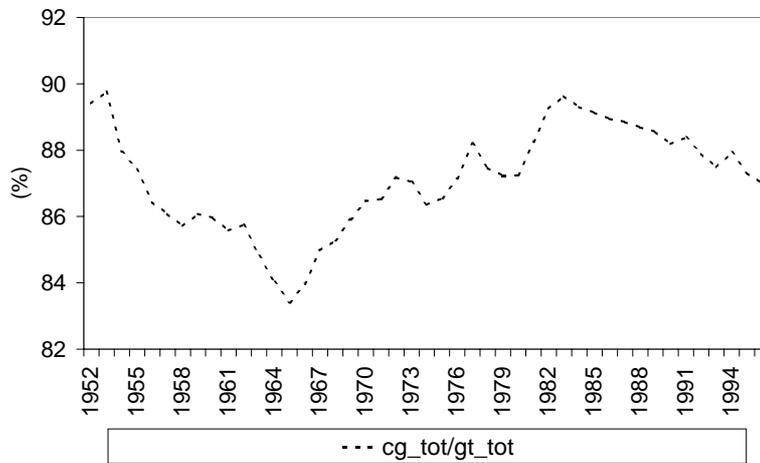
^{''} Annual Revision "Annual Only" tables, 1929-1996. USDOC, BEA, NIWD (BE-54), Washington DC 20250.

}

} BEA, GDP and related data: NIPA annual data, 1929-1996, <http://www.bea.doc.gov/>

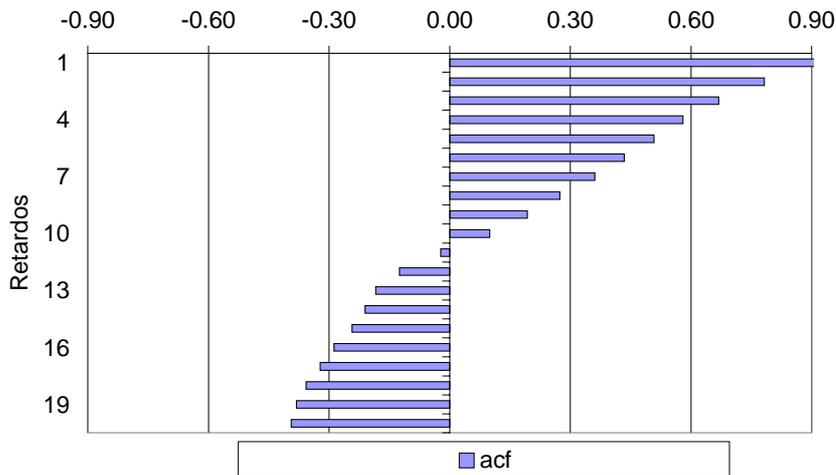
2.5.2 CONTRASTE DE COINTEGRACIÓN ENTRE EL CONSUMO PÚBLICO Y EL GASTO PÚBLICO TOTAL.

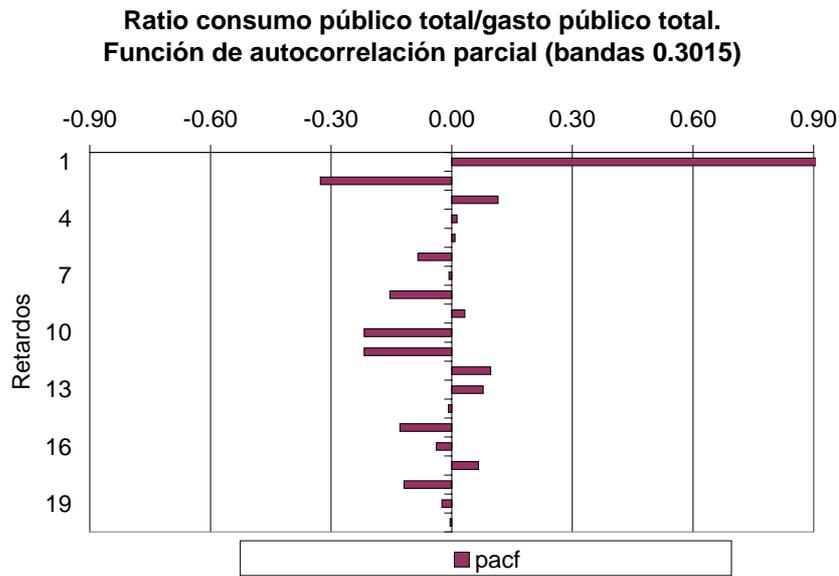
**Clasificación económica del consumo público.
Ratio consumo/gasto**



Definición: cg1=sanidad, educac.; cg2=tte,energía,rec.nat; cg3=policía, seg.civil, justicia

**Ratio consumo público total/gasto público total.
Función de autocorrelación simple (bandas 0.3015)**





Test ADF = -2.26 (valor crítico -2.93 al 95%).

2.5.3 MODELO BIVARIANTE ENTRE CONSUMO PÚBLICO TOTAL Y PIB.

2.5.3.1 ESTIMACIONES MÁXIMO VEROSÍMILES DE VAR(j), PARA j=0,...,3

Los resultados de la estimación MVE se muestran en la siguiente tabla:³¹

parámetroorden	VAR(0)	VAR(1)	VAR(2)	VAR(3)
i	6.50 (0.40)	6.49 (0.82)	6.44 (0.84)	6.14 (1.21)
y	3.18 (0.25)	3.21 (0.34)	3.24 (0.25)	3.16 (0.28)
\hat{A}_{11}^1		0.66 (0.10)	0.56 (0.15)	0.56 (0.14)
\hat{A}_{22}^1		0.30 (0.15)	0.39 (0.15)	0.43 (0.14)
\hat{A}_{12}^1		0.23 (0.17)	0.075 (0.18)	0.26 (0.20)
\hat{A}_{21}^1		0.012 (0.10)	0.071 (0.15)	0.15 (0.13)
\hat{A}_{11}^2			0.12 (0.15)	-0.11 (0.18)
\hat{A}_{22}^2			-0.29 (0.14)	-0.35 (0.15)
\hat{A}_{12}^2			0.36 (0.18)	0.060 (0.21)
\hat{A}_{21}^2			-0.092 (0.15)	-0.35 (0.16)
\hat{A}_{11}^3				0.32 (0.16)
\hat{A}_{22}^3				0.010 (0.15)
\hat{A}_{12}^3				0.26 (0.18)
\hat{A}_{21}^3				0.27 (0.13)
$\frac{3}{4}a^i$	2.7	2.0	1.9	1.9
$\frac{3}{4}a^y$	1.8	1.8	1.7	1.6
$Q(6)^i$	50.21	4.8	6.0	3.5
$Q(6)^y$	7.8	5.6	1.0	2.3
$\ln(j - j)$	3.19	2.52	2.36	2.17

Nota: desviaciones típicas entre paréntesis

³¹ Los modelos de intervención han sido estimados conjuntamente con los vectores autorregresivos, lo que permite aumentar la eficiencia de las estimaciones. Para la estimación se ha empleado el programa DRV, que implementa el procedimiento de Máxima Verosimilitud Exacta descrito en Mauricio (1995).

2.5.3.2 MATRICES DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS RESIDUOS

VAR(0)	$\frac{3}{4}c_g^2$	$\frac{3}{4}y^2$
$\frac{3}{4}c_g^2$	7.109	-
$\frac{3}{4}y^2$	-0.514	3.440

VAR(1)	$\frac{3}{4}c_g^2$	$\frac{3}{4}y^2$
$\frac{3}{4}c_g^2$	4.094	-
$\frac{3}{4}y^2$	-0.683	3.156

VAR(2)	$\frac{3}{4}c_g^2$	$\frac{3}{4}y^2$
$\frac{3}{4}c_g^2$	3.751	-
$\frac{3}{4}y^2$	-0.300	2.847

VAR(3)	$\frac{3}{4}c_g^2$	$\frac{3}{4}y^2$
$\frac{3}{4}c_g^2$	3.731	-
$\frac{3}{4}y^2$	-0.947	2.595

2.5.3.3 DIAGNOSIS DE LOS RESIDUOS DEL VAR(3)

Diagnosis de los residuos resultantes del ajuste de un VAR(3):

² Funciones de correlación cruzada estimadas para los retardos 1 a 3:

2	3	2	3	2	3
4 i :017	i :024	5	4 i :020	i :036	5
			4 :001	:048	5
	i :023	:004		:037	:096
				:058	i :021

² Contraste de ratio de verosimilitudes para los vectores autorregresivos bivariantes estimados con los residuos (retardos 0 a 3):

Hipótesis Nula	LR test	Chi_4(95%)
VAR(2) vs VAR(3)	-0.884	9.49
VAR(1) vs VAR(2)	-1.259	9.49
VAR(0) vs VAR(1)	-0.609	9.49

2.5.3.4 CONTRASTES DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR

2.5.3.4.1 Estadísticos de Criterio de Información:

Utilizamos el Criterio de Información de Akaike (AIC) y el de Error Final de Predicción (FPE). Debe elegirse el modelo con el valor del estadístico más reducido, de forma

que se logre un equilibrio entre la exactitud del ajuste y la parsimonia del modelo, es decir, el número de parámetros estimados.

Definición de los estadísticos:

$$AIC = \ln |S_u(m)| + \frac{2mK^2}{T}$$

$$FPE = |S_u(m)| \left(\frac{T + Km + 1}{T - Km - 1} \right)^{sK}$$

siendo:

m el orden del VAR estimado

$|S_u(m)|$ determinante de la matriz de varianzas y covarianzas de los residuos resultantes de la estimación del VAR(m)

K el número de variables

T el número de observaciones

En la siguiente tabla se muestra el valor de estos estadísticos para los distintos órdenes estimados.

	AIC	FPE
VAR(0)	3.186	29.018
VAR(1)	2.697	16.257
VAR(2)	2.724	16.719
VAR(3)	2.719	16.695

2.5.3.4.2 Contraste de Ratio de Verosimilitudes:

Definición del estadístico de contraste:

$$\lambda_{LR} = 2 \left[\ln l(\hat{\alpha}; \hat{S}_u) - \ln l(\hat{\alpha}_r; \hat{S}_u^r) \right] = T \left[\ln \hat{S}_u(p; 1) - \ln \hat{S}_u(p) \right] \frac{1}{4} \hat{A}^2(K^2)$$

siendo:

T = n° observaciones

K = n° variables

$l(\hat{\alpha}; \hat{S}_u)$ = función de verosimilitud del modelo sin restringir

$l(\hat{\alpha}_r; \hat{S}_u^r)$ = función de verosimilitud del modelo restringido

$\hat{S}_u(p)$ = matriz de varianzas y covarianzas estimadas para el VAR(p)

Región de rechazo del contraste:

Se rechaza la hipótesis nula, modelo VAR(p; 1), frente a la alternativa, VAR(p), si λ_{LR} es mayor que el valor crítico para $\hat{A}^2(K^2)$. La formulación del contraste [H_0^n : VAR(p; 1); H_1^n : VAR(p)] está condicionada a la aceptación de las hipótesis previas [H_0^i : VAR(j; 1); H_1^i : VAR(j), para $i = 1; \dots; n, j > p$] (ver Lütkepohl (1993) para una explicación detallada de la sucesión de contrastes a aplicar).

En la siguiente tabla se muestra el valor de los estadísticos de razón de verosimiludes para la sucesión de contrastes [$H_0^n : VAR(p_i - 1)$; $H_1^n : VAR(p)$] para $n=1, \dots, 3$, $p=3, \dots, 1$.

Hipótesis Nula	LR test	Chi_4(95%)	Chi_4(90%)
VAR(2) vs VAR(3)	8.216	9.49	7.78
VAR(1) vs VAR(2)	6.833	9.49	7.78
VAR(0) vs VAR(1)	29.508	9.49	7.78

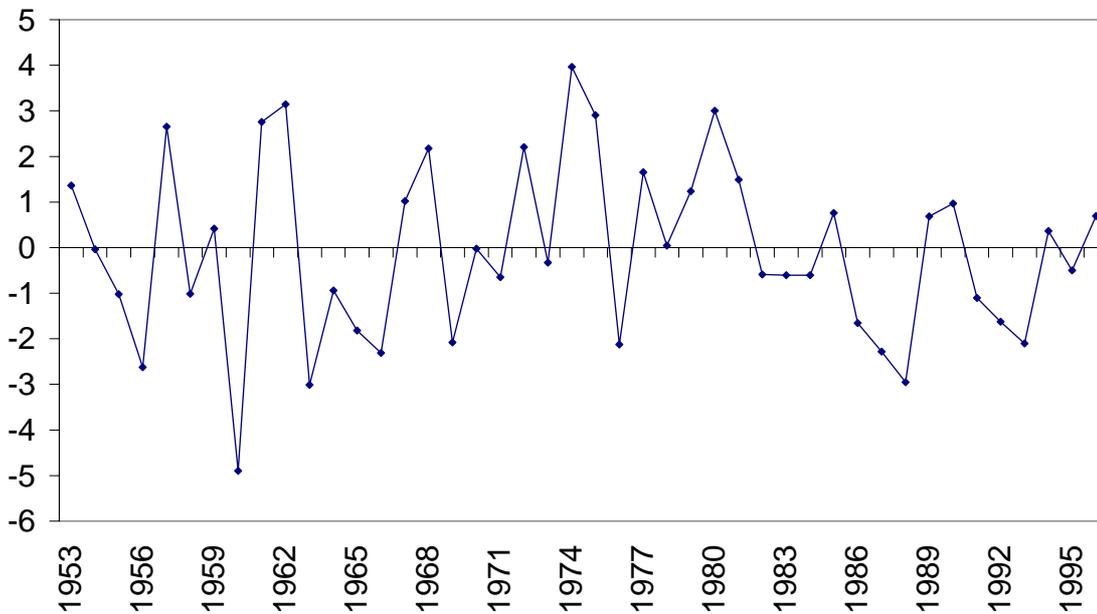
2.5.3.5 DIAGNOSIS DE LOS RESIDUOS DEL MODELO DEFINITIVO

El modelo de...nitivo estimado es el siguiente:

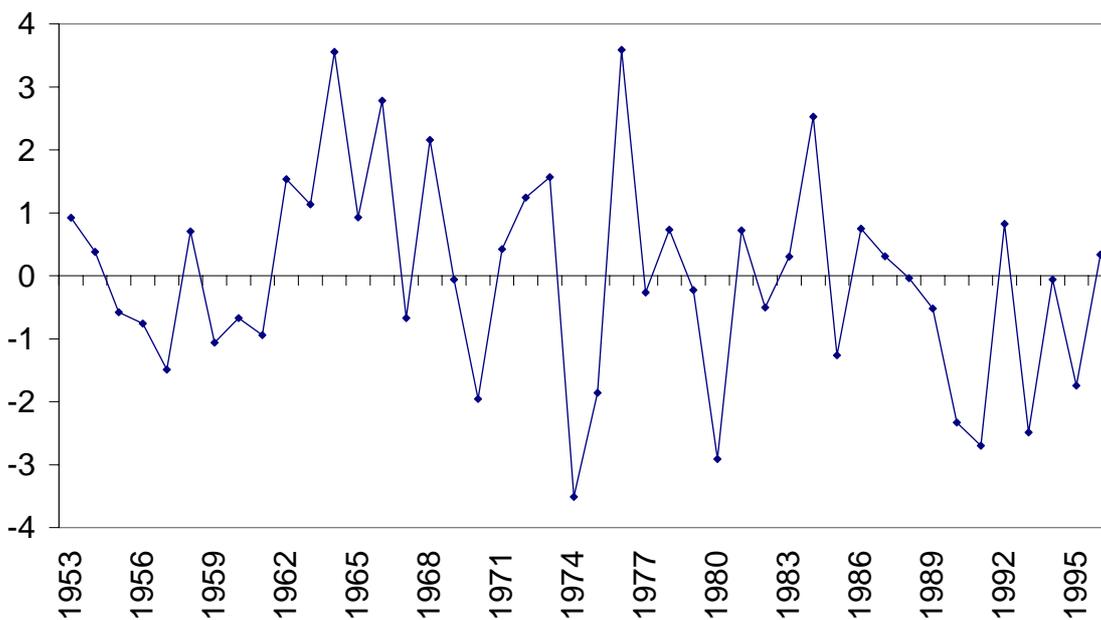
	VAR(3)
ϵ_i	6.15 (1.26)
ϵ_y	3.17 (0.26)
\hat{A}_{11}^1	0.54 (0.12)
\hat{A}_{22}^1	0.39 (0.14)
\hat{A}_{12}^1	0.25 (0.17)
\hat{A}_{21}^1	0.00 (0.18)
\hat{A}_{11}^2	0.00 (0.18)
\hat{A}_{22}^2	-0.28 (0.14)
\hat{A}_{12}^2	0.00 (0.18)
\hat{A}_{21}^2	-0.27 (0.14)
\hat{A}_{11}^3	0.26 (0.12)
\hat{A}_{22}^3	0.00 (0.18)
\hat{A}_{12}^3	0.27 (0.15)
\hat{A}_{21}^3	0.28 (0.13)
$\frac{3}{4}a_i$	1.9
$\frac{3}{4}a_y$	1.6
Q(6) ⁱ	3.60
Q(6) ^y	2.30

2.5.3.5.1 Gráficos de los residuos:

**Residuos estandarizados del modelo bivalente entre
Consumo Público Agregado y PIB.
Consumo Público Agregado**



**Residuos estandarizados del modelo bivalente entre
Consumo Público Agregado y PIB.
PIB**



2.5.3.5.2 Funciones de correlación cruzada estimadas con los residuos (retardos 1 a 3):

	3	2		3	2		3
4 i	:020	i :065	5	4 i	:092	:063	5
				4 i	:034	:030	5
	:119	:005			:032	:071	
					:036	:032	

Como las bandas vienen dadas por $\$0.30151$, ninguno de los parámetros de la ccf es significativamente distinto de cero y por tanto, el modelo formulado recoge toda la estructura de autocorrelación y de relación bidireccional de las series.

2.5.3.5.3 Contraste de ratio de verosimilitudes para los vectores autorregresivos bivariantes estimados con los residuos (retardos 0 a 3):

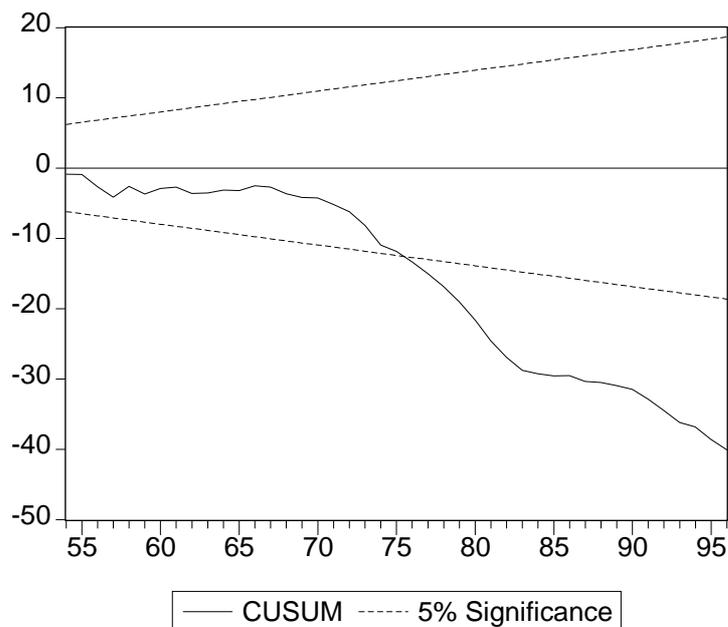
Hipótesis Nula	LR test	Chi_4(95%)
VAR(2) vs VAR(3)	-1.23	9.49
VAR(1) vs VAR(2)	-1.02	9.49
VAR(0) vs VAR(1)	0.16	9.49

En ningún caso se verifica que $\chi_{LR} > \hat{A}^2(K^2)$, por lo que aceptamos la adecuación de un VAR(0).

2.5.4 CONTRASTES DE ESTABILIDAD PARA LA MEDIA DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL CONSUMO PÚBLICO TIPO 1 Y TIPO 2:

2.5.4.1 CONSUMO PÚBLICO TIPO 1

2.5.4.1.1 Estadístico CUSUM



El estadístico CUSUM se calcula como:

$$W_t = \sum_{r=k+1}^T \frac{e_r}{\sqrt{h}}$$

con:

$$h = \frac{1}{T} \sum_{r=k+1}^T (e_r - \bar{e})^2$$

y

$$\bar{e} = \frac{1}{T} \sum_{r=k+1}^T e_r$$

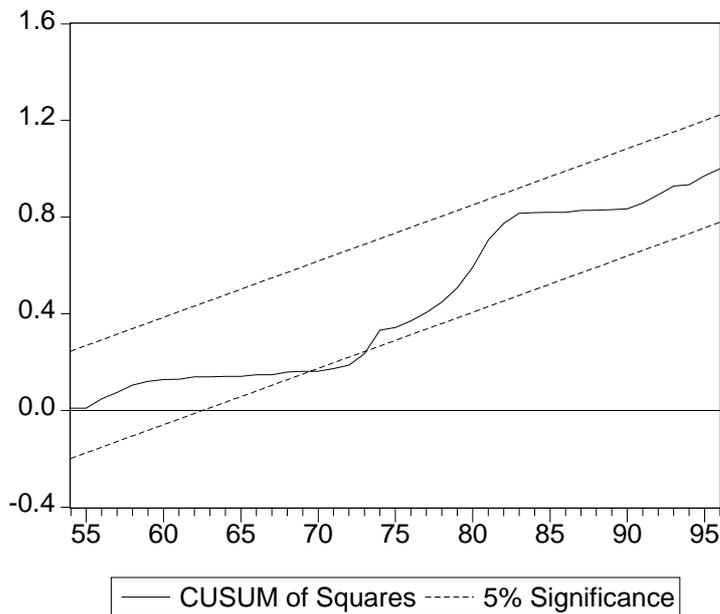
T=número de observaciones

k=número de variables explicativas

e_r = residuo recursivo normalizado

Se rechaza la hipótesis de estabilidad si la serie W_t traspasa las bandas de confianza.

2.5.4.1.2 Estadístico CUSUMQ



El estadístico se construye como:

$$S_t = \frac{\sum_{r=k}^T e_r^2}{\sum_{r=k}^T e_r^2}$$

Igualmente, se rechaza estabilidad si la serie S_t se sale de la banda.

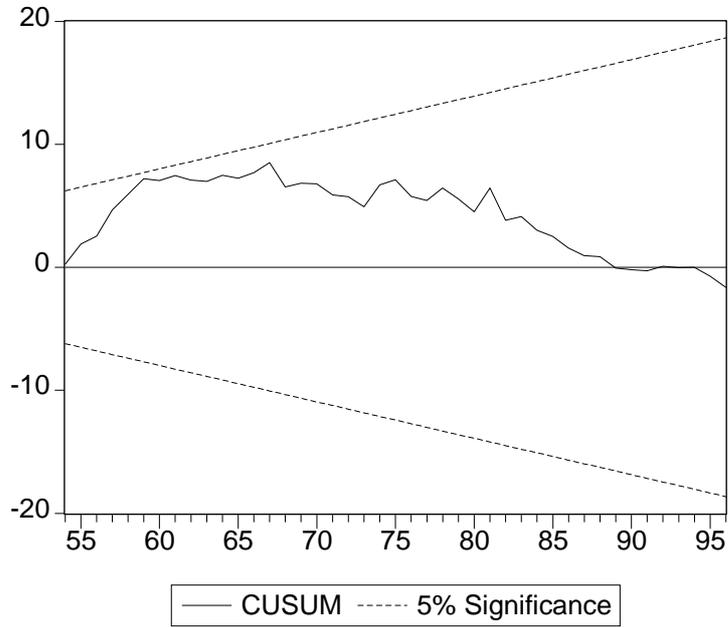
2.5.4.1.3 Contraste de Chow

$$F = \frac{(SR_T - SR_1 - SR_2) \cdot J}{(SR_1 + SR_2) \cdot (n_j - k)} \sim \frac{1}{4} Z_{J; n_j - k}$$

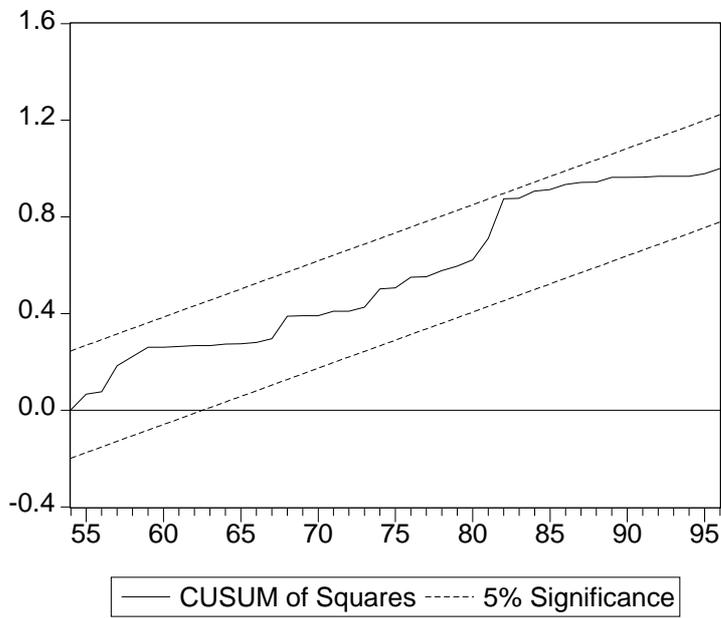
El estadístico F de cambio estructural para la tasa de crecimiento del consumo tipo 1 en la fecha 1971 es 71.55, que es mayor de 4.067, el valor de la $z_{1; 45; 2}$ (95%). Por tanto, se acepta la hipótesis de cambio estructural.

2.5.4.2 CONSUMO PÚBLICO TIPO 2

2.5.4.2.1 Estadístico CUSUM



2.5.4.2.2 Estadístico CUSUMQ



2.5.5 MODELO BIVARIANTE ENTRE EL CONSUMO TIPO 1 Y EL PIB

2.5.5.1 ESTIMACIONES MÁXIMO VEROSÍMILES DE VAR(j), PARA j=0,...,3

parámetroorden	VAR(0)	VAR(1)	VAR(2)	VAR(3)
α^i	6.50 (0.24)	6.55 (0.47)	6.52 (0.31)	6.51 (0.26)
α^y	3.18 (0.25)	3.21 (0.38)	3.22 (0.28)	3.21 (0.25)
\hat{A}_{11}^1		0.54 (0.13)	0.70 (0.16)	0.67 (0.15)
\hat{A}_{22}^1		0.27 (0.15)	0.35 (0.15)	0.32 (0.16)
\hat{A}_{12}^1		0.037 (0.13)	0.031 (0.13)	-0.022 (0.13)
\hat{A}_{21}^1		0.13 (0.15)	0.25 (0.18)	0.18 (0.19)
\hat{A}_{11}^2			-0.37 (0.17)	-0.24 (0.18)
\hat{A}_{22}^2			-0.25 (0.14)	-0.23 (0.15)
\hat{A}_{12}^2			0.10 (0.13)	0.15 (0.13)
\hat{A}_{21}^2			-0.19 (0.17)	-0.009 (0.21)
\hat{A}_{11}^3				-0.17 (0.15)
\hat{A}_{22}^3				-0.008 (0.15)
\hat{A}_{12}^3				-0.10 (0.13)
\hat{A}_{21}^3				-0.25 (0.18)
$\frac{3}{4}\alpha_a^i$	1.7	1.4	1.3	1.3
$\frac{3}{4}\alpha_a^y$	1.9	1.8	1.7	1.6
Q(6) ⁱ	17.7	8.7	2.7	0.53
Q(6) ^y	8.1	5.1	0.48	0.63
Ln(jSj)	2.22	1.81	1.56	1.48

(desv. típica entre paréntesis)

2.5.5.2 MATRICES DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS RESIDUOS

VAR(0)	$\frac{3}{4} \sigma_{cg1}^2$	$\frac{3}{4} \sigma_y^2$
$\frac{3}{4} \sigma_{cg1}^2$	2.971	-
$\frac{3}{4} \sigma_y^2$	0.996	3.448

VAR(1)	$\frac{3}{4} \sigma_{cg1}^2$	$\frac{3}{4} \sigma_y^2$
$\frac{3}{4} \sigma_{cg1}^2$	2.115	-
$\frac{3}{4} \sigma_y^2$	0.625	3.081

VAR(2)	$\frac{3}{4} \sigma_{cg1}^2$	$\frac{3}{4} \sigma_y^2$
$\frac{3}{4} \sigma_{cg1}^2$	1.833	-
$\frac{3}{4} \sigma_y^2$	0.515	2.752

VAR(3)	$\frac{3}{4} \sigma_{cg1}^2$	$\frac{3}{4} \sigma_y^2$
$\frac{3}{4} \sigma_{cg1}^2$	1.731	-
$\frac{3}{4} \sigma_y^2$	0.423	2.630

2.5.5.3 CONTRASTES DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR

2.5.5.3.1 Estadísticos de Criterio de Información

Utilizamos el Criterio de Información de Akaike (AIC) y el de Error Final de Predicción (FPE), debiendo elegirse el modelo con el valor del estadístico más reducido. En la siguiente tabla se muestra el valor de estos estadísticos para los distintos órdenes estimados.

	AIC	FPE
VAR(0)	2.225	11.098
VAR(1)	1.998	8.100
VAR(2)	1.945	7.710
VAR(3)	2.061	8.720

2.5.5.3.2 Contraste de ratio de Verosimilitudes

Hipótesis Nula	LR test	Chi_4(95%)
VAR(2) vs VAR(3)	3.614	9.49
VAR(1) vs VAR(2)	10.18	9.49

Región de rechazo: se rechaza la hipótesis nula, modelo VAR(p ; 1), frente a la alternativa, VAR(p), si λ_{LR} es mayor que el valor crítico para $\tilde{A}^2(K^2)$.

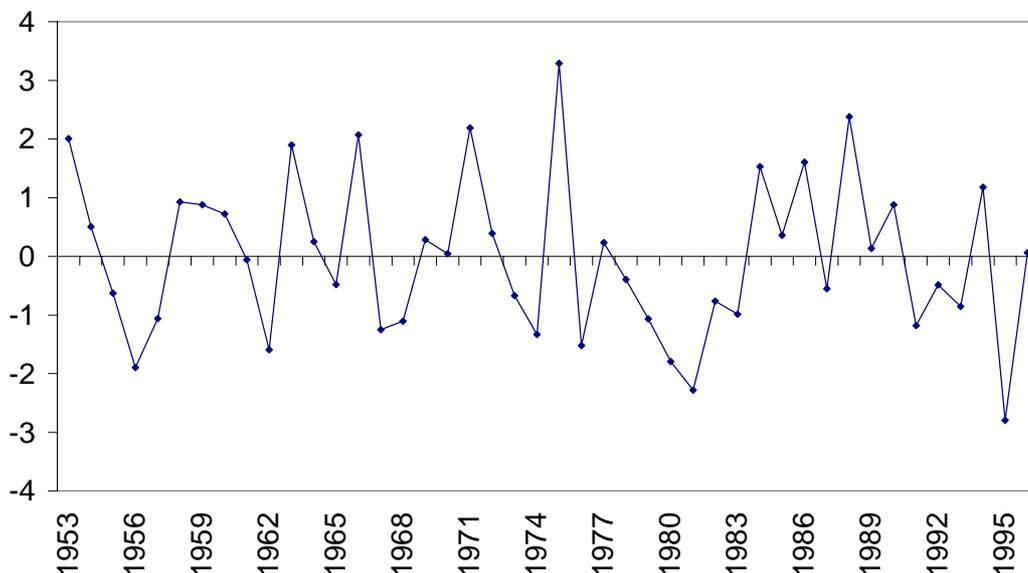
2.5.5.6 DIAGNOSIS DE LOS RESIDUOS DEL MODELO DEFINITIVO

El modelo estimado imponiendo la exogeneidad del consumo tipo 1 respecto del PIB

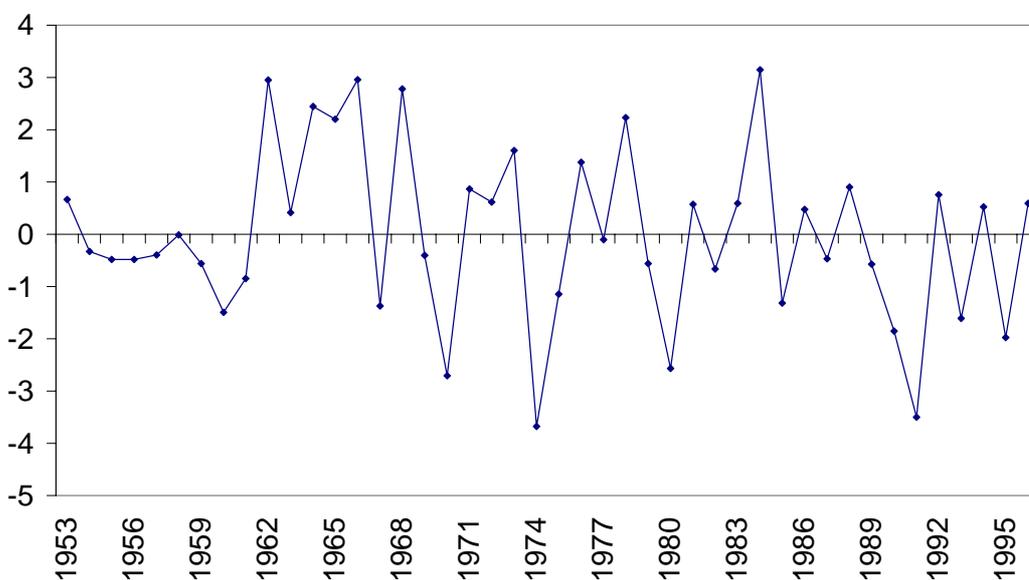
	VAR(2) restringido
σ^2_i	6.58 (0.48)
σ^2_y	3.20 (0.26)
\hat{A}_{11}^1	0.71 (0.15)
\hat{A}_{22}^1	0.34 (0.15)
\hat{A}_{12}^1	0.00 (0.21)
\hat{A}_{21}^1	0.26 (0.17)
\hat{A}_{11}^2	-0.34 (0.15)
\hat{A}_{22}^2	-0.27 (0.14)
\hat{A}_{12}^2	0.00 (0.21)
\hat{A}_{21}^2	-0.18 (0.17)
$\frac{3}{4}a^i$	1.3
$\frac{3}{4}a^y$	1.6
$Q(6)^i$	2.41
$Q(6)^y$	0.43

2.5.5.6.1 Gráficos de los residuos:

**Residuos estandarizados del modelo bivalente entre
Consumo Público en sanidad y educación y PIB.
Consumo público grupo 1**



**Residuos estandarizados del modelo bivalente entre
Consumo Público en sanidad y educación y PIB.
PIB**



2.5.5.6.2 Funciones de correlación cruzada estimadas para los retardos 1 a 3:

4	i :085	i :054	5	4	:093	:228	5	4	i :140	i :166	5
	i :073	i :031			:095	:062			i :136	i :009	

Las bandas de confianza son: $S_2 = \frac{P}{T} = 0.3015$. El elemento (1,2) de cada matriz corresponde al efecto retardado del PIB sobre el consumo, y el elemento (2,1) corresponde al efecto del consumo sobre el PIB. No hay ningún parámetro significativamente distinto de cero, por lo que podemos aceptar la hipótesis de que los residuos son ruido blanco y no es necesario añadir más estructura autorregresiva al modelo.

2.5.5.6.3 Contraste de ratio de verosimilitudes para los vectores autorregresivos bivariantes estimados con los residuos (retardos 0 a 3):

Hipótesis Nula	LR test	Chi_4(95%)
VAR(2) vs VAR(3)	-0.867	9.49
VAR(1) vs VAR(2)	-1.123	9.49
VAR(0) vs VAR(1)	-0.762	9.49

Los contrastes c.1. y c.2. nos permiten concluir que los residuos resultantes de la estimación del VAR(2) con la tasa de crecimiento del consumo tipo 1 y la del PIB son ruido blanco.

2.5.6 MODELO BIVARIANTE ENTRE EL CONSUMO TIPO 2 Y EL PIB

2.5.6.1 ESTIMACIONES MÁXIMO VEROSÍMILES DE VAR(j), PARA j=0,...,3

parámetroorden	VAR(0)	VAR(1)	VAR(2)	VAR(3)
1^i	2.17 (0.22)	2.12 (0.43)	2.12 (0.43)	2.08 (0.54)
1^y	3.18 (0.27)	3.16 (0.40)	3.15 (0.29)	3.17 (0.26)
\hat{A}_{11}^1		0.24 (0.16)	0.24 (0.15)	0.27 (0.15)
\hat{A}_{22}^1		0.32 (0.14)	0.43 (0.14)	0.43 (0.15)
\hat{A}_{12}^1		0.073 (0.19)	0.063 (0.21)	-0.032 (0.20)
\hat{A}_{21}^1		0.19 (0.11)	0.22 (0.11)	0.24 (0.11)
\hat{A}_{11}^2			-0.045 (0.17)	-0.052 (0.16)
\hat{A}_{22}^2			-0.31 (0.14)	-0.35 (0.15)
\hat{A}_{12}^2			0.15 (0.21)	0.23 (0.21)
\hat{A}_{21}^2			-0.077 (0.11)	-0.11 (0.12)
\hat{A}_{11}^3				0.21 (0.16)
\hat{A}_{22}^3				-0.008 (0.15)
\hat{A}_{12}^3				-0.40 (0.20)
\hat{A}_{21}^3				0.11 (0.11)
$\frac{3}{4}a^i$	2.4	2.3	2.3	2.1
$\frac{3}{4}a^y$	1.9	1.7	1.6	1.6
$Q(6)^i$	5.12	4.70	3.69	2.72
$Q(6)^y$	8.1	7.32	1.62	2.58
$\text{Ln}(jS_j)$	2.97	2.73	2.61	2.40

(desv. típica entre paréntesis)

2.5.6.2 MATRICES DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS RESIDUOS

VAR(0)	$\frac{3}{4}a_{cg2}^2$	$\frac{3}{4}a_y^2$
$\frac{3}{4}a_{cg2}^2$	5.665	-
$\frac{3}{4}a_y^2$	-0.269	3.448

VAR(1)	$\frac{3}{4}^2_{cg2}$	$\frac{3}{4}^2_y$
$\frac{3}{4}^2_{cg2}$	5.331	-
$\frac{3}{4}^2_y$	-0.588	2.932
VAR(2)	$\frac{3}{4}^2_{cg2}$	$\frac{3}{4}^2_y$
$\frac{3}{4}^2_{cg2}$	5.230	-
$\frac{3}{4}^2_y$	-0.467	2.638
VAR(3)	$\frac{3}{4}^2_{cg2}$	$\frac{3}{4}^2_y$
$\frac{3}{4}^2_{cg2}$	4.475	-
$\frac{3}{4}^2_y$	-0.658	2.589

2.5.6.3 CONTRASTES DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR

2.5.6.3.1 Estadísticos de Criterio de Información:

	AIC	FPE
VAR(0)	2.968	23.341
VAR(1)	2.913	20.216
VAR(2)	2.989	21.909
VAR(3)	2.983	21.920

2.5.6.3.2 Contraste de ratio de Verosimilitudes

	LR test	Chi_4(95%)	Chi_4(90%)
VAR(3) vs VAR(2)	8.639	9.49	7.78
VAR(2) vs VAR(1)	4.859	9.49	7.78
VAR(1) vs VAR(0)	9.894	9.49	7.78

2.5.6.4 ESTRATEGIA 'ARRIBA-ABAJO' PARA LA ELECCIÓN DEL MODELO DEFINITIVO

El procedimiento para la selección del modelo consiste en la estimación mínimo-cuadrática de modelos con restricciones sucesivas sobre los parámetros.

El estadístico empleado para la elección del modelo es el Criterio de Información de Akaike, definido como:

$$AIC = \ln \frac{1}{T} + (2 \times n^{\circ} \text{ parámetros}) = T$$

siendo:

\bar{u}^2 : media muestral de los residuos al cuadrado correspondientes a la ecuación k-ésima.

T: número de observaciones

Se elimina un parámetro del modelo si y sólo si prescindir de él permite reducir el valor del estadístico AIC. En caso contrario, se vuelve a incorporar dicho parámetro a la formulación.

Los modelos estimados y el valor del estadístico AIC se muestran en la siguiente tabla:

Ecuaciones	T (53-96)	nºparametros	sigma2_cg2	AIC
cg2=phi11_1*cg2(-1)+phi11_2*cg2(-2)+phi11_2*cg2(-3)+phi12_1*y(-1)+phi12_2*y(-2)+phi12_2*y(-3)	44	7	15986	6.2135
cg2=phi11_1*cg2(-1)+phi11_2*cg2(-2)+phi11_2*cg2(-3)+phi12_1*y(-1)+phi12_2*y(-2)	44	6	17507	6.2589
cg2=phi11_1*cg2(-1)+phi11_2*cg2(-2)+phi11_2*cg2(-3)+phi12_1*y(-1)+phi12_2*y(-3)	44	6	16299	6.1874
cg2=phi11_1*cg2(-1)+phi11_2*cg2(-2)+phi11_2*cg2(-3)+phi12_2*y(-3)	44	5	16320	6.1432
cg2=phi11_1*cg2(-1)+phi11_2*cg2(-2)+phi11_2*cg2(-3)	44	4	17620	6.1744
cg2=phi11_1*cg2(-1)+phi11_2*cg2(-2)+phi12_2*y(-3)	44	4	17530	6.1693
cg2=phi11_1*cg2(-1)+phi11_2*cg2(-3)+phi12_2*y(-3)	44	4	16349	6.0996
cg2=phi11_2*cg2(-3)+phi12_2*y(-3)	44	3	17417	6.1174
y=phi21_1*cg2(-1)+phi21_2*cg2(-2)+phi21_2*cg2(-3)+phi22_1*y(-1)+phi22_2*y(-2)+phi22_2*y(-3)	44	7	10592	5.8018
y=phi21_1*cg2(-1)+phi21_2*cg2(-2)+phi22_1*y(-1)+phi22_2*y(-2)+phi22_2*y(-3)	44	6	10675	5.7642
y=phi21_1*cg2(-1)+phi22_1*y(-1)+phi22_2*y(-2)+phi22_2*y(-3)	44	5	10693	5.7204
y=phi22_1*y(-1)+phi22_2*y(-2)+phi22_2*y(-3)	44	4	12496	5.8308
y=phi21_1*cg2(-1)+phi22_1*y(-1)+phi22_2*y(-2)	44	4	10919	5.6959
y=phi21_1*cg2(-1)+phi22_1*y(-1)	44	3	12550	5.7896

Nota: las ecuaciones corresponden a la primera diferencia de la transformación logarítmica de las series.

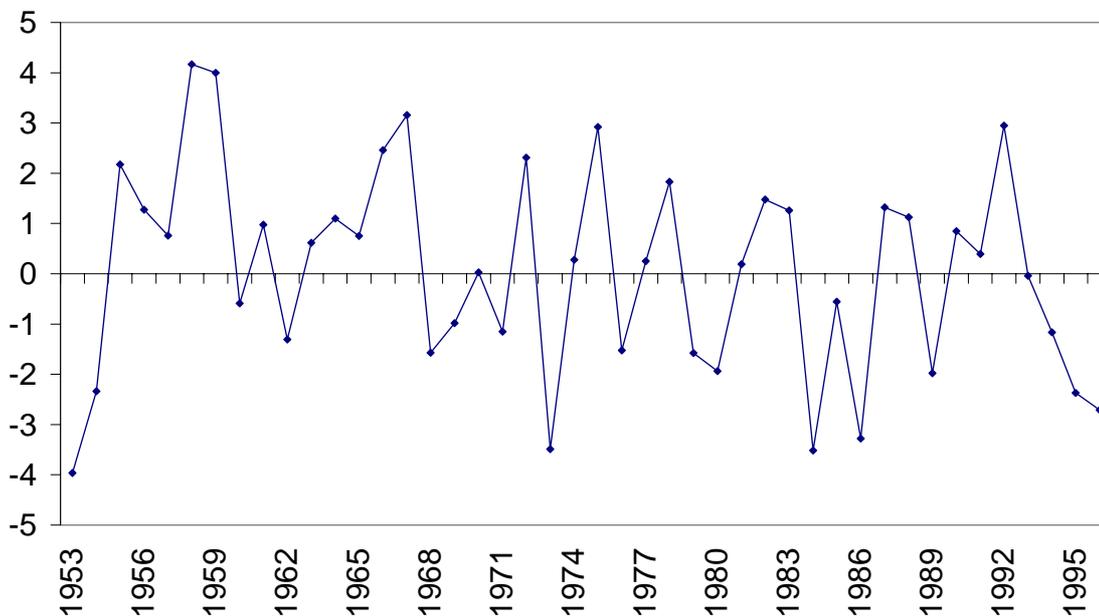
2.5.6.5 DIAGNOSIS DE LOS RESIDUOS DEL MODELO DEFINITIVO

El modelo definitivo estimado es el siguiente:

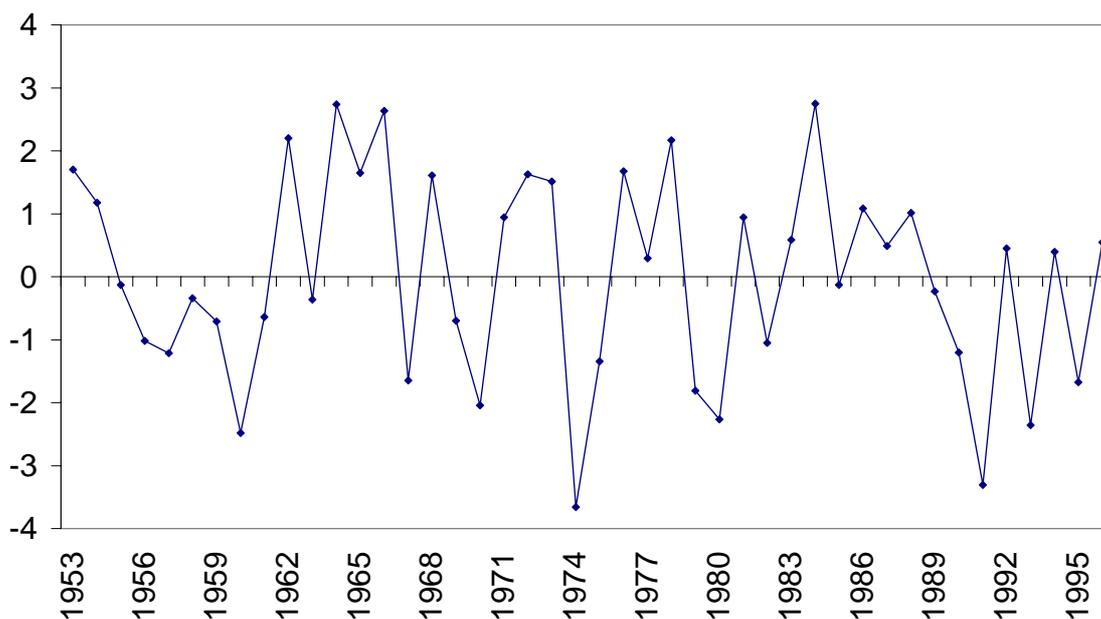
	VAR(3)
$\sigma^2_{\epsilon_i}$	1.98 (0.54)
$\sigma^2_{\epsilon_y}$	3.13 (0.30)
\hat{A}_{11}^1	0.25 (0.15)
\hat{A}_{22}^1	0.39 (0.15)
\hat{A}_{12}^1	0.00 (0.19)
\hat{A}_{21}^1	0.24 (0.11)
\hat{A}_{11}^2	0.00 (0.19)
\hat{A}_{22}^2	-0.31 (0.16)
\hat{A}_{12}^2	0.26 (0.20)
\hat{A}_{21}^2	0.00 (0.19)
\hat{A}_{11}^3	0.24 (0.17)
\hat{A}_{22}^3	0.00 (0.19)
\hat{A}_{12}^3	-0.44 (0.19)
\hat{A}_{21}^3	0.00 (0.19)
$\chi^2_a^i$	2.0
$\chi^2_a^y$	1.6
$Q(6)^i$	2.87
$Q(6)^y$	1.52

2.5.6.5.1 Gráficos de residuos:

Residuos estandarizados del modelo bivalente entre Consumo Público en infraestructuras de transporte, energía y recursos naturales y el PIB. Consumo tipo 2



Residuos estandarizados del modelo bivalente entre Consumo Público en infraestructuras de transporte, energía y rec. naturales y PIB. PIB



2.5.7 MODELO BIVARIANTE ENTRE EL CONSUMO TIPO 3 Y EL PIB

2.5.7.1 ESTIMACIONES MÁXIMO VEROSÍMILES DE VAR(j), PARA j=0,...,3

parámetroorden	VAR(0)	VAR(1)	VAR(2)	VAR(3)
i	4.29 (0.23)	4.34 (0.40)	4.35 (0.41)	4.35 (0.44)
y	3.18 (0.27)	3.20 (0.38)	3.21 (0.27)	3.21 (0.25)
\hat{A}_{11}^1		0.48 (0.13)	0.45 (0.14)	0.44 (0.14)
\hat{A}_{22}^1		0.30 (0.13)	0.36 (0.14)	0.29 (0.15)
\hat{A}_{12}^1		-0.004 (0.11)	0.006 (0.12)	0.001 (0.13)
\hat{A}_{21}^1		0.025 (0.17)	0.15 (0.18)	0.20 (0.17)
\hat{A}_{11}^2			0.068 (0.15)	0.035 (0.15)
\hat{A}_{22}^2			-0.23 (0.14)	-0.23 (0.14)
\hat{A}_{12}^2			-0.031 (0.13)	-0.015 (0.13)
\hat{A}_{21}^2			-0.23 (0.17)	-0.060 (0.18)
\hat{A}_{11}^3				0.057 (0.16)
\hat{A}_{22}^3				0.024 (0.13)
\hat{A}_{12}^3				-0.048 (0.12)
\hat{A}_{21}^3				-0.38 (0.17)
$\frac{3}{4}a^i$	1.6	1.4	1.4	1.4
$\frac{3}{4}a^y$	1.9	1.8	1.7	1.6
$Q(6)^i$	17.40	2.75	2.59	2.2
$Q(6)^y$	8.09	5.17	0.29	1.22
$\text{Ln}(jSj)$	2.10	1.74	1.61	1.48

(desv. típicas entre paréntesis)

2.5.7.2 MATRICES DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS RESIDUOS

VAR(0)	$\frac{3}{4}\sigma_{cg3}^2$	$\frac{3}{4}\sigma_y^2$
$\frac{3}{4}\sigma_{cg3}^2$	2.531	-
$\frac{3}{4}\sigma_y^2$	0.738	3.448

VAR(1)	$\frac{3}{4}\sigma_{cg3}^2$	$\frac{3}{4}\sigma_y^2$
$\frac{3}{4}\sigma_{cg3}^2$	1.950	-
$\frac{3}{4}\sigma_y^2$	0.612	3.123

VAR(2)	$\frac{3}{4}\sigma_{cg3}^2$	$\frac{3}{4}\sigma_y^2$
$\frac{3}{4}\sigma_{cg3}^2$	1.934	-
$\frac{3}{4}\sigma_y^2$	0.617	2.775

VAR(3)	$\frac{3}{4}\sigma_{cg3}^2$	$\frac{3}{4}\sigma_y^2$
$\frac{3}{4}\sigma_{cg3}^2$	1.913	-
$\frac{3}{4}\sigma_y^2$	0.636	2.504

2.5.7.3 CONTRASTES DE SELECCIÓN DEL ORDEN DEL VAR

2.5.7.3.1 Estadísticos de Criterio de Información:

	AIC	FPE
VAR(0)	2.102	9.855
VAR(1)	1.929	7.560
VAR(2)	1.988	8.048
VAR(3)	2.064	8.740

2.5.7.3.2 Contraste de ratio de Verosimilitudes

	LR test	Chi_4(95%)
VAR(3) vs VAR(2)	5.275	9.49
VAR(2) vs VAR(1)	5.592	9.49
VAR(1) vs VAR(0)	14.698	9.49

2.5.7.4 ESTRATEGIA 'ARRIBA-ABAJO' PARA LA ELECCIÓN DEL MODELO

En la siguiente tabla se muestran los estadísticos de AIC para las diferentes formulaciones posibles de la tasa de crecimiento del PIB y del consumo tipo 3.

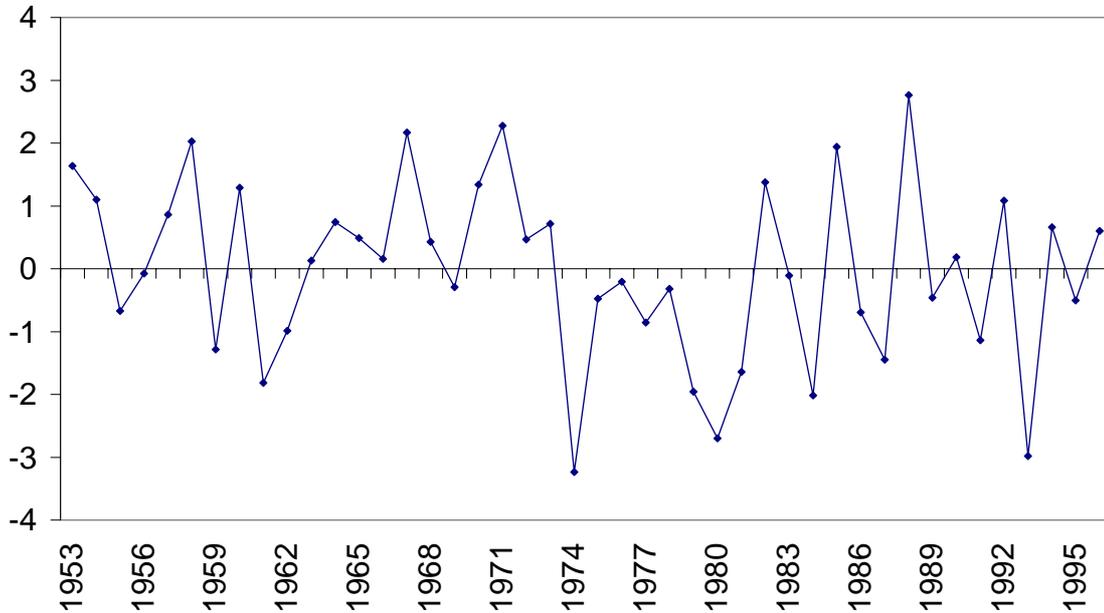
Ecuaciones	T (53-96)	nºparametros	sigma2_cg3	AIC
cg3=phi11_1*cg3(-1)+phi11_2*cg3(-2)+phi11_2*cg3(-3)+phi12_1*y(-1)+phi12_2*y(-2)+phi12_2*y(-3)	44	7	7098	5.4016
cg3=phi11_1*cg3(-1)+phi11_2*cg3(-2)+phi11_2*cg3(-3)+phi12_1*y(-1)+phi12_2*y(-2)	44	6	7921	5.4658
cg3=phi11_1*cg3(-1)+phi11_2*cg3(-2)+phi11_2*cg3(-3)+phi12_1*y(-1)+phi12_2*y(-3)	44	6	7101	5.3565
cg3=phi11_1*cg3(-1)+phi11_2*cg3(-2)+phi11_2*cg3(-3)+phi12_2*y(-3)	44	5	7124	5.3143
cg3=phi11_1*cg3(-1)+phi11_2*cg3(-2)+phi11_2*cg3(-3)	44	4	8019	5.3872
cg3=phi11_1*cg3(-1)+phi11_2*cg3(-2)+phi12_2*y(-3)	44	4	7546	5.3264
cg3=phi11_1*cg3(-1)+phi11_2*cg3(-3)+phi12_2*y(-3)	44	4	7175	5.2760
cg3=phi11_1*cg3(-1)	44	2	8224	5.3215
y=phi21_1*cg3(-1)+phi21_2*cg3(-2)+phi21_2*cg3(-3)+phi22_1*y(-1)+phi22_2*y(-2)+phi22_2*y(-3)	44	7	10858	5.8266
y=phi21_1*cg3(-1)+phi21_2*cg3(-3)+phi22_1*y(-1)+phi22_2*y(-2)+phi22_2*y(-3)	44	6	10886	5.7838
y=phi21_1*cg3(-3)+phi22_1*y(-1)+phi22_2*y(-2)+phi22_2*y(-3)	44	5	11142	5.7616
y=phi21_1*cg3(-3)+phi22_1*y(-1)+phi22_2*y(-2)	44	4	11259	5.7266
y=phi21_1*cg3(-3)+phi22_1*y(-1)	44	3	11609	5.7117
y=phi22_1*y(-1)	44	2	13587	5.8236

2.5.7.5 DIAGNOSIS DE LOS RESIDUOS DEL MODELO DEFINITIVO

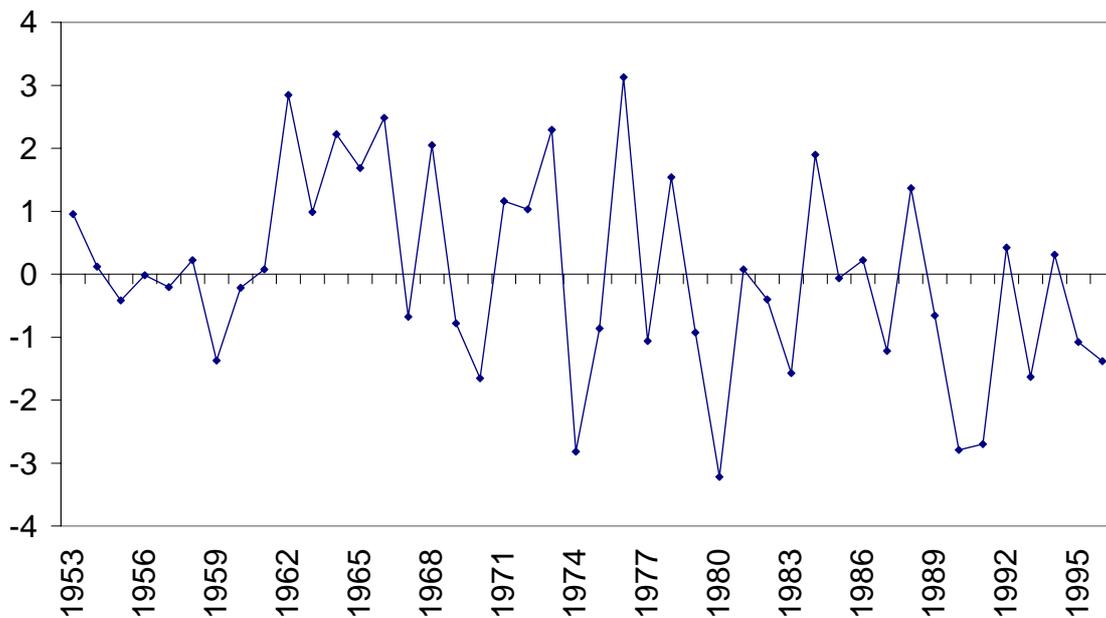
	VAR(3)
1 _i	4.31 (0.33)
1 _y	3.24 (0.22)
\hat{A}_{11}^1	0.44 (0.14)
\hat{A}_{22}^1	0.24 (0.14)
\hat{A}_{12}^1	0.00 (0.21)
\hat{A}_{21}^1	0.19 (0.17)
\hat{A}_{11}^2	0.00 (0.21)
\hat{A}_{22}^2	-0.21 (0.13)
\hat{A}_{12}^2	0.00 (0.21)
\hat{A}_{21}^2	0.00 (0.21)
\hat{A}_{11}^3	0.00 (0.21)
\hat{A}_{22}^3	0.00 (0.21)
\hat{A}_{12}^3	0.00 (0.21)
\hat{A}_{21}^3	-0.50 (0.16)
$\frac{3}{4}a^i$	1.4
$\frac{3}{4}a^y$	1.6
Q(6) ⁱ	2.26
Q(6) ^y	1.87

2.5.7.5.1 Gráficos de residuos:

**Residuos estandarizados del modelo bivalente entre
Consumo Público en policía, segur. Civil y justicia y PIB.
Consumo público tipo 3**



**Residuos estandarizados del modelo bivalente entre
Consumo Público en policía, segur. Civil y justicia y PIB.
PIB**



2.5.7.5.2 Funciones de correlación cruzada estimadas para los retardos 1 a 3:

ρ_{12} :063 ρ_{13} :016 ρ_{23} :062 ρ_{12} :073 ρ_{13} :069 ρ_{23} :003
 ρ_{12} :017 ρ_{13} :037 ρ_{23} :055 ρ_{12} :063 ρ_{13} :011 ρ_{23} :143

Las bandas de confianza son: $S_2 = P_T = S_0:3015$. El elemento (1,2) de cada matriz corresponde al efecto retardado del PIB sobre el consumo, y el elemento (2,1) corresponde al efecto del consumo sobre el PIB. No hay ningún parámetro significativamente distinto de cero, por lo que podemos aceptar la hipótesis de que los residuos son ruido blanco y la modelización es adecuada.

2.5.7.5.3 Contraste de ratio de verosimilitudes para los vectores autorregresivos bivariantes estimados con los residuos (retardos 0 a 3):

Hipótesis Nula	LR test	Chi_4(95%)
VAR(2) vs VAR(3)	-0.0325	9.49
VAR(1) vs VAR(2)	0.365	9.49
VAR(0) vs VAR(1)	0.342	9.49

Conclusión: los residuos resultantes de la estimación del VAR(3) con la tasa de crecimiento del consumo tipo 3 y la del PIB son ruido blanco.

Parte II

MODELO DE USO EFICIENTE DE LAS INFRAESTRUCTURAS PÚBLICAS

Capítulo 3

UNA REGLA DE ORO DE REPARTO DEL GASTO PÚBLICO

3.1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la clasificación económica expuesta en el capítulo 2, dentro del gasto público no destinado a transferencias podemos distinguir dos grandes grupos, la inversión pública y el consumo público.

Atendiendo a la naturaleza de los bienes en que se materializan, una clasificación factible de los gastos públicos dentro de uno u otro concepto sería la siguiente. La inversión pública incluye todos aquellos gastos destinados a la construcción de infraestructuras públicas, entendidas en un sentido amplio, tanto infraestructuras de transporte (autopistas y calles, puertos y aeropuertos,...) como hospitales, colegios, alcantarillado, fábricas, etc. En definitiva, aquellos gastos públicos destinados a la formación de capital productivo físico de titularidad pública.

Por otro lado, formarían parte del consumo público los gastos dedicados a la compra de bienes de consumo no duraderos y la obtención de servicios, así como sueldos de funcionarios. Por ejemplo, sería consumo público el pago de médicos, profesores, policías o personal de la administración pública, así como la compra de materiales consumibles y gastos de mantenimiento necesarios para la adecuada explotación de los activos públicos.

Llamaremos a la suma de estas dos componentes (consumo e inversión) gasto público exhaustivo, en la medida que implica la absorción o utilización de recursos productivos, por contraposición a los gastos de transferencias al sector privado que forman parte de la renta disponible agregada pero no de la restricción agregada de recursos.

Como hemos indicado en la introducción al capítulo empírico, en la última década ha surgido un amplio grupo de trabajos que ha estudiado los efectos diferenciados del consumo público y la inversión pública sobre el crecimiento y la productividad agregados o la inversión privada.

En la medida que el grueso de estos trabajos empíricos ha encontrado para la inversión pública efectos expansivos sobre el producto, así como efectos incentivadores de la inversión privada, los trabajos teóricos la han modelizado como un gasto productivo que incrementa la productividad de los factores privados a través de la acumulación

de infraestructuras (Barro (1990) es la referencia clásica). Por su parte, los efectos encontrados para el consumo público (desplazamiento de la inversión privada y reducción de la tasa de crecimiento de la economía) han hecho que los modelos teóricos suelen introducirlo como un gasto no productivo aunque con efectos sobre la utilidad de los agentes (Barro (1990) es, de nuevo, el trabajo más referenciado).

En línea con este contexto académico, la Zona Euro ha plasmado su política de disciplina presupuestaria en una reorientación del gasto público a favor de la inversión y en detrimento de los gastos corrientes: en el quinquenio 93-98, la reducción de las necesidades de ...nanciación pública (3.2 puntos porcentuales del PIB) se ha debido fundamentalmente a recortes de las partidas de consumo (1.1 p.p. del PIB, ver Ortega (2000)).

Por nuestra parte, en el capítulo empírico hemos obtenido resultados que nos permiten matizar este estado de la cuestión. Resumiendo los resultados encontrados, podemos decir que existe cierta evidencia de efectos productivos para algunas partidas de consumo público, tales como gastos de consumo destinados a funciones de sanidad y educación, infraestructuras de transporte, energía y recursos naturales o policía, seguridad civil y justicia.

¿Cómo interpretamos los resultados obtenidos empíricamente en un marco teórico?. Contestar esta pregunta es el objetivo del siguiente capítulo.

Cabe concebir el servicio proporcionado por los bienes públicos, y en particular las infraestructuras, como el resultado de un proceso productivo en el que intervienen conjuntamente tanto el gasto en inversión para la obtención de bienes de capital, como el gasto de consumo corriente para la explotación y mantenimiento de dichos bienes de capital. Por ejemplo, no sería productivo un hospital o un colegio sin médicos o profesores, o sin los materiales sanitarios y educativos necesarios.

Igualmente, no realizar gastos para el mantenimiento de una autopista implica una degeneración progresiva de la misma, con lo que terminaría por ser inservible. Escatimar gastos en el mantenimiento y puesta a punto de una maquinaria, acaba por reducir su rendimiento y aumentar su tasa de depreciación. No emplear recursos su...cientes en personal portuario o en aeropuertos puede colapsar el transporte marítimo o aéreo. Utilizar material sanitario de poca calidad, reduce la e...cacia en el uso de los activos ...jos hospitalarios.

En línea con estos razonamientos, Hulten (1996) hace las siguientes puntualizaciones:

"La mayoría de las explicaciones actuales del crecimiento económico asignan un papel preponderante a la formación de capital. No obstante, la literatura relevante se ha centrado principalmente en la inversión en capital nuevo, mientras se ha prestado comparativamente poca atención al uso efectivo de los stocks de capital una vez están en uso. Esta es una omisión potencialmente importante, porque una gestión pobre de los medios de producción puede ser responsable de una regresión en el estado de desarrollo económico. Si los stocks de capital no se usan de forma e...ciente, la formación de capital adicional puede ser de poca ayuda para estimular el crecimiento económico". El autor continúa con algunos ejemplos: "Los datos presentados en el Informe de Desarrollo Mundial (IDM) de 1994 sugieren que si en Africa se hubieran empleado 12 billones de dólares en mantenimiento continuado de carreteras durante la pasada década, se habrían

ahorrado 45 billones en la reconstrucción y rehabilitación de las mismas."... "El IDM sigue indicando que estas de...ciencias surgen a menudo de una gestión inadecuada de las infraestructuras existentes, y no tanto por niveles inadecuados de construcción de nuevas infraestructuras. Esto es secundado por los comentarios de Easterly y Levine (1996), los cuales argumentan que el Chad dispone de 15.000 teléfonos pero el 91% de las llamadas resultan fallidas." (Hulten (1996), páginas 2 y 3).

La importancia de los costes de explotación y mantenimiento del capital público es de una magnitud nada despreciable, al menos para cierto tipo de infraestructuras. Así, se sitúa en torno al 20% del coste de la inversión inicial, según estimaciones para autopistas con un periodo de explotación de 20-30 años y alcanza hasta el 33% para periodos más largos, de unos 50 años¹.

Los ejemplos expuestos nos permiten apoyar la hipótesis de que los servicios obtenidos del capital público por el sector privado dependen en cierto grado del consumo público corriente utilizado para la explotación y mantenimiento de dicho stock. De...nimos esta propiedad como hipótesis de complementariedad del consumo público respecto de las infraestructuras.

Si esta complementariedad existe, políticas indiscriminadas de reducción de todo tipo de consumo público, sin distinguir según su función económica, puede ser nocivo para la productividad global de los factores productivos, en particular de las infraestructuras públicas, pudiendo afectar negativamente a la producción. Extendemos también el concepto de consumo público 'complementario' de las infraestructuras a aquellos gastos que revierten en un aumento de la productividad agregada mediante la protección de los derechos de propiedad de los agentes económicos (policía, legislación y justicia, seguridad civil, ...).

Frente a la modelización estándar del consumo público y la inversión pública como gastos no productivo y productivo respectivamente, el objetivo de nuestro trabajo es desarrollar un modelo teórico que introduce efectos del consumo público sobre la productividad de los factores de producción y, por tanto, altera las decisiones de inversión de consumidores y empresas. Así, se plantea un modelo dinámico estocástico de equilibrio general competitivo, que será calibrado y simulado siguiendo técnicas habituales en la literatura de los Ciclos Económicos.

Parametrizamos la tecnología mediante una función de producción Cobb-Douglas que incorpora el supuesto estándar de infraestructuras complementarias de los factores privados y se introduce como aportación una formulación que recoge de forma natural la hipótesis de complementariedad del consumo público respecto de las infraestructuras.

Utilizamos una modelización flexible que nos permite recoger como caso particular de nuestro modelo el supuesto estándar de que el consumo público es un gasto no productivo, con sólo restringir a cero el valor de un parámetro.

El caso particular de consumo no productivo se emplea como marco de referencia con el que comparar los resultados del modelo de complementariedad. De esta forma, nuestro modelo teórico servirá como instrumento analítico que nos permita evaluar si la orientación actual de la política económica, consistente en la reducción del tamaño del

¹French Highway Directorate (1997); NatWest (1997), Louzan y otros (1998). Citado en de Rus, G. y G. Nombela (1999).

gasto público fundamentalmente a costa de los gastos corrientes, es la adecuada para la consecución simultánea de los objetivos de reducción del tamaño del sector público y el mantenimiento de la productividad agregada, tal y como aparecen recogidos por ejemplo en el Pacto de Estabilidad y Crecimiento, y que están igualmente implícitos en la política de otras zonas económicas (ver introducción al Capítulo de Evidencia Empírica).

Concretando, supuesto que la modelización de un consumo público complementario de las infraestructuras es una caracterización adecuada del proceso productivo de los bienes públicos nos planteamos ¿existe la posibilidad de que una política pública de alteración de la composición del gasto público en consumo e inversión tenga efectos sobre ...

² los niveles de producto y utilidad en el largo plazo

² las propiedades cíclicas de la economía?

Yendo un paso más allá, en el caso de que la respuesta a las anteriores preguntas sea afirmativa, ¿sería posible el diseño de una política pública óptima de composición del gasto público?. De forma más explícita, ¿cómo debería reaccionar la variable de composición del gasto público ante una perturbación positiva o negativa de oferta (representada mediante la perturbación tecnológica)?, e igualmente, ¿cómo debe ajustarse la composición del gasto público ante medidas discrecionales de reducción o aumento del tamaño del sector público o de la presión fiscal?.

En el presente capítulo nos ocuparemos del análisis de los posibles efectos de la política de composición del gasto público en el largo plazo. En el siguiente, estudiaremos las propiedades dinámicas de la economía y, finalmente, dejamos para el último capítulo la vertiente normativa de estas cuestiones.

En la literatura de modelos de equilibrio general dinámicos y estocásticos, los antecedentes más directos en cuanto a la metodología empleada y la temática son, desde una vertiente positiva los de Baxter y King (1993), García Milá (1988) o Finn (1998), y desde un enfoque de optimalidad de la política fiscal, Ambler y Paquet (1996) o Lansing (1998). Todos ellos utilizan dos tipos de gasto público: uno tiene efectos sobre la productividad agregada y el otro sobre la utilidad de los consumidores.

En cuanto a la motivación de nuestro trabajo destacan los trabajos de Hulten (1996) y Devarajan y otros (1996) como los más relacionados.

Como ya mencionamos en el capítulo de evidencia empírica, Hulten (1996) realiza un estudio empírico de crecimiento con un grupo de países en desarrollo en el que incluye una variable que aproxima la eficiencia en la utilización del stock de infraestructuras existente. El autor concluye que más del 40% de los diferenciales de crecimiento entre países con crecimiento alto y bajo se debe a lo que llama 'efecto eficiencia', consistente en diferencias en el uso efectivo de infraestructuras, mientras que el diferencial debido a la formación de nuevo stock de infraestructuras es despreciable. Esta variable de eficiencia es una media ponderada de indicadores como el porcentaje de llamadas de teléfono fallidas, ratio de pérdidas en la energía eléctrica generada o proporción de carreteras asfaltadas en buenas condiciones. Nosotros añadimos sobre este trabajo una

relación de causalidad entre estas señales 'observables' de utilización eficiente y una variable de control de la política económica como es el consumo público empleado para la explotación y para el mantenimiento de las infraestructuras en buenas condiciones de uso. Por decirlo de algún modo, hacemos endógeno al modelo el indicador de eficiencia de las infraestructuras.

Por su parte, Devarajan y otros (1996) encuentran para un grupo de países en desarrollo que los gastos públicos de inversión resultan improductivos en el margen, mientras que los gastos corrientes (incluyendo consumo y transferencias) son productivos en el margen. Ellos lo justifican indicando que el carácter productivo o no de los gastos públicos depende no sólo de su productividad sino también de la proporción del gasto total destinado a ambos tipos de gasto, y que consideran excesiva para la inversión pública en este grupo de economías. Explícitamente señalan que: "La extendida recomendación de aumentar la proporción de inversión pública en el presupuesto público ... puede ser perjudicial. Algunos componentes de los gastos corrientes, como los de explotación y mantenimiento, pueden tener tasas de rendimiento más elevadas que los gastos de capital" (Devarajan y otros (1996), página 338). Respecto de este trabajo, que utiliza un modelo estático determinista de crecimiento, nosotros utilizamos una función de producción alternativa y aportamos ejercicios de simulación con un modelo dinámico estocástico calibrado para una economía observada.

Frente a otros trabajos teóricos, utilizamos una clasificación objetiva de los gastos de consumo e inversión pública, coincidente con los criterios usados en la contabilidad nacional y basada en la naturaleza duradera o perecedera de ambos tipos de gasto. Mientras que los gastos de inversión permiten incrementar el stock de capital público disponible en periodos siguientes, los gastos corrientes de consumo se materializan en bienes que se agotan en el mismo periodo de su adquisición y por tanto, no podrán emplearse en el proceso productivo de ejercicios posteriores. El objetivo de utilizar el criterio de la contabilidad nacional es que nuestros ejercicios de carácter normativo sean aplicables para orientaciones de la política económica.

3.2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A continuación se expone una breve revisión de los resultados de los principales trabajos teóricos que modelizan, en el marco de modelos de crecimiento, efectos diferenciados para el consumo público y la inversión pública. Los estudios citados utilizan el supuesto de rendimientos constantes en los factores acumulables, lo que implica la existencia de crecimiento endógeno, y de ello deriva la posibilidad de que la política ...scal incida sobre la tasa de crecimiento de estado estacionario.

El modelo de base para la obtención de estos resultados es el mismo del capítulo introductorio. Las variables empleadas son: c y c_g son los flujos de consumo privado y público; i_p e i_g los flujos privado y público de inversión; k_p y k_g los stocks de capital privado y público; g , tr y τ , el gasto público, las transferencias y los impuestos sobre la renta. Y los elementos que intervienen en la economía son:

1. Consumidor:

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{c; k_p, g} U(c; c_g) \\ \text{s.a.: } & c + i_p = (1 - \tau) [w \dot{n} + r \dot{k}_p] + tr \end{aligned}$$

2. Empresa:

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{n; k_p, g} y - w \dot{n} - r \dot{k}_p \\ \text{s.a.: } & y = f(n; k_p; g) \end{aligned}$$

3. Gobierno:

$$g = c_g + i_g + tr = \tau y$$

4. Restricción agregada de recursos:

$$c + i_p + g = y$$

Las predicciones teóricas de los efectos que las componentes de gasto público tienen sobre los niveles de estado estacionario para la tasa de crecimiento y el bienestar pueden sintetizarse en las siguientes líneas:

1. Incidencia de los gastos públicos sobre la tasa de crecimiento:

Los efectos dependen de si el tipo de impuesto elegido para su ...nanciación tiene o no efectos distorsionantes sobre la decisión privada de inversión.

a) Supuesto que los gastos públicos se ...nancian con impuestos proporcionales sobre la renta:

² La tasa de crecimiento depende negativamente de la proporción de renta nacional, y , dedicada a consumo público, cg , (denotaremos el ratio $cg=y$ como λ_{cg}), ya que no tiene efectos productivos y desplaza inversión privada por su ...nanciación distorsionante.

² Existe una relación en forma de U invertida entre la tasa de crecimiento económico y la proporción de renta nacional destinada a inversión pública, ig , (representamos el cociente $ig=y$ mediante λ_{ig}):

‡ Para niveles bajos de λ_{ig} , predominan los efectos positivos sobre el crecimiento derivados de la productividad del capital público y de su efecto complementario del capital privado que incentiva la inversión privada. Para niveles altos de λ_{ig} , predomina el efecto desincentivador de la inversión privada que genera la ...nanciación distorsionante del gasto público

‡ La regla que garantiza la maximización de la tasa de crecimiento de estado estacionario es la regla de e...ciencia productiva: $f_g = 1$ (siendo f_g el producto marginal del gasto público, por lo que esta regla implica que el producto marginal neto de ...nanciación es nulo). En el caso estándar de una función de producción Cobb-Douglas ($y = ip^{1-\alpha} ig^\alpha$, siendo ip y ig los flujos de inversión privada y pública respectivamente), esta regla se traduce en la igualdad $\lambda_{ig}^\alpha = (ig=y)^\alpha = \alpha$ (es decir, la proporción de Renta Nacional dedicada a inversión pública debe coincidir con su parámetro de elasticidad-producto). Esta regla ha sido obtenida por todos los trabajos de la literatura: Barro (1990), Lee (1992), Futagami, Morita y Shibata (1993), Glomm y Ravikumar (1997), Lau (1995) o Turnovsky (1996). Algunos trabajos plantean un modelo de dos sectores: uno destinado a la producción de bien físico y otro a la producción de capital humano. Cabe citar entre ellos los trabajos de Lin (1994), o de Glomm y Ravikumar (1997). En estos casos, la condición que garantiza la maximización del crecimiento también corresponde a la e...ciencia productiva.

² Si el gasto público (g) se destina a consumo y a inversión ($g = cg + ig$), el ratio de inversión que maximiza el nivel de producto, dado λ_{cg} es: $\lambda_{ig}^\alpha = \alpha / (1 + \lambda_{cg})$ (Barro (1990)).

² Si hay varios gastos públicos productivos, (por ejemplo, g_1 y g_2 que participan en la producción agregada en la forma estándar, $y = ip^{1-\alpha} g_1^\alpha g_2^\alpha$), el tamaño del sector público que maximiza el crecimiento es: $\lambda_{ig}^\alpha = \alpha / (\alpha + \alpha)$ (Devarajan y otros (1996)).

b) Si los gastos públicos se ...nancian con impuestos de suma ...ja o con deuda, que no afectan al producto marginal del capital privado (Turnovsky (1996)):

² La tasa de crecimiento depende positivamente del ratio λ_{ig} .

² La tasa de crecimiento no depende del ratio λ_{cg}

2. Incidencia de las distintas componentes de gasto con el bienestar de largo plazo:

² El bienestar crece inicialmente con el ratio $\lambda_{cg} = cg=y$, ya que el consumo público proporciona utilidad al consumidor representativo. Pero a partir de un cierto nivel, el desplazamiento de la inversión por la ...nanciación del gasto provoca caídas en el consumo y por tanto la utilidad. Por lo tanto, encontramos un per...l de U invertida para la relación entre utilidad y la proporción λ_{cg} . Este resultado también se ha encontrado en numerosos trabajos de la literatura: Barro (1990), Lau (1995)², Turnovsky (1996)³ o Judd (1999). Por tanto, una reducción del consumo para aumentar la tasa de crecimiento, sólo se traduciría en una mejora del bienestar si estuviéramos a la derecha del óptimo.

² También existe una relación de U invertida entre la utilidad del agente representativo y el ratio $\lambda_{ig} = ig=y$. Las condiciones de optimalidad obtenidas en distintos trabajos son las siguientes:

! Óptimo paretiano 1: supuesto que λ_{cg} está ...jado en el nivel que maximiza el bienestar de estado estacionario, el ratio óptimo $ig=y$ también veri...ca la condición de e...ciencia productiva (condición de máximo crecimiento, apartado a.2.), por lo que $\bar{f}_{ig} = \bar{c}$. Este resultado lo obtienen los trabajos de Barro (1990), Corsetti y Roubini (1996), Turnovsky (1996) o Judd (1999), que se caracterizan por introducir la inversión pública (no el stock de infraestructuras) en la función de producción.

! Óptimo paretiano 2: En los trabajos que introducen el stock de infraestructuras en la función de producción, se obtiene el resultado de que $(\bar{f}_{ig})_{ut} < \bar{c}_{ig}$ (siendo $(\bar{f}_{ig})_{ut}$ el ratio de inversión pública que maximiza el bienestar y \bar{c}_{ig} el que maximiza la tasa de crecimiento). Por ejemplo, Futagami y otros (1993) demuestran, en un modelo en tiempo continuo muy similar al de Barro (1990), que la existencia de dinámica de transición en el modelo (derivado de la existencia de dos variables stock) implica que el tipo impositivo óptimo es inferior a aquél que maximiza la tasa de crecimiento. En la misma línea, Glomm y Ravikumar (1994) o Lau (1995), con modelos de tiempo discreto obtienen la regla de optimalidad $\bar{f}_{ig} = \bar{c}_{ig}^{-\tau}$, (siendo τ el parámetro de descuento) supuesto que λ_{cg} está ...jado en el ratio de consumo público que maximiza el bienestar. Lau (1995) utiliza este resultado para justi...car que, si los gobiernos ...jan los niveles λ_{ig} y λ_{cg} para maximizar el bienestar de estado estacionario, al utilizar datos de economías reales, cabría esperar una correlación negativa entre la tasa de crecimiento y λ_{cg} , y positiva entre la primera y λ_{ig} .

²Para una función de utilidad:

$$U = \int_{t=0}^{\infty} \beta^{-t} [(1-\alpha) \ln c_t + \alpha \ln g_t]; \text{ concluye que la regla de optimalidad del consumo público es: } g_t = y_t$$

³Supuesta una función de utilidad: $U = \int_0^{\infty} \beta^{-t} \frac{1}{3/4} (c_t \bar{c} g_t)^{3/4} \bar{c} e^{-\tau t} dt$
obtiene la regla de optimalidad para el consumo público: $U_c = U_g \Rightarrow g = c = \bar{c}$

² Respecto de la composición óptima del gasto público:

¡ Supuesto dos gastos públicos productivos (como antes, suponemos una tecnología agregada estándar $y = ip^{1i} \text{ } \text{ } g_1 \text{ } g_2$), la composición óptima viene dada por la productividad relativa de ambos gastos (Devarajan y otros (1996)): $\Phi = g_2 = (g_1 + g_2) = \text{ } = (\text{ } + \text{ })$.

¡ Supuesta una economía con tres tipos de gasto público, uno productivo (ig), uno útil (cg) y transferencias corrientes (tr), Lee (1992) obtiene los siguientes resultados

a) Hay dos equilibrios posibles: El primero presenta un tamaño elevado del sector público, con una proporción baja de inversión pública y de consumo público sobre el total de gasto y una proporción alta de transferencias corrientes. Este equilibrio implica una tasa de crecimiento reducida. El segundo equilibrio, con una mayor tasa de crecimiento, está determinado por un sector público más reducido, mayor proporción de inversión pública y consumo público sobre el total de gasto y un porcentaje reducido de transferencias corrientes.

b) Las proporciones óptimas sobre gasto total de la inversión pública y el consumo público aumentan, respectivamente, con la elasticidad-producto del capital público y la utilidad relativa del consumo público respecto del privado.

3. Reglas de imposición óptima:

Aunque nuestro trabajo va a poner poco énfasis en las cuestiones de imposición, podemos resumir los principales resultados obtenidos respecto de las reglas de imposición óptima en las siguientes líneas.

3.1. Cuando la existencia del bien público genera externalidades, se produce una disparidad entre el rendimiento privado y el rendimiento social de la inversión, que debe ser corregido mediante un impuesto (o subsidio) a modo de impuestos pigouvianos (Judd (1999)). Así, Barro y Sala-i-Martin (1992), obtienen el impuesto de suma fija como regla impositiva óptima en el caso de que el sector público proporcione un bien privado (rival y excluible) o un bien público puro (no rival y no excluible) y cumpla la regla de eficiencia productiva en la provisión del mismo; en cambio, será óptimo establecer un impuesto sobre la renta en el caso de que el bien público esté sujeto a congestión (bien no excluible y parcialmente rival), porque así se evitará un uso excesivo del bien público. En este mismo sentido, Corsetti y Roubini (1996) demuestran que el plan impositivo óptimo consiste en gravar la renta relacionada con la externalidad generada por el gasto público, usando como base imponible la renta del factor productivo privado que resulte beneficiado.

3.2. Por su parte, Turnovsky (1996) proporciona dos reglas básicas de imposición óptima:

a) El intercambio óptimo entre los impuestos sobre la renta y sobre el consumo depende de las externalidades generadas por el bien público, lo que es a su vez función de:

² La divergencia entre el nivel de gasto y su nivel óptimo

² El grado de congestión que presenta el bien público

b) Se requieren dos instrumentos ...cales para obtener el óptimo paretiano: uno que ...nancie el gasto y uno que corrija la externalidad generada por el gasto público.

3.3. Finalmente, Jones, Manuelli y Rossi (1993) destacan la interrelación entre los resultados de imposición óptima y la modelización de los efectos productivos del gasto público. En un modelo con gasto público productivo, proporcional al producto y endógeno para el plani...cador, encuentran que el impuesto sobre el capital óptimo a largo plazo es estrictamente positivo.

Tras revisar los resultados de trabajos anteriores, pasamos a la exposición de los elementos de nuestro modelo.

3.3 MODELIZACIÓN DE LA ECONOMÍA

Se plantea un modelo dinámico estocástico de equilibrio general competitivo. Suponemos que la economía está poblada por un gobierno, un gran número de empresas idénticas y un gran número de consumidores idénticos. Todos ellos tienen vida in...nita. Se trata de una economía no monetaria, donde el único bien que se produce se utiliza como numerario y los precios se han normalizado a la unidad.

La actividad del gobierno se modeliza a través de sendas de gasto público sobre el PIB, ingresos impositivos sobre PIB y proporción de gasto público dedicado a consumo corriente. Todas estas variables siguen procesos estocásticos exógenos conocidos por los agentes. Las empresas actúan de forma competitiva y emplean trabajo, capital privado y capital público en su proceso productivo. Los hogares toman decisiones de consumo e inversión, para unos precios dados de los factores y una política ...scal dada.⁴

3.3.1 Gobierno:

El sector público de nuestra economía recauda impuestos sobre las rentas del trabajo y del capital de los consumidores, y destina los ingresos derivados de su actividad recaudatoria a ...nanciar una senda estocástica de gasto público.

Se supone un gravamen proporcional uniforme para las rentas del trabajo y del capital⁵, Υ_t , y una senda de gasto público exhaustivo (consumo más inversión) como porcentaje variable del output, Γ_t . Por tanto, el volumen de impuestos (T_t) y gastos (G_t), en términos agregados per capita es:

$$T_t = \Upsilon_t \zeta [w_t N_t + r_t K p_t] \quad (3.1)$$

$$G_t = \Gamma_t \zeta Y_t \quad (3.2)$$

⁴Para el seguimiento de este apartado puede ser de utilidad acudir al apéndice (3.7.1), donde se detalla la de...nición de las variables empleadas.

⁵Suponemos impuestos uniformes para ambos tipos de renta porque no nos interesan los efectos de distintas estructuras impositivas sino su naturaleza distorsionante de las decisiones privadas.

siendo $w_t N_t$ y $r_t K_t$ las rentas agregadas del trabajo y del capital, respectivamente, expresadas en términos per capita.

Los recursos no utilizados en gasto público se transfieren a los agentes en forma de transferencia de suma neta⁶. El presupuesto público siempre está equilibrado, de modo que las transferencias se obtienen de forma residual a partir de la siguiente identidad:

$$TR_t = T_t - G_t \tag{3.3}$$

donde TR_t es el nivel agregado per capita de transferencias al sector privado.

El gasto público es destinado a inversión o a gastos corrientes. Consideramos incluidos en la primera el gasto en infraestructuras en sentido amplio, tal como se han definido en la introducción. El consumo público, en cambio, incluye el conjunto de gastos corrientes necesarios para la explotación y mantenimiento de las infraestructuras públicas, así como gastos destinados a la protección de los derechos de propiedad (policía, administración de justicia,...) en tanto en cuanto suponen una externalidad positiva para toda actividad productiva e inversora.⁷

El gasto público se destina en una proporción Φ_t a consumo corriente, con lo que los niveles agregados per capita de consumo público, Cg_t , e inversión pública, Ig_t , se definen como:

$$Cg_t = \Phi_t G_t = \Phi_t \Gamma_t Y_t \tag{3.4}$$

$$Ig_t = (1 - \Phi_t) G_t = (1 - \Phi_t) \Gamma_t Y_t \tag{3.5}$$

La ley de evolución del stock de capital público per capita viene dada por la expresión:

$$\begin{aligned} Kg_t &= (1 - \delta_g) Kg_{t-1} + Ig_t \\ &= (1 - \delta_g) Kg_{t-1} + (1 - \Phi_t) \Gamma_t Y_t \end{aligned} \tag{3.6}$$

Siendo Kg_t el stock de infraestructuras per capita disponible para su uso en el proceso productivo al principio del periodo $t + 1$ y δ_g su tasa de depreciación.

Las variables Υ_t , Γ_t y Φ_t se interpretan como objetivos gubernamentales de presión fiscal Υ_t , de peso de la demanda pública sobre PIB Γ_t y de proporción de consumo público sobre gasto público Φ_t ; sometidos a perturbaciones estocásticas estacionarias no controlables por el gobierno, que presentan una cierta persistencia y cuya distribución es conocida por los agentes:

$$\begin{aligned} \ln \Upsilon_t &= \ln \bar{\Upsilon} + \xi_t; \quad \xi_t = \rho_\xi \xi_{t-1} + \eta_t \\ \rho_\xi &< 1; \quad \eta_t \sim N(0, \sigma_\eta^2) \end{aligned} \tag{3.7}$$

⁶ Usamos el término suma neta como sinónimo de no distorsionante.

⁷ Todo el gasto de carácter militar, consumo e inversión, se considera excluido del modelo.

$$\ln \Gamma_t = \ln \bar{\Gamma} + z_t^\circ; \quad z_t^\circ = \frac{1}{2} \zeta z_{t-1}^\circ + \varepsilon_t^\circ \quad (3.8)$$

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} < \zeta < 1; \quad \varepsilon_t^\circ \gg N(0; \frac{1}{4}) \\ \ln \Phi_t &= \ln \bar{\Phi} + z_t^A; \quad z_t^A = \frac{1}{2} \zeta z_{t-1}^A + \varepsilon_t^A \quad (3.9) \\ & \frac{1}{2} < \zeta < 1; \quad \varepsilon_t^A \gg N(0; \frac{1}{4}) \end{aligned}$$

Denotamos como $\Pi = f(\Upsilon_t; \Gamma_t; \Phi_t)g_{t=0}^1$ a la política pública exógena⁸. Los ratios $\Upsilon_t; \Gamma_t$ y Φ_t están definidos en el intervalo $[0; 1)$.

3.3.2 Empresa

Existe un único bien en la economía, no almacenable, que puede destinarse indistintamente a consumo o invertirse en el proceso productivo.

La empresa utiliza en su proceso productivo tres tipos de factores:

- 2 stock de capital privado, K_p , y trabajo, N , que alquila a los hogares a cambio de un interés y un salario,
- 2 stock de infraestructuras, K_g , que obtiene de forma gratuita como resultado de la actividad pública⁹.

La tecnología de que dispone la empresa se supone Cobb-Douglas, con rendimientos constantes en los factores privados (K_p y N). Esta parametrización de la tecnología impone elasticidad de sustitución unitaria entre los factores e implica que la proporción de renta nacional que percibe cada uno de los dos factores de producción es constante e igual a su elasticidad-producto. Su utilización es estándar en la literatura de ciclo real porque la proporción de las rentas del capital y de los salarios sobre el total de las rentas nacionales en las economías observadas presenta una considerable estabilidad temporal (ver King, Plosser y Rebelo (1988)).

Se trata de una parametrización estándar, en la que el stock de infraestructuras actúa como factor de producción complementario (en sentido de Edgeworth) de los inputs privados, en el sentido de que aumentos en dicho stock afectan positivamente a los productos marginales del trabajo y el capital privado. Esta modelización es utilizada, entre otros, por Barro (1990) o Futagami y otros (1993) en un contexto determinista, y Baxter y King (1993)¹⁰ o García-Milà (1987) desde un modelo dinámico estocástico, por señalar alguno de los trabajos más replicados.

⁸Estas formulaciones son equivalentes a:

$$\ln V_t = (1 - \frac{1}{2}^V) \ln \bar{V} + \frac{1}{2}^V \ln V_{t-1} + \varepsilon_t^V$$

con $V = f(\cdot; \cdot; \cdot)g$

⁹Una amplia literatura, tanto de corte teórico como empírico, aporta evidencia de un efecto significativo de las infraestructuras sobre la productividad agregada y el crecimiento económico. Destacan los trabajos de Aschauer (1988, 1989), y más recientemente Erenburg (1993), Easterly y Rebelo (1993) o Erenburg y Wohar (1995), entre otros (véase la sección de Revisión Bibliográfica en el capítulo de Evidencia Empírica para un mayor detalle).

¹⁰La estructura de nuestro modelo es muy semejante a la de Baxter y King (1993), salvo por el hecho de que empleamos oferta de trabajo inelástica y no introducimos progreso técnico en la función de producción.

Las infraestructuras son introducidas en la función de producción de la empresa en términos per capita y no su valor de stock agregado. Esto implica que las modelizamos como un bien privado provisto de forma pública (véase la clasificación realizada por Barro y Sala-i-Martin (1992)), ya que no verifican las propiedades de no rivalidad y no exclusividad que caracterizan a los bienes públicos puros. Al hacerlo, coincidimos con la modelización de Baxter y King (1993) o Barro (1990), salvo que este último introduce en la función de producción el flujo de compras públicas, en lugar del stock de capital. Glomm y Ravikumar (1993) utilizan un interesante modelo que permite considerar distintos grados de gestión, o equivalentemente grados de rivalidad, en el uso de las infraestructuras. Cuando consideramos el stock de capital público en términos per capita estamos introduciendo implícitamente un efecto congestión asociado al número de empresas o individuos de la economía.

Nuestra aportación se encuentra en la formulación de la función de producción, donde consideramos que la variable relevante en el proceso productivo privado no es el stock 'nominativo' de infraestructuras, sino su stock 'efectivo'. Para ello, ponderamos el stock de capital público por una función exponencial del ratio Φ definido anteriormente, es decir, de la proporción del gasto público exhaustivo (consumo más inversión) dedicado a gastos para la explotación y mantenimiento de las infraestructuras públicas. La forma funcional empleada es estándar en la literatura de crecimiento para incorporar el progreso técnico 'ahorrador de trabajo', donde la variable relevante en el proceso productivo son las unidades de trabajo efectivo. La formulación empleada recoge de forma natural el carácter complementario del consumo público respecto del capital público, en el sentido de que aquél aumenta la productividad marginal de éste. De esta manera se modeliza la hipótesis, planteada en la introducción, de que el servicio que proporcionan los bienes públicos es resultado de un proceso productivo en el que intervienen conjuntamente el stock de capital público y los gastos de consumo corriente empleados en la utilización y mantenimiento de dicho stock.

La parametrización de la tecnología es la siguiente:

$$Y_t = F(N_t; K_{p_{t-1}}; K_{g_{t-1}}; \Phi_t) = z_t \zeta N_t^{1-\alpha} \zeta K_{p_{t-1}}^\alpha \zeta e^{-\beta t} \zeta K_{g_{t-1}}^{\beta} \tag{3.10}$$

donde : $z_t > 0$; $\alpha, \beta \in (0, 1)$; $t = 0, 1, \dots$

Donde z_t es un shock tecnológico cuya ley de evolución es conocida por los agentes y de carácter exógeno:

$$\ln Z_{t+1} = (1 - \beta) \ln Z + \beta \zeta \ln z_t + \beta \zeta_{t+1} \tag{3.11}$$

donde : $\beta \zeta < 1$; $\zeta_{t+1} \gg N(0, \beta^2)$

$K_{g_{t-1}}$ y Φ_t vienen determinados de forma exógena, y $K_{p_{t-1}}$ está determinado al final del periodo $t-1$ y no puede ser ajustado tras conocerse el valor de z_t al principio del periodo t . El parámetro β permite flexibilizar el modelo para que recoja distintos escenarios de complementariedad entre el consumo público y las infraestructuras, desde un β nulo para recoger el caso estándar de consumo público no productivo hasta valores

estrictamente positivos para recoger el carácter complementario de nuestra hipótesis de partida.

Asimismo, exigimos rendimientos decrecientes a escala en los stocks de capital (K_p y K_g) para evitar la existencia de crecimiento endógeno sostenido en el estado estacionario¹¹, como discutiremos más adelante.

Por tanto, debe verificarse que:

$$(\alpha + \beta) < 1$$

A lo largo del análisis distinguiremos, en cada instante t , entre las infraestructuras nominativas disponibles ($K_g^N = K_{g,t-1}$) y las infraestructuras efectivas ($K_g^E = e^{-\delta t} K_{g,t-1}$). Igualmente, definiremos el nivel de eficiencia en el uso de las infraestructuras nominativas como $\tilde{A}_t = e^{-\delta t} K_g^E = K_g^N$. En el supuesto de que el parámetro δ sea nulo, $\tilde{A}_t = 1, \forall t$. En cambio, si $\delta > 0$, entonces $\tilde{A}_t > 1$ y se verifica que $\frac{\partial \tilde{A}_t}{\partial \delta} < 0$.

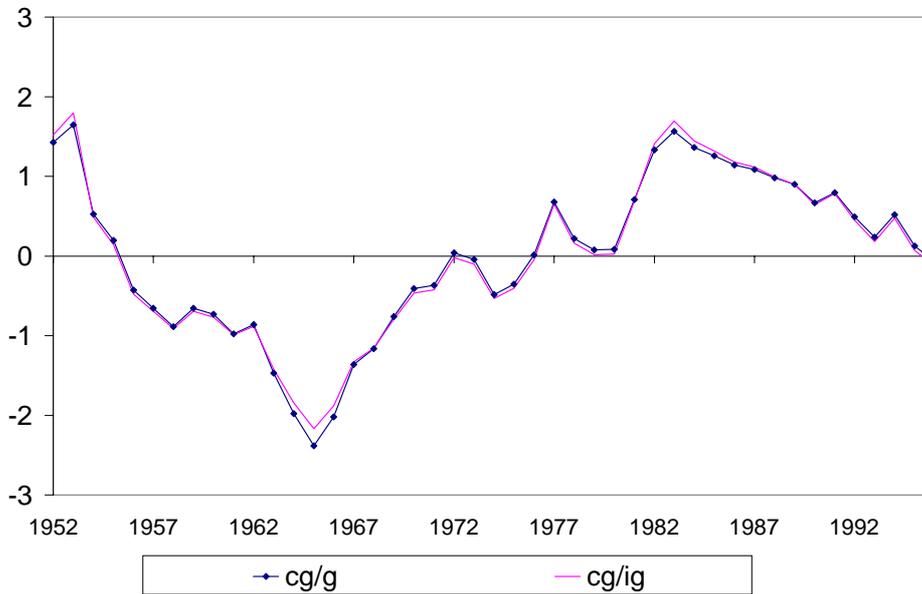
En la formulación de la función de producción utilizamos el ratio de consumo sobre el volumen total de gasto público, en lugar de introducir directamente el nivel de consumo, porque la variable relevante es el gasto de explotación y mantenimiento en relación al stock de infraestructuras existente, y no su importe absoluto. Sería equivalente emplear como aproximación al grado de eficiencia con que se usan las infraestructuras el ratio $C_g = I_g$, es decir, el número de unidades monetarias empleadas en la explotación y mantenimiento de cada unidad monetaria invertida. En una y otra definición de eficiencia estamos haciendo el supuesto de que lo relevante para representar el nivel de eficiencia es el consumo público empleado en proporción al stock nominativo de infraestructuras¹². A continuación se muestra la evolución temporal de las series $C_g = I_g$ y $C_g = G$ para la economía americana¹³, previamente transformadas logarítmicamente y estandarizadas. Podemos comprobar que ambas variables están representando lo mismo, aunque la escala es distinta.

¹¹Nuestro interés se centra en el estudio del comportamiento cíclico de la economía, que desarrollamos en los capítulos 4 y 5.

¹²Si empleamos $C_g = I_g$, imponemos el supuesto de que el stock nominativo de infraestructuras es proporcional a la inversión bruta, y si empleamos $C_g = G$ el supuesto implícito es que las infraestructuras son proporcionales al volumen de gasto total. Ambos supuestos son igualmente verosímiles y equivalentes en el supuesto de que la economía deambula en torno a su estado estacionario: el importe del gasto y el ratio de reparto determinan de forma unívoca los volúmenes de consumo e inversión, la cual es a su vez consistente con un stock de infraestructuras para una tasa de depreciación determinada.

¹³Utilizamos como definición de C_g y I_g , las componentes públicas de consumo e inversión no militar, siendo G la suma de ambas.

Dos definiciones equivalentes de eficiencia
Series estandarizadas



Emplear la formulación $\tilde{A}_t = e^{-\Phi t}$, frente a $\tilde{A}_t^0 = e^{-\Phi t(1-\Phi)}$, presenta la ventaja de que \tilde{A}_t está acotada (dado Φ , si variamos Φ entre 0 y 1, $\tilde{A}_t \in [1; e^{-\Phi}]$), mientras que \tilde{A}_t^0 tiende rápidamente a 1 conforme Φ se aproxima a 1, generando indeterminación del producto de estado estacionario¹⁴. Esto hace que \tilde{A}_t sea preferible, ya que Φ será la variable de decisión pública clave en nuestro modelo.

La función de producción empleada verifica las propiedades estándar de productividad marginal positiva y decreciente para los tres factores (N; Kp; Kg), así como cuasiconcavidad. También satisface las condiciones de Inada.¹⁵

Como hemos expuesto, esta función de producción se caracteriza por introducir un carácter de complementariedad para el ratio Φ respecto de los capitales privado y público, en el sentido de que incrementa la productividad marginal de los mismos, ya que se verifica:

¹⁴ $\lim_{\Phi \rightarrow 1} e^{-\Phi t} \Phi K p^\alpha N^\alpha = e^{-t} t = 0$, mientras que $\lim_{\Phi \rightarrow 1} e^{-\Phi t(1-\Phi)} \Phi K p^\alpha N^\alpha = 1 - t > 0$ (indet)

¹⁵ Las condiciones de Inada establecen:

$$\begin{aligned} \lim_{Kp \rightarrow 0} F_{Kp}^\alpha &= \lim_{Kp \rightarrow 0} \frac{\Phi \Phi K p^\alpha}{K p^{1-\alpha}} = 1 \\ \lim_{Kp \rightarrow 1} F_{Kp}^\alpha &= \lim_{Kp \rightarrow 1} \frac{\Phi \Phi K p^\alpha}{K p^{1-\alpha}} = 0 \\ \lim_{Kg \rightarrow 0} F_{Kg}^\alpha &= \lim_{Kg \rightarrow 0} \frac{\Phi \Phi K p^\alpha}{K g^{1-\alpha}} = 1 \\ \lim_{Kg \rightarrow 1} F_{Kg}^\alpha &= \lim_{Kg \rightarrow 1} \frac{\Phi \Phi K p^\alpha}{K g^{1-\alpha}} = 0 \end{aligned}$$

$$\frac{\partial F_{Kp}^0}{\partial \Phi} = \frac{\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \zeta \eta \theta \iota \kappa \lambda \mu \nu \xi \omicron \pi \rho \sigma \tau \upsilon \phi \chi \psi \omega \Upsilon}{Kp} \quad (\dots 0, \dots 0)$$

$$\frac{\partial F_{Kg}^0}{\partial \Phi} = \frac{\alpha \beta (\gamma \delta)^2 \epsilon \zeta \eta \theta \iota \kappa \lambda \mu \nu \xi \omicron \pi \rho \sigma \tau \upsilon \phi \chi \psi \omega \Upsilon}{Kg} \quad (\dots 0, \dots 0)$$

La formulación que empleamos para la tecnología es equivalente a la función de producción ampliada que estima Hulten (1996) en una regresión de convergencia para un corte transversal de países:

$$Y = K_p^\alpha \epsilon H^{-\beta} [\# \epsilon Kg]^\gamma$$

donde # es una variable que aproxima el nivel de eficiencia en el uso de las infraestructuras, y por tanto, # ϵ Kg aproxima el stock efectivo de infraestructuras. Para construir esta variable emplea un conjunto de indicadores físicos como porcentaje de llamadas telefónicas fallidas, pérdida de energía eléctrica generada, carreteras en buenas condiciones de uso.¹⁶

Nosotros adoptamos esta formulación y añadimos el supuesto de que el nivel de eficiencia #, que es exógeno para Hulten (1996), se convierta en una variable endógena al modelo, al depender de una variable de política económica como es la proporción de gasto que el sector público destina a consumo corriente ($\tilde{A} = f(\Phi)$).

El trabajo teórico más cercano al nuestro es Devarajan y otros (1996), que también introducen gastos corrientes en la función de producción, utilizando la siguiente parametrización de la tecnología:

$$y = f(k; g_1; g_2) = h \alpha k^\beta + \gamma g_1^\delta + \theta g_2^\epsilon \prod_{i=1}^3 i$$

siendo k el stock de capital privado, g_1 los gastos de inversión pública y g_2 los gastos públicos corrientes.

Suponiendo $\beta = 0$, es decir, para la tecnología Cobb-Douglas, dicha función quedaría:

$$y = g(k; g_1; g_2) = k^\alpha \epsilon g_1^{-\beta} \epsilon g_2^\gamma \quad (3.12)$$

Nuestra parametrización es idéntica a la de Devarajan en cuanto al carácter complementario del consumo público respecto del trabajo y los capitales privado y público. Nosotros empleamos la formulación alternativa dada por (3.10) porque se adecúa más a nuestro modelo a priori de cómo interactúa el consumo público y las infraestructuras en el proceso de producción de los bienes públicos. La expresión (3.10) sería la forma

¹⁶Más recientemente, Aschauer (2000) reproduce el trabajo de Hulten incorporando consideraciones de financianción del gasto público en infraestructuras, y utilizando una función exponencial de eficiencia en el uso de infraestructuras:

$$\mu = \exp(2 \epsilon E f f)$$

siendo E f f una versión estandarizada del indicador físico de eficiencia del trabajo de Hulten (1996) y γ el parámetro estimado empíricamente para el panel de países analizado. Este último parámetro sería equivalente a nuestro parámetro γ de eficiencia de infraestructuras.

reducida de un proceso productivo en dos etapas. La primera implicaría la obtención de un bien público, Kg_t^E , mediante una tecnología $Kg_t^E = Kg^E(\Phi_t; Kg_{t-1}) = \exp(\gamma \Phi_t) \zeta Kg_{t-1}$; y la segunda derivaría de la incorporación del resultado de dicho proceso productivo en la tecnología de producción agregada, $Y_t = Z_t \zeta N_t^{1-\alpha} \zeta Kp_{t-1}^\alpha \zeta Kg_t^E$. Es decir, la formulación empleada implica que hay complementariedad del consumo y la inversión pública en la producción de las infraestructuras efectivas, y posteriormente son éstas las complementarias del capital privado en la producción agregada. En cambio, la ecuación (3.12) implica que los dos gastos públicos son complementarios del capital público a nivel agregado.

La segunda ventaja que presenta el modelo de infraestructuras efectivas es la siguiente: cuando analicemos más adelante la regla de reparto óptimo del gasto público veremos que la formulación (3.12) presenta el inconveniente de que la composición óptima ($g_2/(g_1+g_2)$) depende negativamente de γ , parámetro respecto del que existe una gran incertidumbre en la literatura empírica (como hemos visto en la revisión bibliográfica, las estimaciones oscilan en el intervalo 0 a 0.40).

La tercera ventaja de la formulación propuesta en la tesis es que permite identificar un índice de grado de eficiencia en el uso de las infraestructuras públicas, que podría resultar interesante para estudios empíricos en la línea de Hulten (1996), que traten de explicar el diferencial de crecimiento entre países a partir de diferencias en el grado de eficiencia con que utilizan sus infraestructuras. La diferencia respecto de dicho autor es que añadiríamos endogeneidad de este índice de eficiencia respecto de una variable de política.

Continuando con la exposición del modelo, la empresa representativa decide, en cada instante t , los niveles de capital y trabajo que alquilará a los hogares tales que maximizen su función de beneficios:

$$f(N_t, Kp_t) / \text{Max } Y_t - w_t N_t - r_t Kp_t \tag{3.13}$$

La demanda óptima de factor se determina mediante la igualdad de los precios de los factores productivos, w_t y r_t , que la empresa toma como dados, con el valor de la productividad marginal del trabajo y el capital, respectivamente.

Las condiciones de primer orden para el problema de optimización de la empresa son, por tanto:

$$w_t = (1 - \alpha) \zeta \frac{Y_t}{N_t} = w(N_t; Kp_t; Kg_t; \Phi_t) \tag{3.14}$$

$$r_t = \alpha \zeta \frac{Y_t}{Kp_t} = r(N_t; Kp_t; Kg_t; \Phi_t) \tag{3.15}$$

Por consiguiente, las rentas del trabajo y el capital agotan la totalidad de la renta de la economía, lo que se deriva de la homogeneidad lineal de la función de producción respecto de los factores privados. Nótese igualmente que los precios de los factores son función de los niveles agregados per capita de trabajo, stock de capital privado, stock de infraestructuras y composición del gasto público.

3.3.3 Consumidor

El consumidor toma decisiones de consumo-inversión con el objetivo de maximizar el valor esperado de su utilidad vital, debidamente descontada y condicionada al conjunto de información del periodo inicial:

$$f(c_t; k_{t+1}) = \text{Máx } E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_t)$$

Suponemos la parametrización estándar para la función de utilidad: cóncava, dos veces diferenciable, verifica las condiciones de Inada y con aversión relativa al riesgo constante, para favorecer comparaciones con otros estudios.

No incluimos el ocio en la función de utilidad, por lo que el agente oferta una cantidad constante de trabajo, que normalizamos a la unidad. La renta que financia su gasto en consumo e inversión procede de la renta salarial y de los intereses que recibe de la empresa a cambio de la contratación de su fuerza de trabajo y el alquiler de su stock de capital. Ambos tipos de renta están sometidos a un impuesto proporcional uniforme que establece el gobierno, del cual recibe transferencias de suma fija, con lo que la restricción presupuestaria del agente queda:

$$c_t + i_{t+1} \cdot [w_t n_t + r_t k_{t+1}] (1 - \tau_t) + TR_t \quad (3.16)$$

El consumidor toma como dados el salario, el tipo de interés, el tipo impositivo y las transferencias de suma fija que recibe del gobierno, ya que todos ellos son exógenos a sus decisiones individuales¹⁷.

El problema completo de optimización dinámica que resuelve el consumidor se formula como:

$$f(c_t; k_{t+1}) = \text{Máx } E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U \left(\frac{c_t^{1-\alpha} (1-i_{t+1})}{1-\alpha} \right) \quad (3.17)$$

$$\text{s.a.} : c_t + k_{t+1} (1 - \delta_k) \leq k_{t+1} \cdot [w_t (N_t; K_{t+1}; G_t) n_t + r_t (N_t; K_{t+1}; G_t) k_{t+1}] (1 - \tau_t) + TR_t$$

$$f(\tau_t; TR_t; r_t; w_t; g_{t=0}; k_{t+1}; K_{t+1}; \text{dados})$$

La ecuación (??) corresponde a la ley de evolución del stock de capital privado agregado per capita, siendo δ_k su tasa de depreciación.

El supuesto de insaciabilidad de las preferencias garantiza que la restricción presupuestaria se va a satisfacer siempre con igualdad estricta en el equilibrio.

¹⁷Ya vimos, a partir de las condiciones de primer orden del problema de la empresa, que el tipo de interés y el salario son funciones de los niveles agregados per capita de trabajo y stocks de capital, privado y público. Un consumidor competitivo, insignificante en relación al tamaño de la economía, no puede alterar los niveles agregados per capita de trabajo y capital privado con sus decisiones individuales de trabajo e inversión. Por otro lado, la restricción presupuestaria del gobierno, sustituyendo las rentas gravadas por su valor de equilibrio, establece que $TR_t = (\tau_t i_{t+1}) Y_t$. Puesto que los ratios τ_t e i_{t+1} siguen procesos estocásticos exógenos y el nivel agregado per capita de la renta es inalterable por el individuo, el nivel de TR_t es exógeno.

Las variables en mayúscula denotan los niveles agregados per capita, y las variables en minúscula corresponden a los niveles individuales.

La solución óptima del consumidor verifica también las llamadas condiciones de consistencia agregada, derivadas del carácter idéntico de los individuos y que requieren la igualdad entre las variables de decisión individual y las variables agregadas per capita, es decir, $C_t = c_t$, $N_t = n_t$, $Kp_t = kp_t$. Igualmente se satisface la restricción de recursos de la economía:

$$C_t + Kp_t + (1 - \delta_k) Kp_{t-1} + G_t = Y_t \tag{3.18}$$

Donde G_t viene dada por la ecuación (3.2) y verifica la restricción presupuestaria del gobierno (3.3).

Sustituyendo las condiciones de consistencia agregada en el problema de optimización del consumidor, formulamos el lagrangiano del problema de optimización en términos agregados per capita:

$$L = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{C_t^{1-\gamma}}{1-\gamma} + \lambda_t (C_t + Kp_t + (1 - \gamma) [w_t N_t + r_t Kp_t] - TR_t) \right]$$

Las Condiciones de primer orden del problema de optimización son, por tanto:

$$\frac{\partial L}{\partial C_t} = 0 \Rightarrow C_t^{-\gamma} = \lambda_t \tag{3.19}$$

$$\frac{\partial L}{\partial Kp_t} = 0 \Rightarrow \lambda_t = \beta E_0 \lambda_{t+1} [1 - \delta_k + (1 - \gamma) r_{t+1}] \tag{3.20}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_t} = 0 \Rightarrow C_t + Kp_t = (1 - \gamma) [w_t + r_t Kp_{t-1}] + TR_t \tag{3.21}$$

junto con las condiciones para el salario (3.14) y tipo de interés de equilibrio (3.15), la restricción presupuestaria del gobierno (3.3), las ecuaciones que determinan los niveles de consumo público (3.4) e inversión pública (3.5), las leyes de evolución de los stocks de capital (3.6), los procesos estocásticos exógenos para el shock tecnológico (3.11) y las variables reales (3.7 a 3.9).

Por otro lado, la solución de equilibrio debe verificar la condición de transversalidad:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \beta^t \lambda_t Kp_t = 0$$

Esta condición garantiza que las condiciones de primer orden son condiciones suficientes.

3.3.4 Equilibrio Competitivo

Sea $\Pi = \{f, \gamma, \Gamma, \Phi, g_{t=0}^1\}$ una política pública exógena dada.

Se define un equilibrio competitivo, dado Π ; como un conjunto de asignaciones $\{C_t, Kp_t, g_{t=0}^1\}$, junto con unos precios $\{w_t, r_t, g_{t=0}^1\}$ que verifican:

1. $\{C_t, Kp_t, g_{t=0}^1\}$ resuelven el problema del consumidor.

2. $f(N_t; K_t, g_{t=0}^1)$ resuelve el problema de la empresa.
3. Se verifica la restricción presupuestaria del gobierno y el equilibrio en el mercado de bienes:

$$G_t + TR_t = T_t$$

$$C_t + K_{t+1} - (1 - \delta)K_t + G_t = Y_t$$

Como paso previo al análisis del estado estacionario de la economía y a la realización de ejercicios de estática comparativa, debemos elegir un vector de parámetros estructurales para las preferencias, tecnología y política fiscal. Para ello empleamos un procedimiento estándar de calibración del modelo, que exponemos a continuación.

3.4 CALIBRACIÓN

El proceso de calibración consiste en asignar valores a los parámetros estructurales del modelo, de preferencias y tecnología, con la intención de que éste sea capaz de reproducir el mayor número posible de propiedades a largo plazo de una economía observada.

Por lo general, las propiedades a largo plazo se refieren a ratios entre variables agregadas, tales como los ratios de consumo privado sobre producto agregado, o de gasto público sobre producto agregado, así como valores de correlaciones cruzadas y volatilidades relativas con el producto.

En el proceso de calibración usaremos datos extraídos de la economía americana, para el periodo de 1948 a 1996. Los datos estadounidenses presentan la ventaja de que los criterios de contabilización empleados en las Cuentas Nacionales (NIPA) incluyen entre las partidas de consumo público la amortización de capital público. Dicha amortización estaría aproximando lo que hemos definido en nuestro modelo como gastos de mantenimiento que conservan las infraestructuras en buenas condiciones de uso. Esto los convierte en datos muy adecuados para hacer estimaciones del parámetro de complementariedad del consumo público, especialmente para determinado tipo de infraestructuras, como autopistas, en las que esta componente de consumo tiene un peso muy elevado. En cambio, las Cuentas Nacionales europeas sólo han empezado a incluir la amortización del capital como consumo público a partir de la modificación del sistema de cuentas nacionales recogida en el SEC 95.

Los valores de los parámetros estructurales resultantes del proceso de calibración se utilizarán como inputs para obtener simulaciones de las series definidas en nuestro modelo, cuyas propiedades estocásticas compararemos con las de las series homólogas para la economía observada.

Los valores de los parámetros empleados en los ejercicios de simulación han sido obtenidos de dos formas alternativas, mediante ejercicios de calibración estándar y mediante ejercicios de estimación. Los parámetros de preferencias y de tecnología para los factores privados han sido obtenidos mediante los procedimientos de calibración expuestos en Cooley & Prescott (1995). En cambio, los parámetros correspondientes a la tecnología del capital público y a los procesos estocásticos exógenos se han obtenido a partir de resultados de estimación econométrica. Este doble criterio es el empleado en trabajos como el de Cassou (1995).

3.4.1 Definición de medidas consistentes.

El primer paso necesario para realizar la calibración del modelo es la llamada definición de medidas consistentes. Este proceso consiste en hacer una serie de transformaciones previas en las series de contabilidad nacional y de stocks de capital, de modo que exista una correspondencia entre las series definidas en nuestro modelo y las obtenidas a partir de la economía observada.

Por ejemplo, nuestro modelo no tiene sector exterior y no realiza un tratamiento explícito de los inventarios, por lo que los primeros pasos a seguir consistirán en eliminar la inversión en inventarios y las exportaciones netas del valor del producto o demanda agregados en la contabilidad nacional. Igualmente, se considera excluido del modelo

el gasto de carácter militar, por lo que también va a ser deducido su valor como paso previo al cálculo del producto agregado.

Por otro lado, el modelo no realiza un tratamiento diferenciado para la actividad productiva de los hogares y empresas, por lo cual se agregará la inversión y el stock de capital de ambos sectores.

En relación con esto último, será necesario modificar el tratamiento dado en la contabilidad nacional estadounidense, NIPA¹⁸ en adelante, a los bienes de consumo duradero adquiridos por los hogares. En la contabilidad nacional el gasto en bienes duraderos se imputa en su totalidad a consumo privado en el momento de la compra de dichos bienes. No obstante, el carácter plurianual de este tipo de productos hace aconsejable considerar el importe de la compra como una inversión del hogar e imputar a consumo sólo la parte correspondiente al flujo de servicios que obtiene el hogar de dichos bienes duraderos. De hecho, este tratamiento es utilizado en la contabilidad nacional para el caso de viviendas en propiedad de los hogares. Nosotros únicamente lo generalizamos al resto de bienes duraderos.

3.4.2 Datos.

Siguiendo a la literatura existente definimos un conjunto de medidas para el producto y sus componentes de demanda, para los stocks de capital (privado y público), para los ingresos públicos y para las horas trabajadas. Utilizamos datos anuales de la economía americana, del periodo 1948 a 1996, y al igual que Christiano (1988) todas las variables son pasadas a términos per capita utilizando la serie de población en edad de trabajar (16 a 65 años).

La base de datos se ha construido con las series en términos reales publicadas por la Oficina de Análisis Económico, BEA¹⁹ en adelante, dependiente del ministerio de economía estadounidense. Dichas series son elaboradas a partir de las series en términos nominales utilizando los índices encadenados de Fisher. Las series reales se encuentran denominadas en dólares encadenados de 1992 ("chained (1992) dollars") y tienen periodicidad anual.

Las medidas consistentes para las distintas componentes de la demanda agregada se calculan de la siguiente manera:

- ² El consumo privado comprende tanto el gasto real en bienes no duraderos y servicios como el flujo de servicios de los bienes de consumo duraderos.
- ² Siguiendo a Puch y Licandro (1997), la inversión privada incluye la formación bruta de capital neto privada y la compra de bienes duraderos de los hogares. No incluye, por tanto, la variación de existencias.
- ² El consumo público comprende todo el consumo corriente del gobierno de carácter no militar contabilizado en las NIPA.²⁰

¹⁸National Income and Product Accounts

¹⁹Corresponde a las siglas del título en inglés, Bureau of Economic Analysis.

²⁰El consumo público contabilizado en las NIPA incluye además del pago de sueldos y salarios o las compras de bienes no duraderos y servicios, la amortización anual del stock de capital público. Este

- ² La inversión pública se calcula como suma de la inversión federal no militar más la inversión estatal y local (esta última no incluye componente militar).
- ² La suma de consumo público e inversión pública es lo que utilizamos como serie de gasto público.
- ² El PNB está formado por la suma de las componentes anteriores.

Los datos de stock de capital, tanto privado como público y de bienes duraderos mantenidos por los hogares, proceden de las series publicadas por el BEA bajo el título de "Fixed Reproducible Tangible Wealth". Estas series son estimaciones a ...nal de año, denominadas en 'chained (1992) dollars'. Para la valoración del stock de capital el BEA utiliza el sistema de inventario perpetuo, basado en los flujos de inversión y una fórmula de depreciación geométrica, en lugar de realizar una medición directa del stock de capital, que rara vez resulta estadísticamente factible a nivel agregado²¹.

- ² El stock de capital privado incluye el capital flujo privado, residencial y no residencial, más el stock de bienes de consumo duradero de los hogares.
- ² El stock de capital público incluye el stock federal no militar más el stock estatal y local.²²

Se utiliza como serie de horas trabajadas la publicada por el BEA para el total de empleados en el mercado de trabajo.

Para la calibración del tipo impositivo se emplea el ratio del conjunto de ingresos del sector público sobre el PNB estadounidense. Empleamos este criterio porque en el modelo aparece un sólo tipo impositivo que grava el conjunto de rentas, del trabajo y del capital, del agente. Por tanto, se han agregado los impuestos personales (básicamente sobre la renta), los impuestos indirectos sobre las empresas, los impuestos sobre el beneficio empresarial y, ...nalmente, las cotizaciones a la Seguridad Social. De esta forma, el tipo impositivo aproxima el concepto de presión ...scal de la economía.

último componente se incluye en concepto de flujo de servicios de los bienes de capital público. Este criterio implica considerar que el rendimiento neto de los bienes de capital público, una vez deducida la amortización, es nulo. El BEA utiliza este criterio por la falta de datos de precios de mercado para poder estimar el rendimiento de la mayor parte del capital público.

En nuestro modelo las empresas obtienen de forma gratuita el capital público, lo que es consistente con el rendimiento neto nulo que utilizan las NIPA.

²¹Véase artículo "Updated Summary NIPA methodologies", del número del "Survey of Current Business" de Septiembre de 1997, páginas 12-33.

²²El stock de capital estatal y local está compuesta básicamente por estructuras tales como autopistas, colegios, hospitales o alcantarillado. Por su parte, el capital federal comprende una parte no militar, muy similar a la estatal-local, y una parte militar compuesta por equipo militar (aviones, barcos, misiles,...) y por estructuras militares. Consideramos que esta última componente militar tiene un papel poco contrastable como infraestructura utilizable en el proceso productivo empresarial privado, véanse por ejemplo los trabajos de Aschauer (1988, 1989) o García-Milá (1987) entre otros, y por ello se deduce del concepto de capital público. Consecuentemente, los gastos de inversión en infraestructuras militares no son considerados en el cómputo de la inversión pública.

3.4.3 Valores paramétricos

En las siguientes tablas ...guran los valores calibrados para los parámetros de preferencias y tecnología, así como para los procesos estocásticos exógenos.

Se ha reducido la muestra al periodo 55-96 para evitar la fuerte no estacionariedad de las variables de sector público en términos de PNB durante el periodo 48-54, ya que suponemos que nuestro modelo fluctúa en torno a un estado estacionario estocástico.

A continuación aparecen los valores medios muestrales para los ratios de las componentes de demanda agregada sobre el producto para el conjunto de medidas consistentes calculadas:

RATIOS	media	desv. típica
C/Y	0.639	0.0167
Ip/Y	0.231	0.0153
Ig/Y	0.027	0.0050
Cg/Y	0.103	0.0138
G/Y	0.130	0.0117
T/Y	0.282	0.0133
Cg/G	0.787	0.0500
Kp/Y	2.431	0.1077

Los valores calibrados para los parámetros estructurales de tecnología y preferencias son los siguientes (los parámetros del sector público en la función de producción se analizan detalladamente en el apartado siguiente):

Parámetros estructurales	valor
Parámetro de descuento (β) ²³	0.98
Elasticidad-producto del capital privado (α)	0.3426
Depreciación capital privado (δ_k)	0.0609
Depreciación capital privado no residencial (δ_{knr}) ²⁴	0.0815
Depreciación capital público (δ_g)	0.0495
Depreciación bienes consumo duraderos (δ_d)	0.21

La calibración de la tasa de depreciación de los capitales privado y público se realiza a partir de la ecuación que representa la ley de evolución del stock de capital, supuesto el

²³Calculada empleando una tasa de depreciación para el capital privado del 8,15% anual, lo que implica un tipo de interés de descuento de aproximadamente el 2% anual.

²⁴ k_{nr} =stock de capital no residencial. Se escoge esta tasa de depreciación para el modelo porque proporciona un valor para el parámetro β y para el tipo de interés de descuento que es estándar en otros estudios.

estado estacionario determinista de la economía.²⁵ En el caso de los bienes de consumo duraderos se escoge la tasa de depreciación ofrecida por Cooley y Prescott (1995).

Para la obtención del parámetro de elasticidad del capital privado, α , se calcula el porcentaje de las rentas del capital sobre el PNB, siguiendo la metodología expuesta por Cooley y Prescott (1995) y que figura en el anexo 2. Con el valor obtenido de α y, utilizando la condición de primer orden que determina la elección intertemporal óptima del consumidor, en estado estacionario determinista, se deriva directamente el valor del parámetro β .

La elección del parámetro de elasticidad del capital público se realiza a partir de la estimación de la función de producción en logaritmos, y restringiendo el parámetro α al valor obtenido mediante Contabilidad Nacional. En el apartado siguiente se analizan los resultados de la estimación para dos modelos alternativos:

- ² Un modelo estándar de función de producción con capital público:

$$y_t = \alpha(n_t; k_{p,t}; k_{g,t}) + \varepsilon_t \tag{3.22}$$

- ² Un modelo que introduce el concepto de stock efectivo de infraestructuras públicas:

$$y_t = \alpha(n_t; k_{p,t}; k_{g,t}; \Phi_t) + \varepsilon_t$$

donde, $\Phi_t = C_{g,t}/G_t$ (ratio composición gasto) (3.23)

Para calibrar los parámetros correspondientes a la perturbación tecnológica de nuestro modelo hemos empleado dos alternativas. La primera consiste en obtener la perturbación tecnológica del modelo, z_t , mediante el residuo de la ecuación (3.22), $z_t = y_t - \alpha$. La segunda utiliza como perturbación tecnológica la componente cíclica de la renta per capita, una vez extraída la tendencia tal y como la define el filtro de Hodrick-Prescott.

En la calibración de los procesos estocásticos exógenos se sigue el siguiente procedimiento:

1. Los ratios $\Gamma(G=Y)$, $\Upsilon(T=Y)$ y $\Phi(C_g=G)$ de la economía observada²⁶ se estiman utilizando el procedimiento de suavizado de Hodrick-Prescott. Para garantizar la estacionariedad de la componente cíclica se acorta el periodo muestral a los años 55-96.
2. Se supone que el vector de procesos exógenos, $\Omega_t = f(\Phi_t; \Gamma_t; \Upsilon_t; Z_{tg})$, se ajusta a la siguiente ley de evolución temporal:

²⁵ $\frac{K_{t+1}}{Y_{t+1}} - \frac{K_t}{Y_t} = \frac{I_t}{Y_t} + (1 - \delta) \left(\frac{K_{t-1}}{Y_t} - \frac{K_t}{Y_t} \right)$

²⁶ La construcción de dichos ratios se ha llevado a cabo empleando las series en términos nominales.

$$\ln(\Omega_t) = \Delta_1 \ln(\Omega_{t-1}) + \epsilon_t \quad (3.24)$$

donde Δ_1 es un matriz (4x4) de parámetros y para el vector de perturbaciones tecnológicas se supone una distribución $N(0; \Sigma)$, siendo Σ una matriz de varianzas y covarianzas llena.

3. El proceso dado por la ecuación (3.24) será estimado mediante un procedimiento SURE (Seemingly Unrelated Regressions Estimation), siguiendo la estrategia de trabajos como el de Finn (1998).

Los resultados se muestran, en primer lugar, para el modelo que utiliza el residuo de Solow como perturbación tecnológica (vector exógeno 1), y a continuación, para el modelo que emplea la componente cíclica del PIB per capita (vector exógeno 2).

Tabla 3.1. Vector exógeno 1
(residuo de Solow).

Variable	Parámetro	Estimación	Error Estándar	Probabilidad
Φ_t	Φ_{t-1}	:54 [¶]	:11	:0000
	Γ_{t-1}	:16 [¶]	:064	:0121
	Υ_{t-1}	:067	:072	:3495
	Z_{t-1}	$\hat{\rho}$:16	:15	:2682
Γ_t	Φ_{t-1}	$\hat{\rho}$:42 [¶]	:24	:0822
	Γ_{t-1}	:47 [¶]	:13	:0006
	Υ_{t-1}	:29 [¶]	:15	:0522
	Z_{t-1}	$\hat{\rho}$:36	:30	:2428
Υ_t	Φ_{t-1}	$\hat{\rho}$:026	:28	:9258
	Γ_{t-1}	$\hat{\rho}$:066	:16	:6739
	Υ_{t-1}	:29 [¶]	:18	:0999
	Z_{t-1}	:22	:36	:5408
Z_t	Φ_{t-1}	:024	:11	:8326
	Γ_{t-1}	:12 [¶]	:063	:0522
	Υ_{t-1}	$\hat{\rho}$:058	:071	:4113
	Z_{t-1}	:58 [¶]	:14	:0326

¶Significativamente distinto de cero con probabilidad $\geq 90\%$

Tabla 3.2. Matriz de correlaciones
(varianzas en la diagonal)

	$\hat{\sigma}_t^A$	$\hat{\sigma}_t^\circ$	$\hat{\sigma}_t^c$	$\hat{\sigma}_t^z$
$\hat{\sigma}_t^A$	5:71e j 05	-	-	-
$\hat{\sigma}_t^\circ$	j :1285	:000252	-	-
$\hat{\sigma}_t^c$	:2344	j :2898	:000342	-
$\hat{\sigma}_t^z$	:1865	:0476	j :4303	5:58e j 05

Tabla 3.3. Vector exógeno 2
(componente cíclica del PIB per capita)

Variable	Parámetro	Estimación	Error Estándar	Probabilidad
Φ_t	Φ_{t_i-1}	:49 [¶]	:11	:0000
	Γ_{t_i-1}	:17 [¶]	:062	:0060
	Υ_{t_i-1}	:11 [¶]	:065	:0946
	Z_{t_i-1}	:042	:051	:4083
Γ_t	Φ_{t_i-1}	j :52 [¶]	:24	:0298
	Γ_{t_i-1}	:50 [¶]	:13	:0002
	Υ_{t_i-1}	:38 [¶]	:14	:0058
	Z_{t_i-1}	:068	:11	:5302
Υ_t	Φ_{t_i-1}	j :00011	:27	:9997
	Γ_{t_i-1}	j :1195	:15	:4282
	Υ_{t_i-1}	:26 [¶]	:16	:0939
	Z_{t_i-1}	:14	:12	:2592
Z_t	Φ_{t_i-1}	:16	:27	:5526
	Γ_{t_i-1}	:063	:15	:6694
	Υ_{t_i-1}	j :21	:15	:1779
	Z_{t_i-1}	:62 [¶]	:12	:0000

¶Significativamente distinto de cero con probabilidad $\geq 90\%$

Tabla 3.4. Matriz de correlaciones
(varianzas en la diagonal)

	\mathbb{A}_t	\mathbb{O}_t	\mathbb{C}_t	\mathbb{Z}_t
\mathbb{A}_t	5:79e j 05	-	-	-
\mathbb{O}_t	j :1077	:000258	-	-
\mathbb{C}_t	:1958	j :3244	:000335	-
\mathbb{Z}_t	:1531	:2297	j :1811	:000321

Podemos observar cómo los parámetros correspondientes a retardos de las variables ...scales (Cg=G, G=Y, T=Y) no resultan signi...cativos para explicar la ley de evolución de la perturbación tecnológica en el vector 2, y en el vector 1 sólo resulta signi...cativo el retardo de Γ . Tampoco resulta signi...cativa la variable tecnológica para explicar la evolución de las variables ...scales. Por ello pasamos a hacer una estimación restringida de la ecuación (3.24) en la que se elimina la realimentación entre las variables ...scales y la tecnología. Esta restricción es interesante desde una perspectiva teórica, en la medida en que supone tratar la tecnología y la política ...scal como vectores generados por procesos estocásticos independientes.

Tabla 3.5. Vector exógeno 1
(restringido)

Variable	Parámetro	Estimación	Error Estándar	Probabilidad
Φ_t	Φ_{tj-1}	:51 [*]	:12	:0000
	Γ_{tj-1}	:18 [*]	:065	:0055
	Υ_{tj-1}	:10 ^{**}	:067	:1300
Γ_t	Φ_{tj-1}	j :49 [*]	:24	:0454
	Γ_{tj-1}	:51 [*]	:14	:0002
	Υ_{tj-1}	:37 [*]	:14	:0095
Υ_t	Φ_{tj-1}	:070	:28	:8015
	Γ_{tj-1}	j :093	:16	:5540
	Υ_{tj-1}	:24 ^{**}	:16	:1409
Z_t	Z_{tj-1}	:61 [*]	:13	:0000

* Signi...cativamente distinto de cero con probabilidad \geq 90%

** Nivel signi...cación \geq 85%

Tabla 3.6. Matriz de correlaciones
(varianzas en la diagonal)

	$\hat{\alpha}_t$	$\hat{\beta}_t$	$\hat{\gamma}_t$	\hat{z}_t
$\hat{\alpha}_t$	5:88e j 05	-	-	-
$\hat{\beta}_t$	j :0937	:000261	-	-
$\hat{\gamma}_t$	:2136	j :3009	:000345	-
\hat{z}_t	:1711	:0472	j :3907	6:47e j 05

Tabla 3.7. Vector exógeno 2
(restringido)

Variable	Parámetro	Estimación	Error Estándar	Probabilidad
Φ_t	Φ_{t_i-1}	:51 ^{ns}	:12	:0000
	Γ_{t_i-1}	:18 ^{ns}	:065	:0055
	Υ_{t_i-1}	:10 ^{ns}	:067	:1300
Γ_t	Φ_{t_i-1}	j :49 ^{ns}	:24	:0454
	Γ_{t_i-1}	:51 ^{ns}	:14	:0002
	Υ_{t_i-1}	:37 ^{ns}	:14	:0095
Υ_t	Φ_{t_i-1}	:070	:28	:8015
	Γ_{t_i-1}	j :093	:16	:5540
	Υ_{t_i-1}	:24 ^{ns}	:16	:1409
Z_t	Z_{t_i-1}	:67 ^{ns}	:12	:0000

^{ns}Significativamente distinto de cero con probabilidad $\geq 90\%$

Tabla 3.8. Matriz de correlaciones
(varianzas en la diagonal)

	$\hat{\alpha}_t$	$\hat{\beta}_t$	$\hat{\gamma}_t$	\hat{z}_t
$\hat{\alpha}_t$	5:88e j 05	-	-	-
$\hat{\beta}_t$	j :0934	:000261	-	-
$\hat{\gamma}_t$	:2136	j :3009	:000345	-
\hat{z}_t	:1406	:2168	j :1826	:000340

Podemos comprobar que los resultados de las estimaciones son muy semejantes em-

pleando una y otra medida de la tecnología, tanto en cuanto a la signi...catividad como en cuanto a la magnitud y signo de los estadísticos. Por ello, usaremos sólo los parámetros obtenidos empleando el residuo de Solow (vector 1).

Posteriormente se analizarán las propiedades del modelo para reproducir las propiedades estadísticas de las series americanas utilizando tres posibilidades:

1. Parámetros estimados con el vector 1 sin restringir, tablas 1 y 2.
2. Parámetros estimados con el vector 1 parcialmente restringido, la formulación de las matrices Δ_1 y Σ tal y como aparecen en las tablas 5 y 6, es decir, considerando que no hay realimentación dinámica entre la tecnología y la política ...scal.²⁷
3. Parámetros estimados con el vector 1 restringido, suponiendo ortogonalidad entre las perturbaciones exógenas. Es decir, anularemos los términos fuera de la diagonal para las matrices Δ_1 y Σ de las tablas 5 y 6.

3.4.4 Estimación de la función de producción.

En este apartado seguimos la metodología empleada en trabajos previos, como los de Bajo y Sosvilla (1993) o González-Páramo (1995) (ver Balmaseda (1996) para una revisión).

El primer paso es plantear una formulación de la función de producción consistente con nuestro modelo teórico en las siguientes dimensiones:

1. Rendimientos constantes en los factores privados: al no haber remuneración de mercado para el capital público, los factores privados reciben la totalidad de la renta nacional.
2. Crecimiento tecnológico exógeno determinista: nuestro modelo no incorpora crecimiento exógeno estocástico ni crecimiento endógeno, lo que equivale a considerar que las series simuladas corresponden a las de una economía real una vez eliminada su tendencia determinista.
3. Elasticidad producto de los factores privados restringida al valor calibrado con los datos de contabilidad nacional (Apéndice 3.7.4): en la función Cobb-Douglas y bajo el supuesto de mercados competitivos, la elasticidad producto de un factor representa el porcentaje de renta destinado a su remuneración.
4. Inclusión de la tasa de utilización de la capacidad productiva: ello nos permite recoger los cambios de ciclo económico y así obtener el equivalente a un stock de capital privado 'efectivo', que sea asimilable al generado por nuestro modelo. En términos analíticos, hacemos la estimación de una función:

$$Y_t = A_t \zeta N_t^{1-i} \zeta (cu_t \zeta Kp_t)^{\theta}$$

²⁷Mantenemos las correlaciones cruzadas contemporáneas ($\text{corr}(z_t; \zeta_t)$; incluidas en \mathcal{S}) porque son de magnitud no despreciable, y por tanto, ajustamos mejor las propiedades de los datos.

donde:

Kp_t =serie de datos de stock de capital disponible para la economía americana

$cu_t \in Kp_t$ =serie de stock de capital 'efectivo', asimilable a la generada por nuestro modelo.

El ejercicio de estimación se lleva a cabo para la función estándar de producción Cobb-Douglas con capital público, que servirá como marco de referencia, y para la función que incluye el concepto de 'infraestructuras efectivas'.

1. Modelo 'estándar':

$$y_t \text{ i } n_t = \beta_0 + \beta_1 \ln t + \beta_2 \ln cu_t + \beta_3 \ln (kp_t \text{ i } n_t) + \beta_4 \ln kg_t + \epsilon_t \quad (3.25)$$

2. Modelo de 'infraestructuras efectivas' o modelo de 'e...ciencia':

$$y_t \text{ i } n_t = \beta_0 + \beta_1 \ln t + \beta_2 \ln cu_t + \beta_3 \ln (kp_t \text{ i } n_t) + \beta_4 \ln kg_t + \beta_5 \ln \Phi_t + \epsilon_t \quad (3.26)$$

donde las variables en minúsculas corresponden a los logaritmos naturales de las variables (per capita) en nivel y en ambos modelos restringimos el parámetro β_3 al valor calibrado con los datos. La variable t es una variable tendencial para eliminar la supuesta tendencia determinista de las series y cu_t es la tasa de utilización de la capacidad productiva.

La muestra empleada en la estimación corresponde al periodo de 1952 a 1996 y las series utilizadas son las siguientes (ver Apéndice 3.7.3, para fuentes y unidades):

y_t : producto nacional bruto per capita en términos constantes

kp_t : stock de capital privado, residencial y no residencial, per capita y en términos constantes

kg_t : stock de capital público no militar, per capita y en términos constantes

n_t : horas trabajadas, en términos per capita

Φ_t : ratio de composición del gasto ($Cg=G$), utilizando la definición general de consumo del apartado previo (consumo público no militar)

Para hacer la estimación el primer paso consiste en comprobar si las variables tienen el mismo orden de integración. En primer lugar, y_t , n_t y Φ_t son claramente $I(1)$. En cambio, aparecen dudas sobre kp_t y kg_t , que parecen más bien $I(2)$. No obstante, siguiendo a Flores y Pereira (1993), analizamos el orden de integración de las series $y_t=kp_t$ y $y_t=kg_t$, que son claramente $I(1)$. Esto implica que las series de stock de capital son necesariamente $I(1)$, ya que cualquier combinación lineal de dos series integradas de orden d es de orden menor o igual a d .

Para comprobar el orden de integración de las series del sistema utilizamos las funciones de autocorrelación (total y parcial) de las mismas (en nivel y tomando sucesivas

diferencias), y el test Dickey-Fuller Aumentado. En la tabla 1 aparecen los resultados correspondientes a dicho estadístico para las primeras diferencias de las series del sistema (salvo para la utilización de capacidad productiva -cu-, que es I(0)). Se observa que en todos los casos, el estadístico es inferior a los valores críticos tabulados por Dickey y Fuller, por lo que rechazamos la presencia de raíz unitaria.

Tabla 3.9. Estadísticos DFA de las primeras diferencias o nivel de las series

Variables	DF A	Valor crítico (1%)
Δy	-4.85	-3.60
Δn	-5.96	-2.62
$\Delta \Phi$	-5.11	-2.62
cu	-3.65	-3.59
$\Delta(y=kp)$	-6.61	-3.60
$\Delta(y=kg)$	-5.96	-2.62

Una vez comprobado que las series del sistema presentan el mismo orden de integración, estimamos las dos regresiones planteadas y hacemos pruebas sobre los residuos para contrastar la presencia de raíz unitaria. Si rechazamos la hipótesis nula de raíz unitaria, podemos aceptar que existe una relación de cointegración entre las variables y la estimación en niveles es adecuada. En caso contrario, sería necesario transformar previamente las series para convertirlas en estacionarias y evitar un problema de regresión espúrea.

Las estimaciones correspondientes al modelo estándar, que tomamos como referencia, son las siguientes:

$$y_t \mid n_t = \frac{0.73}{(14.69)} + \frac{0.17}{(4.61)} \text{cu}_t + \frac{0.0039}{(10.34)} t + 0.34 \text{ } (kp_t \mid n_t) + \frac{0.33}{(18.14)} \text{kg}_t + EC_t$$

$$R^2 = 0.995; \text{DW} = 0.8175; \text{ADF} = -3.025 \quad (3.27)$$

Basándonos en los test de Engle y Granger y de Dickey-Fuller Ampliado podemos rechazar la presencia de raíces unitarias en los residuos²⁸, y por tanto, pasamos a estimar un modelo de corrección de error.

El resultado obtenido, partiendo de un modelo sobreparametrizado con dos retardos para todas las variables y eliminando las que resultaron no significativas, es el siguiente:

$$\Delta(y_t \mid n_t) \mid 0.3426 \text{ } \Delta(kp_t \mid n_t) = \frac{0.0052}{(2.57)} + \frac{0.22}{(7.61)} \text{ } \Delta \text{cu}_{t-1} - \frac{0.093}{(3.16)} \text{ } \Delta \text{cu}_{t-2}$$

²⁸Valor crítico para el estadístico Durbin Watson de Engle y Granger (1987), tamaño 100 y significación del 1%, 0.511. Valor crítico del test DFA para tamaño muestral 50 y significación al 95%, -2.93 (Engle y Yoo, 1986).

$$+ \frac{1.15}{(3.43)} \Delta \text{kg}_t + \frac{0.88}{(2.60)} \Delta \text{kg}_{t-1} + \frac{0.36}{(2.43)} \text{EC}_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$R^2 = 0.75; \text{DW} = 1.68; \text{F} = 0.0069 \quad (3.28)$$

El estadístico t para los residuos del modelo de cointegración es significativo al 99.8%, y por tanto rechazamos la hipótesis nula de que no hay corrección del error, lo que permite apoyar la ecuación (3.27) como una representación de la relación de largo plazo entre las variables.

La observación de los gráficos acf y pacf de los residuos del modelo, así como su histograma permiten aceptar la hipótesis de ruido blanco, por lo que no es necesario añadir estructura adicional al modelo.

Para contrastar la posible presencia de endogeneidad en las variables empleadas estimamos un VAR(2) entre la tasa de crecimiento de la variable dependiente y la tasa de crecimiento del stock de capital público. No obtenemos indicios de endogeneidad del crecimiento del capital público respecto del crecimiento del PIB, basándonos en la no significatividad de los coeficientes estimados para el VAR y de las Funciones de Respuesta del capital a un Impulso en la tasa de crecimiento del producto. Por tanto, no sería necesario instrumentar el capital público para garantizar una estimación consistente.

Respecto a la regresión correspondiente al modelo de infraestructuras efectivas, seguimos los mismos pasos y obtenemos los siguientes resultados.

El modelo de largo plazo estimado empleando el ratio Φ general, es el siguiente:

$$y_t - n_t = \frac{0.60}{(8.58)} + \frac{0.20}{(5.48)} \text{cu}_t + \frac{0.0035}{(8.91)} t + 0.34 (kp_t - n_t) + \frac{0.32}{(18.05)} \text{kg}_t$$

$$+ \frac{0.61}{(2.50)} (0.32 \Phi_t) + \text{EC}_t$$

$$R^2 = 0.996; \text{DW} = 0.88; \text{ADF} = -3.43 \quad (3.29)$$

Basándonos en el test de Engle y Granger para el estadístico de Durbin Watson, y el test ADF para los residuos, aceptamos también la ausencia de raíz unitaria²⁹ y por tanto, la presencia de una relación de largo plazo. El coeficiente estimado para el ratio Φ_t es significativo a un nivel del 98.33%, lo que puede interpretarse como evidencia de la relevancia del uso eficiente de las infraestructuras sobre la productividad agregada. Por otro lado, el coeficiente estimado para la elasticidad del capital público es estadísticamente idéntico al obtenido en el modelo estándar. El resto de parámetros estimados son también bastante robustos al cambio de especificación.

Pasamos a estimar el modelo de corrección de error, y obtenemos la siguiente formulación tras eliminar los términos no significativos a partir de un modelo sobreparametrizado de segundo orden:

$$\Delta(y_t - n_t) - 0.3426 \Delta(kp_t - n_t) = \frac{0.0038}{(1.94)} + \frac{0.23}{(7.70)} \Delta \text{cu}_t + \frac{0.094}{(3.32)} \Delta \text{cu}_{t-1}$$

²⁹Valor crítico para el estadístico Durbin Watson de Engle y Granger (1987), tamaño 100 y significación del 1%, 0.511. Valor crítico del test DFA para tamaño muestral 50 y significación al 95%, -2.93 (Engle y Yoo, 1986).

$$+ \frac{1.08}{(3.31)} \Delta \text{kg}_{tj} - \frac{0.74}{(2.28)} \Delta \text{kg}_{t_{j-1}} - \frac{0.43}{(2.70)} \text{EC}_{t_{j-1}} + \epsilon_t$$

$$R^2 = 0.76; \text{DW} = 1.68; \text{F} = 0.0067 \quad (3.30)$$

Como en el caso anterior, rechazamos que no haya corrección del error para un nivel de significación del 99.97%, y observamos también que los parámetros estimados son bastante similares a los del modelo estándar.

A continuación, nos planteamos si la formulación de infraestructuras efectivas es una mejor representación de los datos que el modelo estándar. Para ello empleamos el test J de Davidson-Mackinnon (1981) entre modelos no anidados.

El contraste entre modelos no anidados consiste en introducir los valores estimados para un modelo, M1, ($y_t = b + \beta x_t = y_{tj} + \epsilon_t$) en otro modelo, M2, como un regresor adicional. Si el coeficiente de dicho regresor es no significativo, estamos rechazando la hipótesis H_1 : M1 frente a H_0 : M2.

En la siguiente tabla aparecen los valores de los estadísticos t para los coeficientes de los valores estimados en Mj (y_{tj}) al introducirlos como regresores en Mi:

Modelos: Mj n Mi	Mod. simple	M. eficiencia
Mod. simple	i	0.20
M. eficiencia	1.10	i

Las conclusiones extraídas de dicho ejercicio son las siguientes:

1. Los datos rechazan el modelo simple frente al modelo de infraestructuras efectivas.
2. No es posible rechazar el modelo de eficiencia frente al modelo estándar para un nivel de significación del 74%.

Podemos concluir, por tanto, que la formulación alternativa propuesta supone una mejora en la representación de los datos.

Se han realizado también estimaciones del modelo de infraestructuras efectivas empleando definiciones alternativas del ratio de composición y para distintos retardos de dichos ratios. Las otras definiciones del ratio de composición empleadas son:

- ² proporción de consumo público en sanidad y educación sobre el total de gasto público exhaustivo no militar (Φ^1)
- ² proporción de consumo público en transporte, energía y recursos naturales sobre el total de gasto público exhaustivo no militar (Φ^2)
- ² proporción de consumo público en policía y justicia sobre el total de gasto público exhaustivo no militar (Φ^3)
- ² proporción de consumo público 'productivo' sobre el total de gasto público exhaustivo no militar ($\Phi^4 = \sum_{i=1}^3 \Phi^i$)

Se han realizado sucesivas estimaciones para las distintas definiciones de Φ_t^i ($i=0,1,2,3$) y retardos ($\Phi_{t-j}^i, j=0,1,2,3,4$) en ecuaciones de la forma:

$$y_{tj} - n_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta t + \alpha_2 \Delta c_{ut} + \alpha_3 (k_{ptj} - n_t) + \alpha_4 \Delta k_{gt} + \alpha_5 \Delta \Phi_{tj}^i + \epsilon_t \quad (3.31)$$

Los valores estimados para α_5 se presentan en la siguiente tabla (estadísticos t entre paréntesis):

Tabla 3.10. Estimación parámetro de eficiencia (α_5)

Retardo	0	1	2	3	4
Φ	0.61 (2.50)	0.69 (2.93)	0.76 (3.29)	0.74 (3.28)	0.71 (3.28)
Φ^1	1.58 (2.12)	1.47 (2.26)	1.36 (2.22)	1.34 (2.36)	1.25 (2.50)
Φ^2	-0.017 (0.018)	1.44 ^{ns} (1.69)	2.61 (3.78)	2.83 (4.66)	2.16 (3.33)
Φ^3	0.32 (0.22)	0.97 (0.68)	2.80 ⁺ (1.89)	3.67 (2.57)	3.40 (2.47)
Φ^4	0.96 (1.96)	1.17 (2.60)	1.44 (3.20)	1.38 (3.63)	1.18 (3.58)

En negrilla aparecen los valores significativos con una probabilidad $\alpha = 95\%$

^{ns}significativo al 90%

⁺ significativo al 93%

Las estimaciones paramétricas para la variable de consumo público productivo total (Φ^4) son aproximadamente una media ponderada de las de los tres grupos (1, 2 y 3), como cabía esperar. En la medida en que la mayor parte del consumo público productivo total es gasto en sanidad y educación (grupo 1), las estimaciones correspondientes a Φ^4 son muy similares a las de Φ^1 .

Podemos destacar varias conclusiones a partir de los resultados recogidos en la tabla:

1. No sólo son destacables los posibles efectos contemporáneos del consumo público sobre la productividad agregada, sino también efectos que actúan con cierto retardo, especialmente para determinado tipo de consumo público, como el dedicado

a infraestructuras (para mantenimiento y explotación de las mismas) o el destinado a policía y justicia (que previsiblemente revierten en una mejor protección a los derechos de propiedad)³⁰.

2. La estimación obtenida para el parámetro α es mayor en aquellas funciones económicas que son más intensivas en factor trabajo (como la policía o justicia, grupo 3) y para las que los gastos de mantenimiento son proporcionalmente mayores (como las autopistas, aeropuertos o infraestructuras de energía y agua, incluidas en el grupo 2)³¹. Por tanto, parece que la estimación del parámetro α estaría efectivamente aproximando el grado de complementariedad del consumo público sobre las infraestructuras. Previsiblemente la estimación del parámetro variaría también para distintas economías, en función de la tecnología de la producción pública, el rigor con que se aplique el proceso presupuestario, etc.
3. El elevado valor del parámetro α estimado para el consumo destinado a funciones de policía o justicia también puede estar recogiendo la existencia de efectos sobre la productividad total de los factores de producción y no sólo sobre la productividad de las infraestructuras públicas.

Respecto de la posibilidad de comparar estos resultados con los obtenidos en el capítulo de Evidencia Empírica, hay algunas disparidades que impiden la comparación directa:

1. En este segundo análisis utilizamos series en niveles, y no tasas de variación como en el primero.
2. En la estimación de la función de producción, utilizamos como variables de consumo público las series en ratios sobre gasto público.
3. En la función de producción estamos descontando el efecto sobre la renta per capita de los factores de producción ($k_p; n; k_g$), y en el análisis empírico hacemos un análisis bivalente entre PIB y consumo público.
4. En la estimación de la función de producción estamos obviando la dinámica y realimentación entre las series.

³⁰La utilización de variables retardadas parece a priori inconsistente con el concepto de función de producción, en la que se relaciona el nivel de producto obtenido en t con los recursos disponibles para producir en dicho periodo. No obstante, el objetivo que perseguimos en la estimación de la función es tratar de aproximar las infraestructuras efectivas, que no son observables. En este sentido, la significatividad de las variables de composición retardadas en la estimación empírica podría interpretarse diciendo que el nivel de eficiencia en el uso del stock de infraestructuras nominativas disponible en t depende de lo bien conservadas que éstas se encontraran al inicio del periodo, lo que a su vez puede aproximarse a través de los ratios de composición de ejercicios previos.

³¹Existen trabajos previos que documentan la elevada rentabilidad de los gastos de mantenimiento de las autopistas: Munnell (1992) cita los estudios de coste-beneficio de la Oficina Presupuestaria del Congreso, que estiman en torno a un 30%-40% los rendimientos de los proyectos para conservación de las condiciones medias del sistema de autopistas federales.

En cualquier caso, hay ciertas similitudes de los resultados obtenidos. Para los grupos 1 (sanidad y educación) y 2 (transporte, energía y rec. naturales) de consumo obtenemos efectos de medio plazo bastante persistentes, de mayor magnitud para el grupo 2, al igual que vimos al analizar las funciones de respuesta a impulso. Los efectos productivos del grupo 2 empiezan a producirse con un retraso de un periodo, como ocurría también en el análisis empírico. En cambio, para el grupo 3 no encontramos efectos contemporáneos como sí ocurría en el capítulo anterior, y los efectos positivos tienen una mayor persistencia que en el análisis previo.

En función de los resultados obtenidos de la calibración, emplearemos en nuestras simulaciones como caso de referencia, para el parámetro θ^g un valor de 0.32 y para λ un valor de 0.61, obtenido para el ratio de composición general. También nos referiremos a menudo al caso productivo para el que usaremos un λ de 1.3, que aproxima el valor medio de las estimaciones obtenidas para el vector Φ^4 .

También haremos algunos ejercicios de sensibilidad de los resultados ante cambios en estos valores paramétricos. Respecto del parámetro θ^g , el valor estimado es similar al de otros autores para datos americanos agregados (ver Munnell (1992)). No obstante, las estimaciones realizadas por otros estudios con datos a nivel más desagregado, por ejemplo, a nivel de estados norteamericanos, obtienen valores de θ^g más reducidos, en torno a 0.16. Si bien Munnell considera que esta caída en el valor estimado para el parámetro puede deberse al hecho de que una excesiva desagregación no permite recoger los efectos desbordamiento de las infraestructuras públicas, hemos replicado alguno de nuestros resultados empleando también un valor $\theta^g = 0.16$:

Por otro lado, respecto del parámetro λ , emplearemos un rango de valores comprendido entre 0, para recoger el caso estándar de consumo público improductivo, y 4 para representar el valor máximo obtenido en las estimaciones³².

En la siguiente tabla se resumen los valores elegidos como caso de referencia:

³²Si la función de producción formulada implica una sobreestimación del parámetro θ^g (como argumentan Hurlin (1997) o Balmaseda (1996)), esto supondría que estamos infraestimando el parámetro λ , ya que estamos imponiendo que la elasticidad producto de θ , una supuesta θ^A , viene dada por $\theta^A = \theta^g \lambda$. Si esto fuera así, las estimaciones obtenidas para λ podrían considerarse como una cota inferior de los verdaderos valores paramétricos.

Tabla 3.11.
Caso de Referencia

Parámetros estructurales	valor
Parámetro de descuento (τ)	0.98
Aversión relativa al riesgo ($1/\lambda$)	1
Elasticidad-producto del capital privado (θ)	0.3426
Elasticidad-producto del capital público (θ^g)	0.32
Grado de complementariedad C_g vs. K_g (ρ)	
Caso de referencia	0.61
Consumo público productivo	1.3
Depreciación capital privado (δ_k)	0.0815
Depreciación capital público (δ_g)	0.0495
Composición del gasto público (Φ)	0.787
Tamaño del gasto público (Γ)	0.13
Presión fiscal (Υ)	0.282

3.5 ANÁLISIS DEL ESTADO ESTACIONARIO

3.5.1 Definición y cálculo del estado estacionario determinista.

Ragnar Frisch enunció, en torno a 1935, que una economía se encuentra en estado estacionario si nada cambia a lo largo del tiempo. Dicho estado estacionario se repite de forma indefinida, a menos que la economía sea perturbada.³³

El estado estacionario determinista (e.e.d.) se denomina también punto de acumulación o punto fijo del sistema, y se utiliza para caracterizar el equilibrio del sistema dinámico. Está formado por un conjunto de valores para las variables de decisión y de estado en el instante t que verifican la propiedad de que, al introducirlos en las condiciones de primer orden y las leyes de movimiento de las variables de estado, bajo el supuesto de ausencia de perturbaciones, el resultado es un conjunto de valores para el instante $t + 1$ idéntico al que se introdujo como input. El estado estacionario es asimilable al equilibrio de largo plazo del modelo.

En cambio, el estado estacionario estocástico (e.e.e.) consiste en un vector de sendas temporales para las variables del sistema, que están sometidas en cada periodo a perturbaciones estocásticas que las mueven de su situación en el periodo anterior, pero que vuelven a colocarse sobre su senda de crecimiento equilibrado gracias a la aplicación de la regla de política sobre la variable de control del sistema. De esta manera todas las variables oscilan de forma aleatoria y estable en torno a su e.e.d. Como las perturbaciones estocásticas utilizadas son estacionarias, estamos garantizando que el e.e.e. también lo es.

El cálculo del estado estacionario determinista se realiza teniendo en cuenta que las perturbaciones exógenas estocásticas son constantes e iguales a su esperanza matemática y el resto de las variables son constantes. Las variables de estado estacionario las vamos a caracterizar por carecer de subíndice temporal. Por tanto:

$$\begin{aligned} C_t &= C; Kp_t = Kp; Kg_t = Kg; Y_t = Y \\ \Gamma_t &= \bar{\Gamma}; \Upsilon_t = \bar{\Upsilon}; \Phi_t = \bar{\Phi}; z_t = z; \end{aligned} \quad (3.32)$$

Sustituyendo estas igualdades en las condiciones de primer orden del sistema y las leyes de movimiento de los stocks de capital, obtenemos los niveles de estado estacionario de las variables como función de los parámetros de preferencias, de tecnología y de las perturbaciones exógenas.

En primer lugar demostramos que, en el estado estacionario, el stock de infraestructuras es una proporción fija del stock de capital privado, y por tanto es acumulable. Por tanto, para garantizar la ausencia de crecimiento endógeno, se requieren rendimientos decrecientes a escala en los dos stocks de capital tomados conjuntamente.

Normalizando $N = 1$, el output de estado estacionario verifica:

$$Y = \bar{Z} \left(Kp \right)^{\alpha} \left(e^{-\beta} Kg \right)^{1-\alpha}$$

³³Citado en Hansen, "A survey of general equilibrium systems", McGraw-Hill, 1970, Economics Handbook Series.

Asimismo, a partir de la ley de acumulación de las infraestructuras:

$$I_g = \pm_g \zeta K_g = (1 - i - \bar{\Phi}) \zeta \bar{\Gamma} \zeta Y = (1 - i - \bar{\Phi}) \zeta \bar{\Gamma} \zeta \bar{Z} \zeta K_p^{\otimes} \zeta e^{-\bar{\Theta}} \zeta K_g^{\otimes g}$$

luego:

$$K_g = \frac{(1 - i - \bar{\Phi}) \zeta \bar{\Gamma}}{\pm_g} \zeta \bar{Z} \zeta e^{\otimes g \cdot \bar{\Theta}} \zeta K_p^{\otimes} \zeta^{1-(1-i-\otimes g)} \quad (3.33)$$

Sustituyendo ahora K_g en Y :

$$Y = \frac{\bar{Z} \zeta (1 - i - \bar{\Phi}) \zeta \bar{\Gamma} \zeta e^{-\bar{\Theta}} \zeta^{\# \otimes g} \zeta^{1-(1-i-\otimes g)}}{\pm_g} \zeta K_p^{\otimes=(1-i-\otimes g)} \quad (3.34)$$

En el caso de que $\otimes + \otimes g = 1$, obtenemos una versión del modelo AK de Rebelo (1991), con rendimientos constantes en el stock de capital, que violaría la condición de Inada, $\lim_{K_p \rightarrow 1} [F^0(K_p)] = 0$. Barro y Sala-i-Martin (1995) demuestran que el incumplimiento de la condición de Inada es condición necesaria para la existencia de crecimiento endógeno. Por tanto, nosotros restringimos nuestro modelo al supuesto de que $(\otimes + \otimes g) < 1$.

Sustituyendo (3.19) en (3.20), teniendo en cuenta (3.32) y eliminando el operador esperanza obtenemos:

$$\frac{1}{\tau} = \frac{f}{1 - i - \pm_k + (1 - i - \bar{\Upsilon}) \zeta r^{\alpha}} \quad (3.35)$$

Luego, el parámetro de descuento coincide con la inversa del tipo de interés, neto de depreciación e impuestos.

Donde:

$$r = \otimes \zeta \bar{Z} \zeta K_p^{\otimes i - 1} \zeta e^{-\bar{\Theta}} \zeta K_g^{\otimes g} \quad (3.36)$$

Sustituyendo r en (3.35) por su valor de equilibrio en (3.36), y despejando K_p , obtenemos:

$$K_p = \frac{(1 - i - \bar{\Upsilon}) \zeta \otimes \zeta^{-1}}{1 - i - \zeta (1 - i - \pm_k)} \zeta \bar{Z} \zeta e^{\otimes g \cdot \bar{\Theta}} \zeta K_g^{\otimes g} \zeta^{1-(1-i-\otimes)} \quad (3.37)$$

Finalmente, con las ecuaciones, (3.33) y (3.37), obtendríamos los valores de K_p y K_g como funciones de los parámetros del modelo:

$$K_p = K_p(\bar{\Upsilon}; \pm_k; \pm_g; \otimes; \otimes g; \bar{\Theta}; \bar{\Gamma}; \bar{\Phi})$$

$$K_g = K_g(\bar{\Upsilon}; \pm_k; \pm_g; \otimes; \otimes g; \bar{\Theta}; \bar{\Gamma}; \bar{\Phi})$$

La expresión para el nivel de producto de estado estacionario viene dada por:

$$Y = \bar{Z} \zeta \frac{(1 - i - \bar{\Phi}) \zeta \bar{\Gamma} \zeta \exp(\bar{\Theta})^{\otimes g}}{\pm_g} \zeta \frac{(1 - i - \bar{\Upsilon}) \zeta \otimes \zeta^{-1}}{1 - i - \zeta (1 - i - \pm_k)} \zeta^{\# \otimes} \zeta^{1-(1-i-\otimes)} \quad (3.38)$$

Es también inmediato comprobar que:

$$\frac{I_p}{Y} = \frac{(1 - \bar{\gamma}) \zeta^{-\zeta} \zeta^{\zeta} \zeta^{\pm k}}{1 - \zeta (1 - \zeta_k)} \quad (3.39)$$

$$\frac{C}{Y} = 1 - \bar{\gamma} - \frac{(1 - \bar{\gamma}) \zeta^{-\zeta} \zeta^{\zeta} \zeta^{\pm k}}{1 - \zeta (1 - \zeta_k)} \quad (3.40)$$

$$\frac{I_g}{Y} = (1 - \bar{\Phi}) \zeta \bar{\Gamma} \quad (3.41)$$

A partir de estas expresiones se obtiene de manera directa la relación que mantienen las propensiones medias al ahorro y al consumo respecto de los parámetros estructurales del modelo.

Así, la propensión al ahorro depende positivamente del parámetro de descuento y la elasticidad del capital privado en la función de producción y negativamente de la tasa de depreciación del capital y la tasa de gravamen de las rentas de capital, que desplaza ahorro hacia consumo.

Por su parte, la propensión al consumo depende negativamente del peso de la demanda del sector público sobre el producto y de la propensión media al ahorro.

Finalmente, el porcentaje de producto destinado a inversión pública viene determinado por la proporción de gasto público sobre PIB y por el porcentaje de gasto no dedicado a consumo.

A continuación, se realizan dos ejercicios de análisis de sensibilidad del estado estacionario:

² El primero estudia los efectos derivados de modificar los valores escogidos para los parámetros de tecnología y preferencias

² El segundo analiza las consecuencias de variaciones en la política fiscal $\bar{\gamma} = \bar{\gamma}; \bar{\Gamma}; \bar{\Phi}$

3.5.2 Análisis paramétrico del estado estacionario.

Respecto del primer ejercicio extraemos las siguientes conclusiones (ver tabla 3.12):

1 Aumentos en la elasticidad del capital privado (ζ):

La propensión media al ahorro depende positivamente del valor de la elasticidad del capital privado. Por ello, aumentos en ζ implican incrementos en el stock de capital privado, lo que a su vez conlleva crecimientos en el producto y sus componentes.

2 Aumentos en el parámetro ζ^g de elasticidad de las infraestructuras o ζ^s :

Dado un nivel de infraestructuras, un aumento en los parámetros ζ^g o ζ^s se traduce en crecimientos del output de estado estacionario y, por tanto, de sus componentes. Por otro lado, el producto marginal del capital privado permanece constante mientras que aumenta el ratio de infraestructuras sobre producto.

3 Aumentos en la tasa de depreciación del capital privado (\pm_k):

El aumento en la tasa de depreciación del capital privado implica una disminución del ratio en estado estacionario de capital sobre producto³⁴. Como consecuencia, se observa una relación monotónica decreciente entre la tasa de depreciación y los stocks de capital, el producto y sus componentes, así como la recaudación impositiva.

4 Aumentos en la tasa de descuento ($\bar{}$):

Aumentos en la tasa de descuento del modelo implican incrementos en la valoración que hace el agente del consumo futuro. Ello implica subidas en la proporción de renta dedicada a inversión, y por tanto, de la dotación de capital de la economía. Como consecuencia, crecen el producto y sus componentes, así como la recaudación impositiva del sector público.

En la siguiente tabla se muestra el efecto sobre cada variable del sistema de incrementos en cada uno de los parámetros analizados (+ implica aumentos monotónicos de la variable respecto del parámetro, - implica reducciones monotónicas de la variable respecto del parámetro y = implica invariabilidad de la variable respecto del parámetro).

Tabla 3.12. Análisis paramétrico del estado estacionario determinista

Variablen Parámetro	$\bar{}$	\bar{g}_i	\pm_k	$\bar{}$
Y	+	+	-	+
Utilidad	+	+	-	+
Kp	+	+	-	+
Kg	+	+	-	+
C	+	+	-	+
G	+	+	-	+
T	+	+	-	+
TR	+	+	-	+
PMg _{kp} ($\bar{Y}=Kp$)	=	=	+	-

³⁴ Es inmediato demostrar que:

$$\frac{d(Kp=Y)}{d\pm_k} = i \frac{(1 - i) \bar{c} \bar{c}^{-2}}{(1 - i - \bar{c}(1 - \pm_k))^2}$$

3.5.3 Efectos de las variables ...scales sobre los niveles de estado estacionario.

Respecto del análisis de los efectos de cambio en la política ...scal sobre las variables endógenas del modelo, obtenemos las siguientes conclusiones (ver ...guras 1, 2, 3, 4 y 5):

Aumentos en la proporción de gasto público sobre producto (Γ):

Dada la restricción presupuestaria del gobierno:

$$G = T + TR$$

o en términos de output:

$$\frac{G}{Y} = \frac{T}{Y} + \frac{TR}{Y} \quad \Gamma = \Upsilon + \frac{TR}{Y}$$

Por ello, al analizar la estática comparativa de aumentos del ratio Γ podemos considerar dos vías alternativas de ...nanciación:

- 2 Impuestos de suma ...ja, es decir, mantenimiento de la presión ...scal (Υ) y reducciones en la proporción de producto destinada a transferencias al sector privado: $(TR=Y)_1 = (TR=Y)_0 + (\Gamma_1 - \Gamma_0)$.
- 2 Imposición distorsionante, aumentando la presión ...scal en la misma medida en que aumenta el ratio Γ : $\Upsilon_1 = \Upsilon_0 + (\Gamma_1 - \Gamma_0)$.

Financiación con impuestos de suma ...ja: A medida que aumenta la proporción de producto dedicada a gasto público, supuesto constante el ratio Φ , crece el porcentaje de renta dedicado a inversión en infraestructuras, y con ello su stock, lo que a su vez permite crecimientos del producto. Por su parte, la ...nanciación de suma ...ja permite que la inversión privada no resulte desplazada, medida como porcentaje del producto, ver ecuación (3.39). El resultado es que la renta crece monótonicamente con el ratio Γ .

El incremento en el ratio Γ , junto con un tipo Υ constante, resulta en un desplazamiento de igual magnitud del consumo privado como ratio sobre el producto, ver ecuación (3.40). En la ...gura 1 observamos una forma de U invertida para los niveles de consumo y utilidad per capita. Para niveles bajos de Γ , el efecto positivo sobre el consumo privado a través del nivel de producto supera al efecto desplazamiento sobre el consumo a través de la restricción agregada de recursos y , como consecuencia, el consumo de estado estacionario crece. Cuando Γ sobrepasa cierto nivel, los efectos se invierten, resultando en caídas del nivel de consumo privado, y por tanto, la utilidad.

La expresión que determina el tamaño óptimo (maximización del bienestar) del gasto público (supuesto que la presión ...scal permanece ...ja en T_0) es:

$$\Gamma_{ut}^* = \frac{\frac{\partial G}{\partial Y}}{1 + \frac{\partial TR}{\partial Y}} \left(1 + \frac{I_p}{Y} \right)$$

donde $I_p=Y$ viene dado por la expresión (3.39).

(insertar gráfico 3.1)

Financiación distorsionante: Por un lado, el aumento en la proporción de gasto público sobre producto permite, como antes, incrementar el ratio de inversión pública sobre renta y, por tanto, afectar positivamente al stock de infraestructuras. El aumento del tipo impositivo reduce la rentabilidad neta del capital privado, desplazando demanda privada desde la inversión hacia el consumo, pero éste también resulta desplazado por la subida en el ratio Γ .³⁵

(insertar grá...co 3.2)

Respecto de las consecuencias sobre el producto, debemos analizar los efectos de Γ sobre la acumulación de ambos tipos de capital. Para niveles bajos de Γ y Υ , los efectos positivos sobre el producto derivados de la acumulación de infraestructuras superan a los efectos negativos en el tipo de interés sobre el ratio $I_p=Y$, de forma que aumentan tanto los stocks de infraestructuras como de capital privado, y por tanto, la renta.

Cuando Γ y Υ son algo más elevados, la presión ...scal comienza a desplazar inversión privada en niveles, de forma que el stock de capital privado comienza a caer. No obstante, el stock de infraestructuras sigue aumentando, y el producto crece.

En un tercer tramo, cuando Γ y Υ son considerablemente altos, el desplazamiento de la inversión privada es tal que el producto cae, y ...nalmente el stock de infraestructuras también resulta desplazado. De esta manera, obtenemos una forma de U invertida para el producto como función del ratio Γ .

El ratio Γ que maximiza el producto de estado estacionario viene dado por:

$$\Gamma^m = \frac{i_1}{\bar{R}} \frac{\mu}{\mu + \mu_g} \frac{\mu_g}{\mu + \mu_g}$$

Si suponemos que $\bar{R} = 0$; $\bar{\Phi} = 0$ y $\mu + \mu_g = 1$; para hacer equiparable nuestro modelo al de Barro (1990), el ratio de gasto sobre producto que maximiza el producto de estado estacionario verifica la regla de e...ciencia $f_g^0 = 1$.³⁶ De esta forma, obtenemos el mismo resultado de Barro (1990), Futagami y otros (1993), Glomm y Ravikumar (1997), Lau (1995) o Turnovsky (1996), aunque ellos maximizan la tasa de crecimiento y no el nivel del producto de la economía.

En lo que respecta al consumo y la utilidad de los hogares, el ratio Γ afecta negativamente al porcentaje de renta nacional disponible para el consumo privado, y de forma no monótonica al nivel de renta. Consiguientemente, para niveles reducidos de Γ y Υ , el efecto positivo sobre el nivel de producto supera al efecto de desplazamiento del consumo a través de la restricción de recursos y, por tanto, el nivel de consumo aumenta. Para valores más elevados de Γ y Υ ocurre lo contrario, y el nivel de consumo cae. Como

³⁵Puede comprobarse que:

$$\frac{d(I_p=Y)}{d_i} = i_1 \frac{\mu - \mu_g}{1 - \mu(1 + \mu_g)} < 0 \quad (3.42)$$

$$\frac{d(C=Y)}{d_i} = \frac{\mu - \mu_g}{1 - \mu(1 + \mu_g)} i_1 < 0 \quad (3.43)$$

³⁶Dado que: $f_g^0 = \mu_g \frac{Y}{K_g}$ y, por otro lado: $\frac{Y}{K_g} = \frac{1}{i_1(1 + \mu)}$; es inmediato comprobar que se verifica la condición de e...ciencia técnica bajo los supuestos enunciados.

resultado, también se observa una forma de U invertida para la utilidad como función de Γ .

Aumentos en la presión fiscal (Υ), destinados a transferencias:

Por un lado, el aumento de Υ reduce la rentabilidad neta de impuestos y supone desplazamiento de la inversión privada en términos de producto ($I_p=Y$), afectando negativamente a la acumulación de capital privado y, consiguientemente, al producto y sus componentes.

En segundo lugar, el hecho de que el incremento de la presión fiscal se destine a transferencias en lugar de a gasto público, permite aumentar la propensión media al consumo en la misma cuantía en que resulta desplazada la inversión³⁷, pero deja inalterado el porcentaje de renta destinado a inversión pública. Por tanto, el efecto positivo sobre el producto que se producía para niveles bajos de Γ y Υ en el caso anterior, no ocurre ahora y, en consecuencia, el producto cae monotónicamente con Υ .

Para los valores paramétricos utilizados, pese al incremento en la propensión media al consumo, su nivel cae monotónicamente con Υ .

(insertar gráfico 3.3)

Aumentos en el ratio Φ :

En los modelos estándar de crecimiento neoclásico con sector público productivo, se utilizan básicamente tres canales para modelizar los efectos de los gastos públicos en el sector privado, según su naturaleza: efectos sobre la productividad de los factores privados, efectos directos sobre la utilidad de los hogares y efectos sobre la renta disponible para el sector privado.

La inversión pública y el consumo público participan en igual medida del tercer canal, en el sentido de que su financiación exige detraer recursos de los agentes privados. Ahora bien, este efecto desplazamiento puede ser compensado en cierto grado vía efectos sobre el producto o vía efectos sobre la utilidad.

La inversión pública permite la acumulación de infraestructuras, consideradas como un input complementario de los factores privados en el proceso productivo de la empresa, y por ello es el candidato natural para el primer canal compensatorio.

Por su parte, el consumo público al tener como destino bienes tales como sanidad, educación o transporte público, es generalmente modelizado como argumento de la función de utilidad del hogar representativo. Nosotros nos abstraemos de esta consideración para aislar los efectos derivados del carácter productivo de la actividad pública.

Nuestro modelo admite fácilmente esta clasificación estándar entre consumo público e inversión pública sólo con que restrinjamos a cero el parámetro λ de la función de

³⁷ Compruébese que:

$$\frac{d(I_p=Y)}{d\Upsilon} = i \frac{d(C=Y)}{d\Upsilon} = i \frac{\beta - \alpha_k}{1 - i - (1 - i)\alpha_k} < 0$$

producción, en cuyo caso, el consumo público sólo aparecería en la restricción de recursos de la economía como integrante del monto de gasto público, mientras que las infraestructuras aparecerían además en la función de producción.

En cambio, si suponemos que ψ puede ser estrictamente positivo, estamos abriendo un nuevo canal de posibles efectos del consumo público sobre la economía.

En este último caso, aumentar la proporción de gasto público dedicada a consumo corriente tiene dos tipos de efectos sobre el producto.

Por un lado, de manera obvia, aumentar el ratio Φ implica reducir la proporción de renta dedicada a inversión pública y, consiguientemente, redundando en efectos negativos sobre la acumulación de infraestructuras (en el estado estacionario $I_g = Y = (1 - \Phi)\Gamma$). Ahora bien, también es cierto que afecta positivamente al grado de eficiencia en el uso de las mismas, y por tanto, existe la posibilidad de efectos positivos sobre el producto.

En los gráficos 3.4 y 3.5 podemos ver los efectos en el estado estacionario de alterar el ratio Φ , bajo los dos supuestos mencionados. El primero considera que el consumo público no tiene efecto positivo alguno sobre la producción, $\psi = 0$, mientras que el segundo admite la posibilidad de que dicho efecto positivo exista con $\psi > 0$. Al primer modelo lo denotamos modelo con consumo público no productivo, y al segundo, modelo con consumo público productivo.

En el gráfico 3.4 vemos cómo aumentos del ratio Φ , en la medida en que desplazan inversión pública, conllevan caídas en el stock de infraestructuras, y con ello, en el producto y sus componentes. Por tanto, si el sector público pretendiese maximizar el output de la economía, teniendo en cuenta que nos abstraemos de posibles efectos sobre la utilidad, debería destinar todo su gasto a inversión.

En cambio, en el segundo gráfico podemos extraer conclusiones distintas. En la medida en que el consumo público afecta, no sólo negativamente al stock nominativo de infraestructuras (ya que desplaza inversión pública), sino también positivamente a su stock efectivo, para valores reducidos de Φ es factible que el segundo efecto supere al primero y el output aumenta. Es decir, gastamos menos en construir nuevas infraestructuras, pero las existentes se utilizan más eficientemente. Cuando el ratio Φ sobrepasa cierto valor, el efecto complementariedad (o eficiencia) es superado por el desplazamiento y el output cae cuando aumenta la proporción de gasto público dedicada a consumo.

En este caso, para determinados valores de ψ , si el sector público buscase maximizar el nivel de producto de la economía, debería dedicar un porcentaje estrictamente positivo de su gasto a consumo.

(insertar gráficos 3.4 y 3.5)

La diferencia entre alteraciones en el tamaño del gasto público (Γ) y en la composición (Φ) es la siguiente:

- ² incrementos de Γ suponen un aumento de la proporción de demanda agregada de la que se apropia el sector público, y se traduce en un incremento puro de las infraestructuras nominativas y efectivas en términos de producto (supuesta ...nanciación no distorsionante)
- ² reducciones de Φ suponen mantener constante el volumen de gasto público (en términos relativos del producto) pero moviendo una unidad de bien desde consumo público a inversión pública

En el segundo caso, el incremento de la inversión pública se traducirá en un aumento o caída de las infraestructuras efectivas (y con ello del producto) dependiendo de la productividad marginal de los gastos públicos de consumo e inversión en el punto de cambio, es decir, de si predomina el efecto eficiencia o el efecto desplazamiento del consumo público sobre las infraestructuras nominativas.

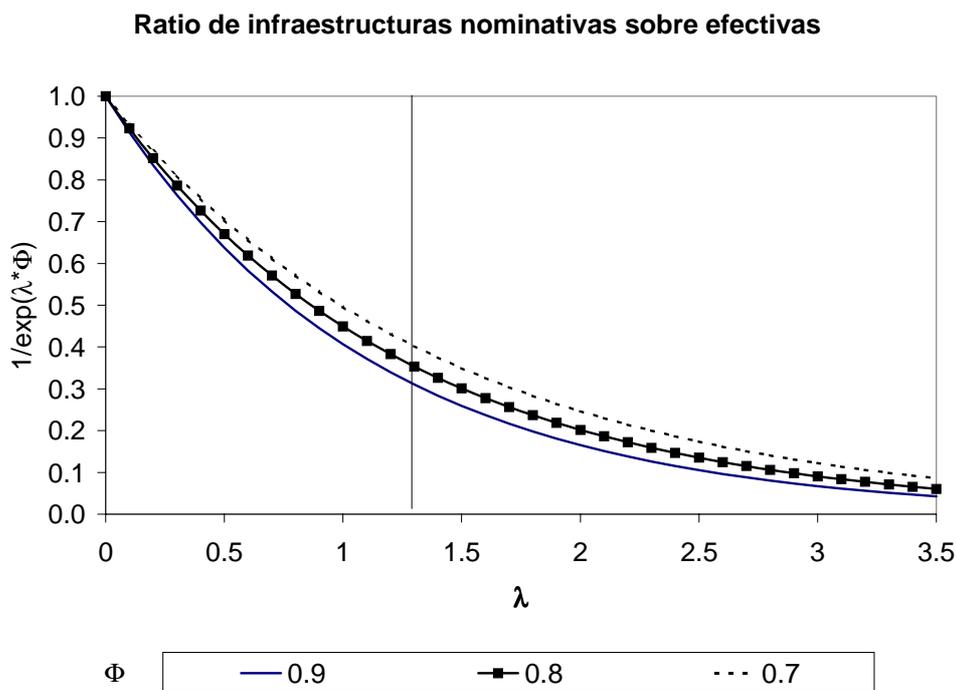
Es decir, bajo el supuesto de complementariedad, la clasificación estándar entre consumo e inversión no permite inferir el carácter productivo o no productivo de cada una de estas componentes de gasto público. Dicho carácter dependerá no sólo de los parámetros de ambos tipos de gasto en la función de producción, sino también de la proporción del gasto público destinado a cada uno de ellos, resultado que está en la línea de Devarajan y otros (1996). En nuestro modelo, un aumento de la inversión pública en detrimento del consumo será expansivo sólo si estamos a la derecha del máximo en los gráficos de U invertida de la gráfica 3.5.

Hay resultados empíricos que permiten apoyar estas conclusiones de carácter teórico. Devarajan y otros (1996) encuentran que los gastos públicos en bienes de capital y en transportes y comunicaciones tienen efectos marginales negativos sobre el crecimiento económico para un conjunto de países en vías de desarrollo. Ellos interpretan este resultado de forma coherente con los resultados de nuestro modelo: estos países tienen proporciones de inversión sobre gasto tan elevadas (casi el 21% sobre gasto público total, mayor aún si descontamos las transferencias) que su efecto productivo en el margen es negativo. En cambio, obtienen evidencia de efectos positivos sobre el crecimiento económico para los gastos públicos corrientes. Es decir, estos países se encontrarían a la izquierda del máximo en nuestro gráfico 3.5. En relación a los resultados que obtienen, estos autores afirman: "Gastos aparentemente productivos pueden resultar improductivos si hay una cuantía excesiva de los mismos.", "...La extendida recomendación de incrementar la proporción de inversión pública como porcentaje sobre el presupuesto en los países en desarrollo puede ser errónea. Algunas componentes de los gastos corrientes, como gastos operativos y de mantenimiento, pueden tener mayores rendimientos que los gastos de capital."

En la misma línea, de la Fuente (1997) encuentra que los gastos de inversión pública tienen rendimientos decrecientes muy fuertes. Es decir, son muy productivos cuando los niveles de inversión pública son reducidos, pero su efecto sobre el crecimiento disminuye rápidamente cuando aumenta su importe. Para el ratio de inversión pública sobre PIB existente en el conjunto de países de la OCDE, la contribución de ésta al crecimiento de la productividad agregada es básicamente cero. En base a las simulaciones realizadas con los parámetros estimados para el modelo, sólo Bélgica, Holanda, Dinamarca y Reino Unido se beneficiarían de aumentos en el porcentaje de PIB dedicado a inversión pública. Para el resto de países de la Unión Europea, el efecto sería muy pequeño o incluso negativo.

Volviendo a nuestro modelo, en el siguiente gráfico se muestra el ratio que suponen las infraestructuras nominativas sobre las efectivas en nuestro modelo, para distintos valores del parámetro (α) de complementariedad y distintos niveles del ratio de composición. Si tomamos como referencia un valor de α de 1.3 (que aproxima el nivel medio para las estimaciones del consumo productivo, Φ^4), las infraestructuras nominativas suponen

alrededor de un 40% del stock de las efectivas, y el otro 60% procedería del efecto eficiencia. En línea con este resultado, Hulten (1996) muestran que la contribución al crecimiento agregado en el periodo 70-90 para el conjunto de países en vías de desarrollo que analiza es de casi el 40% para el indicador de eficiencia de las infraestructuras y prácticamente nulo para la inversión en infraestructuras nuevas.



Derivando la expresión (3.34) obtenemos el nivel del ratio Φ (proporción de consumo sobre gasto) que maximiza la producción de estado estacionario, y que viene dado por la siguiente expresión:

$$\Phi^{\alpha} = 1 + \frac{1}{\lambda} \tag{3.44}$$

Esta 'regla de oro' de reparto del gasto público puede representarse según el siguiente gráfico donde se relaciona con el valor del parámetro λ :

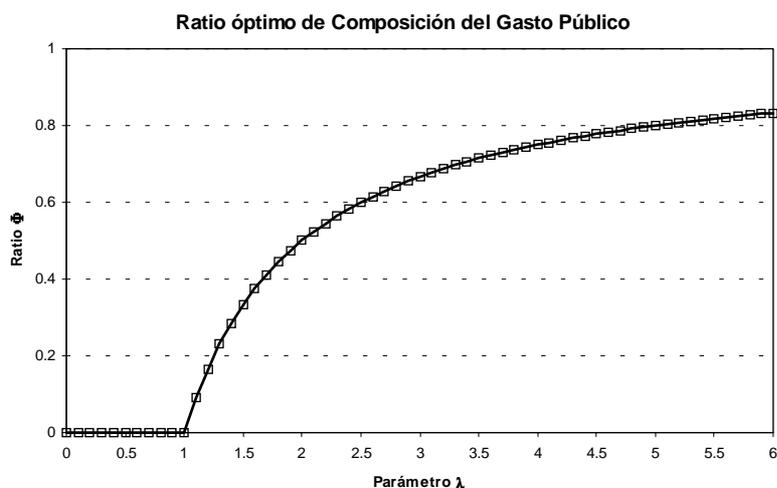


Gráfico 3.7

La regla de optimalidad para el ratio de composición, puede resumirse en el siguiente gráfico donde se descompone la elasticidad del producto de estado estacionario ante un cambio de Φ en dos tipos de efectos contrapuestos:

- 2 la ganancia marginal de eficiencia en el uso de las infraestructuras lograda con un incremento porcentual en la proporción de consumo público (λ) y,
- 2 la pérdida marginal del stock nominativo de infraestructuras ante dicho incremento ($1 - (1 - \Phi)$), o efecto 'desplazamiento'.

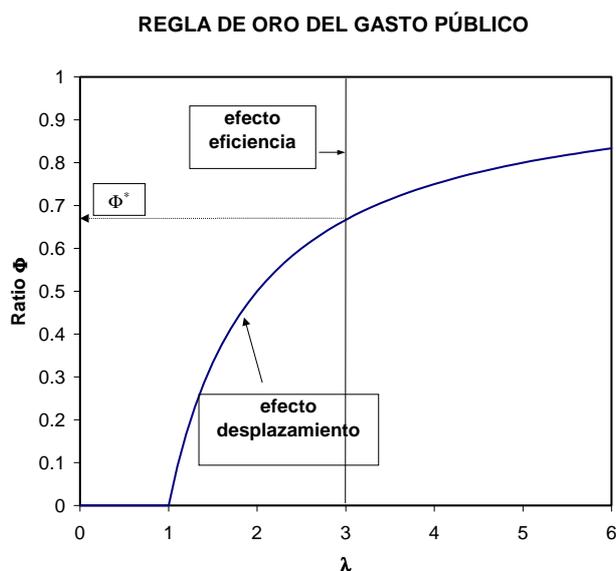


Gráfico 3.8

Por debajo del óptimo (Φ^*), el efecto positivo vía 'eficiencia' supera el efecto negativo 'desplazamiento', e interesa incrementar el consumo público; por encima del óptimo, las

magnitudes se invierte e interesa incrementar la inversión. Por tanto, la regla de oro viene dada por un punto de la frontera $1 = (1 - \Phi)$ que representa la pérdida marginal de infraestructuras nominativas. El óptimo será el valor del ratio Φ para el cual dicha pérdida coincida con la ganancia marginal de eficiencia lograda por el aumento marginal de Φ .

Para valores de σ inferiores a 1, la ganancia marginal de eficiencia es inferior a la pérdida marginal vía acumulación de infraestructuras, y por ello resulta óptimo para maximizar el producto de estado estacionario destinar todo el gasto público a inversión. Es decir, cuando $0 < \sigma < 1$, el consumo público es complementario de las infraestructuras nominativas pero no lo suficiente para compensar el desplazamiento de inversión pública.

Por otro lado, el nivel del ratio Φ que maximiza el stock nominativo de capital público viene dado por:

$$\Phi = 1 - \frac{1 - \sigma}{\sigma} \frac{\alpha}{\beta}$$

En el caso de crecimiento endógeno ($\alpha + \beta = 1$) se verifica que $\Phi = \Phi^*$. Para los valores paramétricos calibrados ($\alpha = 0.3426$ y $\beta = 0.32$), en cambio, $\Phi < \Phi^*$, es decir, que el nivel de producto resulta maximizado en el tramo decreciente del stock de infraestructuras nominativas.

En la medida en que el consumo privado de estado estacionario viene dado por una proporción del producto que no depende de Φ , el ratio que maximiza el nivel de producción coincide con el que maximiza el bienestar de estado estacionario del agente representativo.

La regla de optimalidad (3.44) para la composición del gasto público se caracteriza porque es independiente del valor que adopte el parámetro de elasticidad del capital público en la función de producción (β), es decir:

$$\frac{\partial \Phi^*}{\partial \beta} = 0$$

Esta propiedad tiene la ventaja de que nuestros resultados de optimalidad no son sensibles al valor calibrado para el parámetro β , sobre el cual no existe consenso en la literatura.

Por su parte, Devarajan y otros (1996) obtienen la siguiente regla para la composición del gasto público que maximiza la tasa de crecimiento agregado (recordamos su formulación de la tecnología: $y = \alpha p \beta c g^\sigma + \gamma g^{-\sigma}$):

$$\Phi^* = \frac{\sigma}{\sigma + 1}$$

siendo σ y γ las elasticidades del producto respecto del consumo público y la inversión pública respectivamente. En este caso, la composición óptima sí depende de la elasticidad producto de la inversión pública:

$$\frac{\partial \Phi^*}{\partial \gamma} = \frac{\sigma}{(\sigma + 1)^2} < 0$$

Otro resultado interesante de nuestro modelo es la expresión para los ratios de consumo e inversión públicos sobre PIB que maximizan la producción de estado estacionario. Dichos ratios vienen dados por la expresión:

$$\frac{\mu_{Cg}}{Y} \pi_{\alpha} = \Phi^{\alpha} \Gamma^{\alpha} = \left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) \left(1 - TR\right) \frac{\mu_{\text{Rg}}}{\text{R} + \text{Rg}}$$

$$\frac{\mu_{Ig}}{Y} \pi_{\alpha} = (1 - \Phi^{\alpha}) \Gamma^{\alpha} = \frac{1}{\sigma} \left(1 - TR\right) \frac{\mu_{\text{Rg}}}{\text{R} + \text{Rg}}$$

Para el caso considerado anteriormente, con $TR = 0$ y $\text{R} + \text{Rg} = 1$, las expresiones se simplifican, quedando:

$$\frac{\mu_{Cg}}{Y} \pi_{\alpha} = \left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) \mu_{\text{Rg}} \quad (3.45)$$

$$\frac{\mu_{Ig}}{Y} \pi_{\alpha} = \frac{\mu_{\text{Rg}}}{\sigma} \quad (3.46)$$

Nótese que las reglas obtenidas por Barro (1990) para la maximización del crecimiento eran:

$$\frac{\mu_{Cg}}{Y} \pi_{\alpha} = 0$$

$$\frac{\mu_{Ig}}{Y} \pi_{\alpha} = \mu_{\text{Rg}}$$

En el caso de que $\sigma < 1$ (incluye el caso de consumo no productivo, $\sigma = 0$), las condiciones de optimalidad corresponderían a soluciones esquina, de forma que las expresiones (3.45) y (3.46) quedarían como las de Barro (1990).

A partir de las expresiones (3.45) y (3.46), el ratio $Cg=Ig$ que maximiza el output de estado estacionario queda:

$$\frac{\mu_{Cg}}{Ig} \pi_{\alpha} = \sigma - 1$$

Es decir, el número de unidades monetarias que debe emplearse en la explotación y mantenimiento de cada unidad monetaria invertida viene dado por la diferencia entre la ganancia marginal de eficiencia y la unidad de inversión desplazada, es decir, por el exceso del 'efecto eficiencia' sobre el 'efecto desplazamiento'.

De la expresión anterior se deriva que:

$$\frac{\mu_{Cg}}{Ig} \pi_{\alpha} > 0 \quad (\sigma > 1)$$

Este resultado ya lo obtuvimos anteriormente: sólo debe dedicarse gasto público a consumo si la ganancia marginal de eficiencia en el uso de las infraestructuras supera la unidad de inversión pública desplazada.

Gráfico 3.1. Análisis de estática comparativa. Aumentos en γ
 (...nanciados con impuestos de suma ...ja)

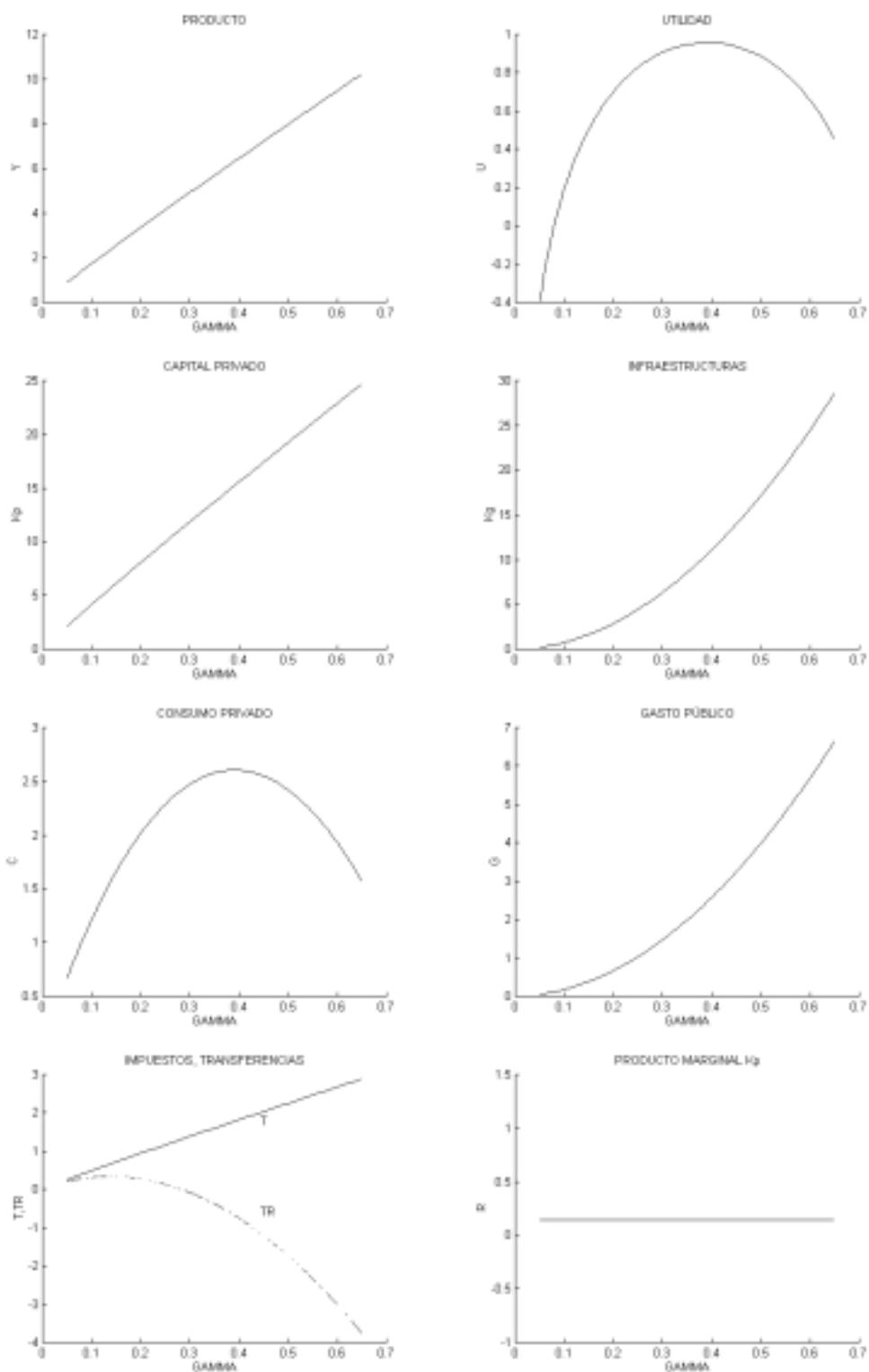


Gráfico 3.2. Estática comparativa. Cambios en j
 (...nanciados con aumentos impositivos)

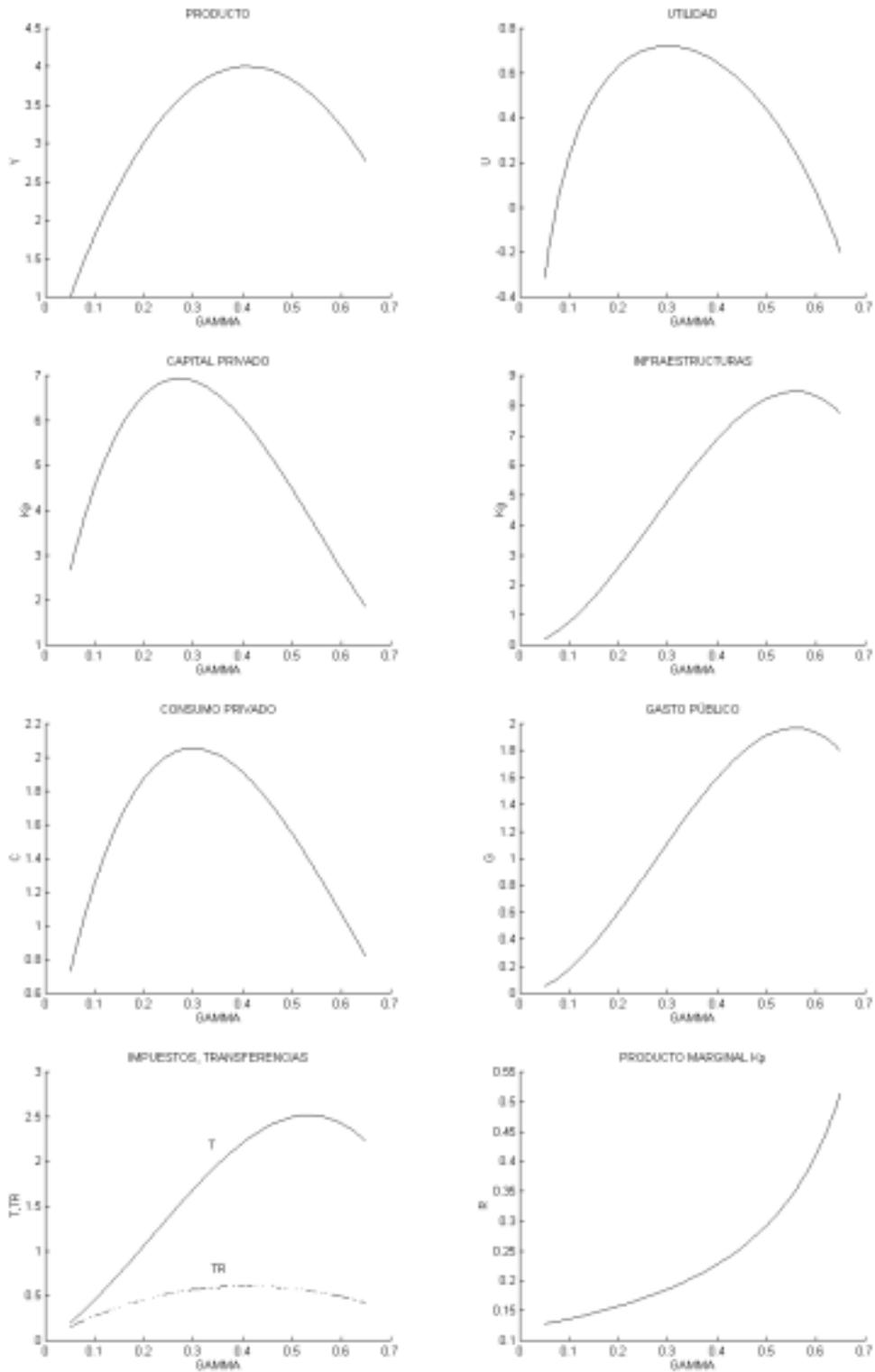


Gráfico 3.3. Estática comparativa. Aumentos en τ
(destinados a transferencias)

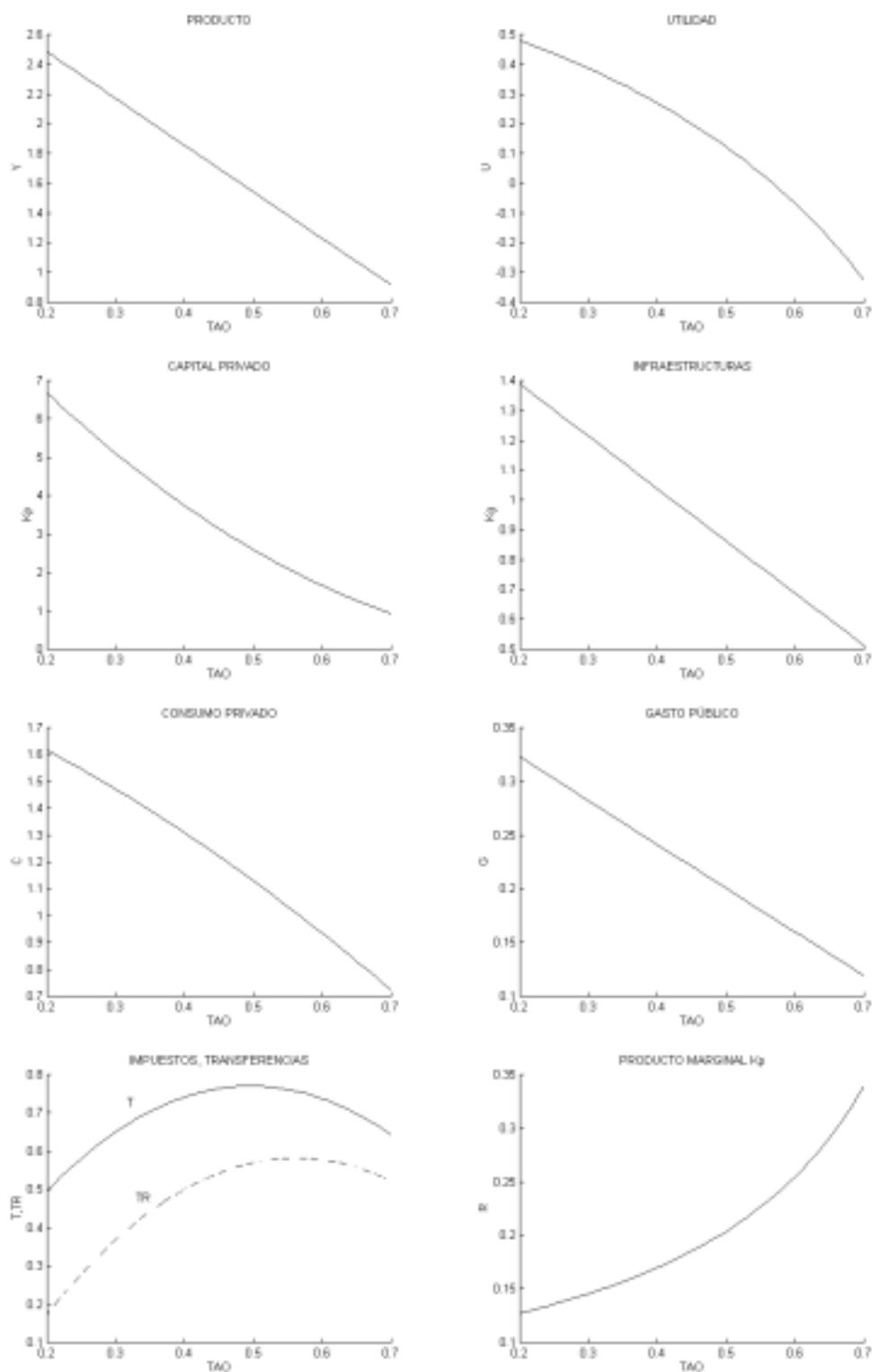


Gráfico 3.4. Estática comparativa. Cambios en ratio α
 Consumo público no productivo ($\lambda_s = 0$)

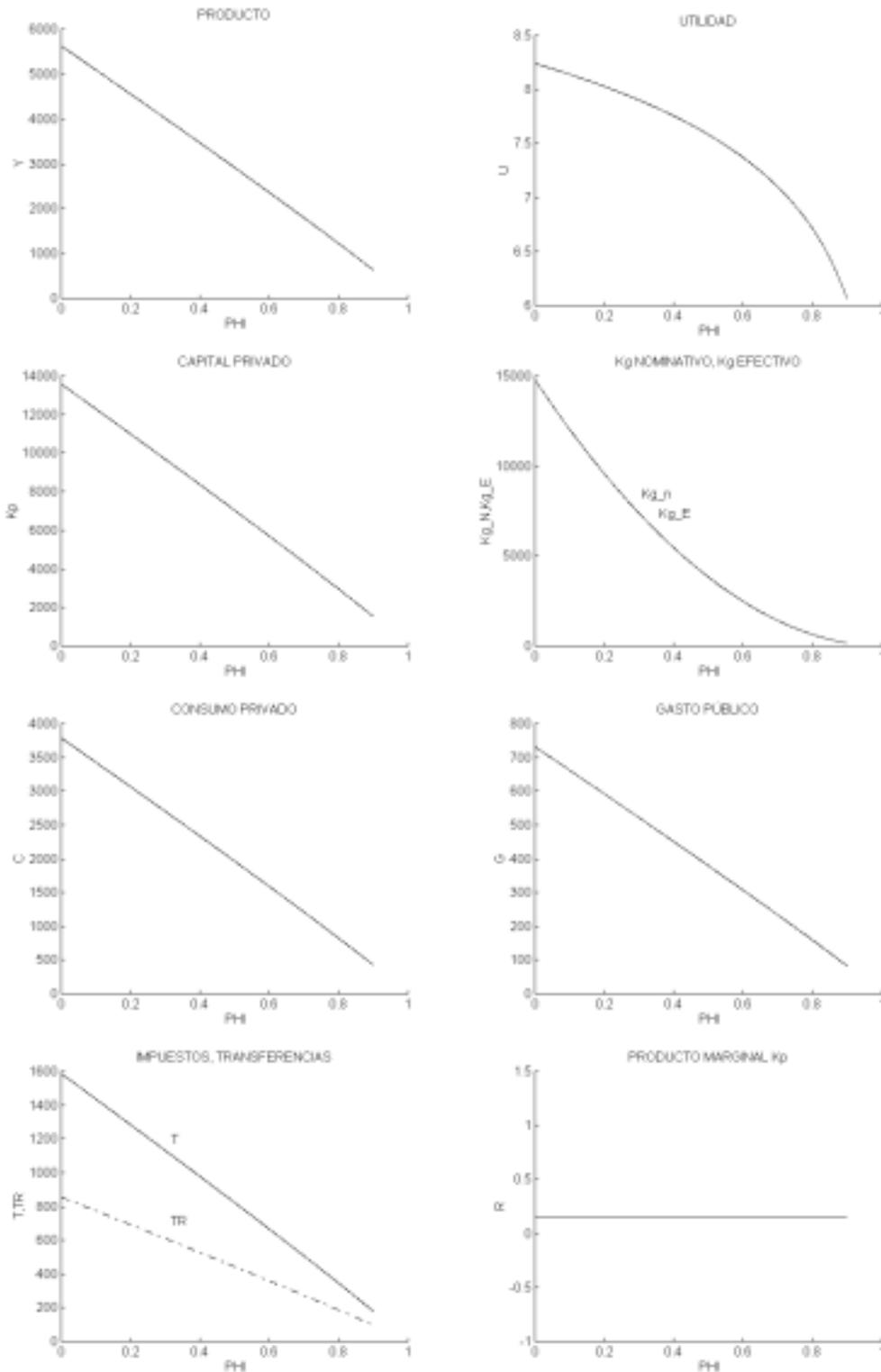
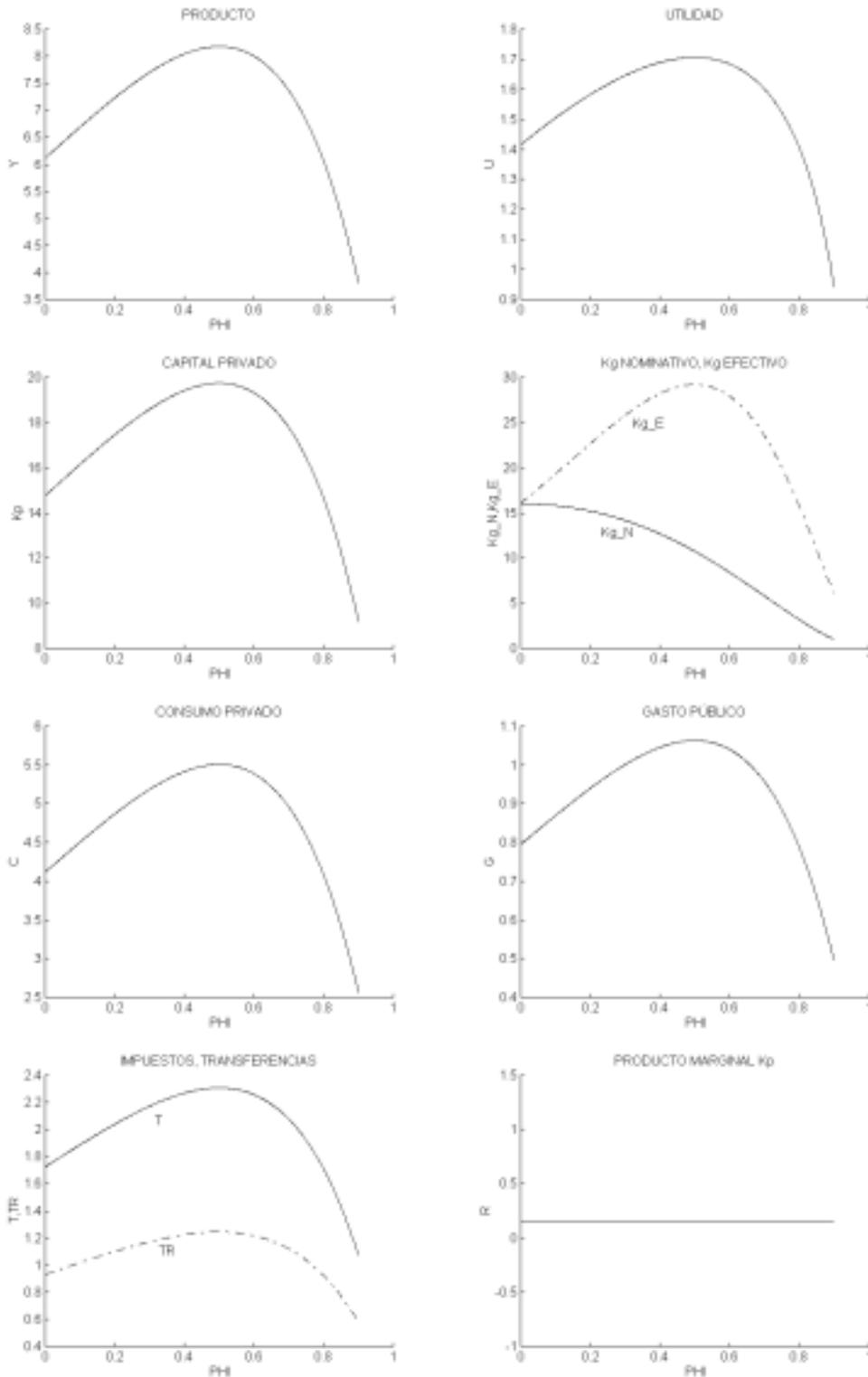


Gráfico 3.5. Estática comparativa. Cambios en ratio α
 Consumo público productivo ($\alpha > 0$)



3.6 CONCLUSIONES

En el marco teórico de la tesis se parte de la hipótesis de que los servicios obtenidos del capital público por el sector privado dependen en cierto grado del consumo público corriente utilizado para la explotación y mantenimiento de dicho stock. Denominamos esta propiedad como hipótesis de complementariedad del consumo público respecto de las infraestructuras.

Si esta complementariedad existe, políticas indiscriminadas de reducción de todo tipo de consumo público, sin distinguir según su función económica, puede ser nocivo para la productividad global de los factores productivos, en particular de las infraestructuras públicas, pudiendo afectar negativamente a la producción.

Frente a la modelización estándar del consumo público y la inversión pública como gastos no productivo y productivo respectivamente, se propone un modelo teórico al que se denomina Modelo de Uso Eficiente de Infraestructuras. Este modelo introduce la hipótesis de que el stock efectivo de infraestructuras públicas que interactúa con el capital privado en el proceso productivo depende de cuánto invierte el sector público en la generación de capital público físico pero también de cuán eficientemente se emplea este capital. Esto último vendrá condicionado por cuánto consumo público emplea el gobierno en la explotación y mantenimiento del capital físico.

Al comparar el modelo de infraestructuras efectivas con el modelo estándar de consumo público no productivo (caso particular del primero), obtenemos conclusiones radicalmente distintas:

1. Bajo la hipótesis de consumo público inútil, un sector público que desee maximizar el producto de estado estacionario debe dedicar todo el gasto público a inversión en infraestructuras.
2. Bajo la hipótesis de complementariedad, el ratio C_g/G que maximiza la producción agregada es estrictamente positivo.

El ratio de composición del gasto óptimo en el modelo de infraestructuras efectivas viene determinado por el equilibrio entre dos tipos de efectos que genera el consumo público productivo sobre las infraestructuras nominativas:

- 2 un efecto eficiencia positivo
- 2 un efecto desplazamiento negativo

En los siguientes capítulos incorporaremos dinámica e incertidumbre en el modelo. Analizaremos (en el capítulo 4) los efectos sobre las variables endógenas de cambios discretos (transitorios o permanentes) en la política fiscal (principalmente en el ratio de reparto del gasto público) así como las propiedades estocásticas de las series generadas a partir del modelo sometido a perturbaciones en todos los periodos. Finalmente (en el capítulo 5) determinaremos la política óptima si consideramos los efectos durante la transición desde la situación actual hasta una nueva posición de equilibrio, así como la respuesta óptima del ratio de composición ante perturbaciones transitorias en el tamaño del gasto público o la tecnología.

3.7 APÉNDICES

3.7.1 RESUMEN DEL MODELO (VARIABLES, CONDICIONES DE PRIMER ORDEN Y ESTADO ESTACIONARIO)

DEFINICIÓN DE VARIABLES Y PARÁMETROS ESTRUCTURALES EMPLEADOS

C_t = consumo privado

I_{p_t} = inversión privada

K_{p_t} = stock de capital privado

K_{g_t} = stock de infraestructuras nominativas

$K_{g_t}^E$ = stock de infraestructuras efectivas

Y_t = producto agregado

τ_t = tipo impositivo sobre las rentas del trabajo y el capital

TR_t = transferencias corrientes de suma neta recibidas por el consumidor del gobierno

G_t = gasto público exhaustivo (consumo más inversión)

C_{g_t} = consumo público

I_{g_t} = inversión pública

j_t = tamaño del gasto público exhaustivo

ω_t = composición del gasto público exhaustivo

w_t = salario

r_t = rendimiento bruto del capital (antes de amortizaciones e impuestos)

z_t = perturbación tecnológica

β = parámetro de descuento o preferencia temporal

γ = aversión relativa al riesgo

α = elasticidad producto del capital privado

α^g = elasticidad producto del capital público

δ_k = tasa de depreciación del capital privado

δ_g = tasa de depreciación del capital público

MODELO Y CONDICIONES DE PRIMER ORDEN

El problema del consumidor viene dado por (ya han sido sustituidas las condiciones de consistencia agregada):

$$\begin{aligned}
 f(C_t; K_{p_t}, g_t) &= \max_{C_t, K_{p_t}, g_t} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \frac{C_t^{1-\gamma} (1-j_t)^{\gamma} (1-\omega_t)^{\gamma}}{1-\gamma} \\
 \text{s.a.} &: C_t + K_{p_t} j_t (1-j_t - \delta_k) \leq K_{p_{t+1}} \cdot [w_t + r_t \leq K_{p_{t+1}}] \leq (1-j_t - \tau_t) + TR_t \\
 I_{p_t} &= K_{p_t} j_t (1-j_t - \delta_k) \leq K_{p_{t+1}} \\
 f(\tau_t; TR_t; r_t; w_t; g_{t=0}^1; k_{p_{t=0}}; K_{p_{t=0}}; \text{dados}; n_t &= 1; \quad (A.1)
 \end{aligned}$$

Además, la solución al problema verifica la restricción presupuestaria del gobierno y el equilibrio en el mercado de bienes:

$$G_t + TR_t = T_t \tag{A.2}$$

$$C_t + Kp_{t+1} (1 - \delta_k) - Kp_{t+1} + G_t = Y_t \tag{A.3}$$

Las condiciones de primer orden del problema de optimización son:

$$\frac{\partial L}{\partial C_t} = 0 \Rightarrow C_t^{-1/4} = \lambda_t \tag{A.4}$$

$$\frac{\partial L}{\partial Kp_t} = 0 \Rightarrow \lambda_t = \beta E_0 \lambda_{t+1} [1 - \delta_k + (1 - \delta_k) r_{t+1}] \tag{A.5}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_t} = 0 \Rightarrow C_t + Ip_t = (1 - \delta_k) [w_t + r_t Kp_{t+1}] + TR_t \tag{A.6}$$

donde:

$$w_t = (1 - \delta_k) \frac{Y_t}{N_t} = w(N_t; Kp_{t+1}; Kg_t^E) \tag{A.7}$$

$$r_t = \beta \frac{Y_t}{Kp_t} = r(N_t; Kp_{t+1}; Kg_t^E) \tag{A.8}$$

$$Kg_t^E = \exp(\gamma_t) Kg_{t+1} \tag{A.9}$$

$$Y_t = z_t N_t^{1-\alpha} Kp_{t+1}^\alpha e^{-\gamma_t} Kg_{t+1}^{\alpha g} \tag{A.10}$$

$$\gamma_t = Cg_t = G_t \tag{A.11}$$

$$Kg_t = (1 - \delta_g) G_t + (1 - \delta_g) Kg_{t+1} \tag{A.12}$$

$$G_t = \delta_t Y_t \tag{A.13}$$

junto con la restricción presupuestaria del gobierno, la restricción agregada de recursos y los procesos estocásticos exógenos para la perturbación tecnológica y las variables ...cales:

$$\ln V_t = (1 - \frac{1}{2}V) \ln \bar{V} + \frac{1}{2}V \ln V_{t-1} + \eta_t^V \tag{A.14}$$

con $V = \delta; \gamma; \delta_k; \delta_g$

Finalmente, la solución de equilibrio debe verificar la condición de transversalidad:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} E_0^{-t} \lambda_t Kp_t = 0 \tag{A.15}$$

3.7.2 RESUMEN DE VALORES PARAMÉTRICOS RESULTANTES DE LA CALIBRACIÓN

Parámetros estructurales	valor
Parámetro de descuento (β)	.98
Aversión relativa al riesgo ($1/\gamma$)	1
Elasticidad-producto del capital privado (α)	0.3426
Elasticidad-producto del capital público (α^g)	0.32
Grado de complementariedad C_g vs. K_g (ρ)	
Caso de referencia	0.61
Caso de consumo público productivo	1.3
Intervalo	[0,4]
Depreciación capital privado (δ_k)	0.0815
Depreciación capital público (δ_g)	0.0495
Composición del gasto público (θ)	0.787
Tamaño del gasto público (λ)	0.13
Presión ...scal (τ)	0.282

3.7.3 VARIABLES EMPLEADAS EN LA CALIBRACIÓN DEL MODELO

A continuación aparece el título detallado de las variables utilizadas en la calibración del modelo, así como la fuente, unidades y periodo muestral.

² Gross Domestic Product and Components: 45-96

billions of dollars: table 8.19 ²²

billions of chained (1992) dollars: table 1.1 }
²²

² Personal Consumption expenditures by type of product (durable goods, non-durable goods, services): 45-96

billions of dollars: table 2.6 ²²

billions of chained (1992) dollars: table 2.7 ²²

² Gross and Net investment by major type: 45-96

billions of dollars: table 5.4 ²²

billions of chained (1992) dollars: table 5.3 ²²

² Gross government ...xed investment by type: 45-96

billions of dollars: table 5.14 ``

billions of chained (1992) dollars: table 5.15 ``

² Hours worked by full-time and part-time employees by industry: 48-96

millions of hours: table 6.9C ``

² Population by age group: 40-96

thousands of persons: table b.32 ✕

² Fixed Reproducible Tangible Wealth: 29-96

Current-Cost Net Stock (billions of dollars; yearend estimates): t. 1N

Real Net Stock (billions of chained (1992) dollars; yearend estimates): t.15N

² Government-Owned Fixed Capital: 29-96

Current-Cost Net Stock (billions of dollars; yearend estimates): t.11N

Chain-type quantity indexes for net stock of government-owned ...xed capital (index numbers, 1992=100; yearend estimates): table 12N

² Capacity utilization rates: 48-96

Percent: table b.52 ✕

Donde los símbolos corresponden a las siguientes fuentes:

`` Annual Revision "Annual Only" tables, 1929-1996. USDOC, BEA, NIWD (BE-54), Washington DC 20250.

} BEA, GDP and related data: NIPA annual data, 1929-1996, <http://www.bea.doc.gov/>

N BEA, Industry and Wealth data, 1929-1996, <http://www.bea.doc.gov/>

✕ Department of Commerce, Bureau of the Census. Obtenido en Economic Report of the President: <http://www.access.gpo.gov/>

3.7.4 PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DEL CAPITAL PRIVADO EN LA RENTA NACIONAL Y DEL FLUJO DE SERVICIOS DE LOS BIENES DE CONSUMO DURADEROS

Siguiendo a Cooley y Prescott (1995), se calibra la participación del capital privado en la renta nacional como la suma de la renta que percibe sin ambigüedad el capital, más un porcentaje de la renta cuyo destinatario no consta claramente en la Contabilidad Nacional, concretamente la renta de la Propiedad y las pequeñas categorías que originan disparidades entre el concepto de Producto Nacional Neto y de Renta Nacional.

Más precisamente:

$$Y_{Kp} = RCNA + \textcircled{R} \textcircled{t} RCA + DEP = \textcircled{R} \textcircled{t} GNP$$

Siendo:

Y_{Kp} = Rentas del capital

RCNA (Renta del Capital No Ambigua) = 'Rental Income' + 'Corporate Pro...ts' + 'Net Interest'

RCA (Renta del Capital Ambigua) = 'Proprietors' Income' + 'Net National Product' - 'National Income'

DEP = 'Consumption of ...xed private capital'

Por tanto:

$$\textcircled{R} = \frac{RCNA + DEP}{GNP \textcircled{t} RCA}$$

Una vez obtenidas las rentas del capital, la rentabilidad antes de impuestos del capital vendría dada por:

$$i = \frac{Y_{Kp} \textcircled{t} DEP}{Kp}$$

Finalmente, se calcula el flujo de servicios de los bienes de consumo duradero utilizando la fórmula:

$$Y_D = (i + \textcircled{t}_d) \textcircled{t} K_d$$

Donde:

i = Rentabilidad antes de impuestos del capital privado

\textcircled{t}_d = Tasa de depreciación del stock de duraderos, para la cual se emplea el valor de 21% anual que utilizan Cooley y Prescott (1995).

K_d = Stock de bienes duraderos mantenidos por los hogares.

Por último, se recalcula la participación del capital privado en la renta nacional añadiendo el flujo de servicios de los bienes de consumo duraderos, cuyo stock se ha agregado al stock de capital privado:

$$\textcircled{R}^{\text{a}} = \frac{Y_{Kp} + Y_D}{PNB}$$

Capítulo 4

EFECTOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO PÚBLICO EN EL CICLO ECONÓMICO

4.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo empleamos el modelo de infraestructuras efectivas para predecir los efectos de un cambio discrecional en la composición del gasto público (reparto entre consumo e inversión) sobre la producción y bienestar agregados. El análisis se realiza bajo dos supuestos alternativos: 1) el consumo público es improductivo, y 2) el consumo público es complementario de las infraestructuras públicas. Los trabajos previos (fundamentalmente, Baxter y King (1993), García-Milá (1987) y Turnovsky y Fisher (1996)), concluyen que un incremento de la inversión pública supone básicamente un incentivo a la inversión privada y un aumento de la producción agregada. Nuestros resultados matizan dichas conclusiones argumentando que, si la expansión de la inversión pública se realiza a costa de una contracción del consumo público necesario para la explotación y mantenimiento de las infraestructuras, los efectos positivos sobre la inversión privada y la producción son tanto menores cuanto mayor sea: a) la proporción de gasto público dedicada inicialmente a inversión o, b) el carácter de complementariedad del consumo público respecto de las infraestructuras. El resultado a) es consistente con la evidencia empírica ofrecida por trabajos referenciados en el capítulo previo, como el de Devarajan y otros (1996) o de la Fuente (1997), que muestran efectos marginales reducidos o negativos para incrementos en la inversión pública cuando el nivel inicial de inversión es muy elevado. Más recientemente, Fatás y Mihov (2001a) encuentran, con datos trimestrales estadounidenses, que los efectos expansivos del gasto público en sueldos y salarios superan a los de la inversión pública. El resultado b) está en línea con la evidencia ofrecida por Hulten (1996), respecto de los efectos perniciosos sobre la tasa de crecimiento de un uso poco eficiente de las infraestructuras nominativas disponibles.

Una vez estudiada la dinámica determinista del modelo de infraestructuras efectivas ante cambios discrecionales en la política fiscal, caracterizamos las propiedades cíclicas de las series temporales generadas para las variables endógenas (producto, consumo, inversión, etc...) cuando sometemos la economía a perturbaciones de los procesos

estocásticos exógenos (tecnología y vector de política ...scal) en todos los periodos. Relacionaremos nuestros resultados con algunos trabajos que han modelizado efectos reales diferenciados para distintos tipos de gasto público y estudiado su implicación sobre las propiedades cíclicas de la economía (Lansing (1998), Ambler y Paquet (1996) o Finn (1998)). Las principales aportaciones de nuestro modelo respecto de las de dichos autores son las siguientes:

1. En la caracterización de los hechos estilizados del ciclo estadounidense, encontramos un signo positivo para la correlación entre el producto y la proporción de gasto público dedicado a consumo productivo,
2. Conseguimos reproducir este signo positivo en el modelo que incorpora complementariedad del consumo público sobre la inversión pública, complementariedad que implica a su vez la existencia de un efecto incentivador sobre la inversión privada.

La estructura del capítulo consta de una primera sección que detalla los resultados obtenidos por otros autores en relación a los efectos diferenciados de las partidas de gasto público de consumo e inversión desde los dos ámbitos señalados, determinista y estocástico. A continuación, se analizan las propiedades del modelo de infraestructuras efectivas utilizando esta misma doble perspectiva.

4.2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Como se ha anticipado en la introducción al capítulo, esta sección se destina a la recapitulación de los resultados de modelos de equilibrio general de agente representativo, dinámicos y estocásticos, de expectativas racionales y que incorporan el comportamiento de un sector público que recauda impuestos para ...nanciar sus gastos de consumo, inversión y/o transferencia de rentas al sector privado. Exponemos en primer lugar las conclusiones de otros autores en relación a los efectos de cambios discrecionales (variaciones transitorias o permanentes) del gasto público o alguna de sus componentes (consumo e inversión) sobre la demanda privada, el nivel de producto y el precio de los factores productivos. Posteriormente, analizaremos los resultados de modelos sometidos en todos los periodos a perturbaciones estocásticas de política ...scal (gastos y/o ingresos públicos), centrándonos en las regularidades cíclicas derivadas de los efectos reales generados por la actividad pública.

El seguimiento de esta sección puede ser complementado con los análisis expuestos en el Capítulo Introdutorio, sección (1.1.2).

4.2.1 MODELO NEOCLÁSICO DE CRECIMIENTO: EFECTOS DE CAMBIOS DISCRECIONALES EN LAS COMPONENTES DE GASTO PÚBLICO

Los resultados que se exponen a continuación básicamente resumen los trabajos de Aiyagari y otros (1992), García-Milá (1987), Baxter y King (1993) y Turnovsky y Fisher

(1995). Comenzaremos analizando el caso de un cambio permanente en el gasto público, cuyos efectos dependerán crucialmente de la forma en que dicho gasto es modelizado.

Si se supone que el gasto público no tiene efectos sobre la utilidad ni sobre la producción (lo denotamos como grupo 1 de gasto público), un incremento del mismo genera un efecto riqueza negativo que deriva en un desplazamiento de demanda privada desde consumo hacia inversión y una reducción de la demanda de ocio que implica un aumento de la oferta de trabajo en el corto y el largo plazo. Ambos efectos redundan en incrementos del nivel de producción. El multiplicador del gasto público es mayor que uno en el largo plazo (Aiyagari y otros (1992), Baxter y King (1993)) y puede serlo también en el momento del cambio para determinados valores paramétricos (Aiyagari y otros (1992)).

En segundo lugar, si el gasto público cuyo nivel se incrementa proporciona utilidad al agente (corresponderá al grupo 2 de gasto), el efecto riqueza negativo será tanto menor cuanto mayor sea el carácter sustitutivo del gasto público respecto del consumo privado. Ello provocará una menor sustitución intertemporal del consumo y un menor incentivo sobre la oferta de trabajo, y por tanto, un menor incremento del nivel de producto.

Por último, en el caso de que se produzcan incrementos permanentes en un gasto público incluido en la tecnología agregada de producción (grupo 3 de gasto), conñuyen el efecto desplazamiento de recursos, común a todo gasto público (decreciente con la productividad marginal del gasto público), y el efecto sobre la productividad marginal de los factores privados. Este último genera incrementos adicionales en la demanda de trabajo y en la demanda de inversión, traduciéndose en aumentos del nivel de producto y el capital privado sensiblemente mayores que en los dos casos anteriores.

Los trabajos previos suelen identi...car el consumo público con los grupos 1 y 2 de gasto y la inversión pública con el grupo 3. En base a dicha clasi...cación, las principales diferencias entre aumentos en la inversión y en el consumo público son: a) la primera tiene mayores efectos expansivos del capital privado y el producto de estado estacionario y, b) aumentos del gasto público de inversión se traducen en aumentos del consumo privado en el largo plazo, ocurriendo lo contrario si aumenta el consumo público.

En el caso de que se produzcan cambios transitorios de las partidas de gasto público, los principales resultados expuestos en los trabajos citados son los siguientes:

1. El multiplicador de un cambio en el gasto público (sea cual sea su naturaleza) es tanto mayor cuanto mayor sea la permanencia del cambio (Aiyagari y otros (1992), Baxter y King (1993), Turnovsky y Fisher (1995)). Esto se debe a que el efecto riqueza, la sustitución intertemporal del consumo y la respuesta de la demanda de ocio son directamente proporcionales a la persistencia del cambio.¹
2. Incrementos del consumo público implican niveles de capital privado inferiores al de estado estacionario en el periodo de tiempo que dure la perturbación, es

¹ Este resultado es opuesto a las conclusiones expuestas por los trabajos preliminares de Hall (1980) o Barro (1981). La diferencia entre los resultados de unos y otros autores se debe a que los trabajos de Hall y Barro, de carácter heurístico, suponen que la sustitución intertemporal del consumo y su efecto sobre el nivel de producción, tiene mayor peso en la decisión de oferta de trabajo que el efecto riqueza negativo directo generado por el incremento del gasto público. En cambio, los trabajos posteriores calibran valores paramétricos para la economía americana obteniendo el resultado contrario.

decir, que el consumo público desplazaría transitoriamente inversión privada (tanto menos cuanto menor sea la duración de la perturbación o mayor sea el carácter sustitutivo del gasto público sobre el consumo privado). En cambio, incrementos en la inversión pública tienen el efecto opuesto, incentivando la acumulación de capital privado durante la transición.

3. García-Milá (1987) estudia los efectos de un impulso (perturbación con duración de un periodo) en la inversión pública y en el consumo público. En el último caso obtiene multiplicadores menores que uno y con poca persistencia en el tiempo. Para la inversión encuentra multiplicadores mayores que uno, crecientes en el tiempo y de elevada persistencia. Este último resultado está en la línea del encontrado por Ai y Cassou (1995) utilizando los valores paramétricos que estiman para la economía americana mediante el método generalizado de momentos.
4. Desde un enfoque normativo, García-Milá (1988) deduce que la mayor magnitud y persistencia de las funciones de respuesta del producto a un impulso en la inversión pública que los generados por cambios en la inversión privada pone de mani...esto que el stock de capital público está infraprovisado en la economía americana.
5. Respecto de los efectos sobre la productividad de los factores privados, Aiyagari y otros (1992) demuestran que los efectos sobre el tipo de interés son mayores cuando se producen cambios permanentes que si se trata de cambios transitorios, pero son muy reducidos en ambos casos. Por su parte, Baxter y King (1993) encuentran que incrementos en el consumo público implican reducciones en el salario real, por el aumento de la oferta de trabajo originada por el efecto riqueza negativo del gasto. También origina incrementos del tipo de interés por el aumento de la productividad marginal del capital privado vía nivel de empleo. Cuando se trata de un aumento en la inversión pública, aparecen subidas tanto del salario real como del tipo de interés durante la transición, ya que las infraestructuras actúan como complementarias de los factores privados incrementando su productividad.

Recapitulando los resultados expuestos, si los cambios de las partidas de consumo e inversión públicas tienen carácter transitorio, un aumento del consumo público desplaza inversión privada durante el periodo que dura la perturbación, mientras que un incremento de la inversión pública tiene el efecto contrario, incentivando la inversión privada. Si los cambios son permanentes, un aumento del consumo público supone desplazamientos del consumo privado en el largo plazo, mientras que un incremento de la inversión pública tendría el efecto opuesto. Además, los incrementos de inversión pública tienen un efecto expansivo del producto previsiblemente mayor que los incrementos de consumo público, tanto si se trata de cambios transitorios como permanentes.

4.2.2 ANÁLISIS DE CORTO PLAZO. CICLOS ECONÓMICOS.

Empezando con los trabajos de carácter positivo, existe un grupo de la literatura que ha extendido el modelo de ciclo real estándar introduciendo gasto público para tratar de

superar la crítica de Dunlop-Tharsis. En concreto, la correlación entre el nivel de empleo y los salarios (o la productividad media del trabajo) es prácticamente nula si se utilizan datos de la economía americana; en cambio, el modelo de ciclo real con perturbación tecnológica predice una correlación positiva muy elevada. La explicación de por qué los modelos estándar obtienen este resultado es que las perturbaciones tecnológicas suponen desplazamientos de la curva de demanda de trabajo a lo largo de una curva de oferta que permanece ...ja.

Esta literatura fue iniciada con el trabajo de Christiano y Eichenbaum (1992). Éstos formulan un modelo de ciclo real en el que introducen perturbaciones de demanda que afectan a la oferta de trabajo, mediante una senda de gasto público de carácter estocástico y exógeno. Este gasto entra en forma no separable del consumo privado en las preferencias del agente. Al añadir la perturbación de gasto público a la perturbación tecnológica y tener en cuenta errores de medida en el producto y las horas trabajadas, consiguen mejorar sensiblemente el comportamiento del modelo en relación a la observación de Dunlop-Tharsis.

Braun (1994) utiliza un modelo de equilibrio general dinámico similar al de Christiano y Eichenbaum (1992) en el que incorpora además perturbaciones en los tipos impositivos (sobre la renta personal y sobre la renta del capital). La inclusión de las perturbaciones impositivas distorsionantes consigue una mejora sustancial respecto del modelo con impuestos de suma ...ja en la capacidad para reproducir algunas propiedades cíclicas de las horas trabajadas (correlación cruzada con la productividad media del empleo o volatilidad relativa con el producto), gracias a los movimientos que induce en la oferta de trabajo.

En la misma línea, McGrattan (1994) incluye cuatro perturbaciones estocásticas en su modelo de crecimiento neoclásico: tecnológica, impuestos sobre el capital, impuestos sobre el salario y gasto público a la manera de Christiano y Eichenbaum. La diferencia con Braun (1994) está en encontrar un papel mucho más signi...cativo para el gasto público como factor explicativo de los movimientos cíclicos del producto, medido a través de la descomposición de su varianza.

Por su parte, Finn (1998) formula un modelo dinámico estocástico donde incluye, además de una perturbación tecnológica, sendas estocásticas exógenas para los gastos públicos de consumo e inversión y para el empleo público. El consumo público lo supone sustitutivo del consumo privado y la inversión pública permite la acumulación de infraestructuras, que actúan como complementarias de los inputs privados. Este modelo, que impone tipos impositivos constantes, no consigue superar la crítica Dunlop-Tharsis, a diferencia de los tres trabajos precedentes. Sus principales conclusiones son: a) el sector público no tiene un papel signi...cativo en el comportamiento cíclico de la economía americana y, b) el carácter procíclico de las componentes de gasto público se debe a la respuesta del sector público a las perturbaciones tecnológicas, más que a efectos del sector gubernamental en las decisiones privadas.

Desde un punto de vista normativo, destacamos en primer lugar el trabajo de Ambler y Paquet (1996). Incluyen tres tipos de gasto público en su modelo dinámico estocástico: inversión pública, consumo público tipo 1 (útil y sustitutivo de consumo privado) y consumo público tipo 2 (no útil). Consideran dos perturbaciones estocásticas, tecnología y consumo público tipo 2, el cual asimilan al gasto militar, y obtienen el comportamiento

198CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

óptimo de la inversión pública y el consumo público tipo 1 ante dichas perturbaciones. Este modelo reproduce bien la volatilidad relativa de las variables y la observación Dunlop-Tharsis, pero implica correlaciones de las variables públicas con el producto sensiblemente mayores que en los datos. Como Finn (1998), concluye que la inclusión de la perturbación en gastos militares no tiene efectos muy signi...cativos en las propiedades cíclicas respecto del modelo con sólo perturbación tecnológica.

Lansing (1998) considera perturbaciones en tecnología y en las preferencias respecto del gasto público, que proporcionan utilidad al consumidor, entrando de forma aditivamente separable en la función de utilidad. El gobierno elige tipos impositivos, deuda, consumo público e inversión pública para maximizar la utilidad del consumidor representativo. En una versión del modelo con las dos perturbaciones y producción doméstica, consigue reproducir bastante bien algunas propiedades del ciclo económico americano, volatilidades relativas especialmente, pero al igual que Ambler y Paquet (1996), encuentran unas correlaciones con el producto de las componentes del gasto público que son excesivamente altas en relación a los datos. Respecto a la observación Dunlop-Tharsis, tiene un grado de cumplimiento inferior al de los modelos con política ...scal exógena (Christiano y Eichenbaum, Braun, McGrattan).

Del conjunto de bibliografía analizado, los trabajos de Christiano y Eichenbaum (1992), McGrattan (1994) y Braun (1994), modelizan un sólo tipo de gasto público y sólo con la intención de generar perturbaciones exógenas de demanda que mejoren la capacidad para reproducir la observación Dunlop-Tharsis. En cambio, Lansing (1998), Ambler y Paquet (1996) y Finn (1998) distinguen entre partidas de gasto público con efectos reales de naturaleza diferenciada, por lo que serán básicos para comparar las conclusiones de nuestro trabajo. Existen, no obstante, una serie de diferencias con estos autores. Por un lado, los dos primeros trabajos utilizan gobiernos optimizadores; en cambio, nosotros consideramos que la política pública viene dada de manera exógena. Por otro, nosotros suponemos una oferta de trabajo inelástica. Finalmente, nuestro trabajo introduce un ratio de composición del gasto y la posibilidad de modelizar la propiedad de complementariedad entre el consumo público y las infraestructuras.

Relacionando los resultados de estos trabajos, queremos hacer las siguientes refejones:

1. Finn (1998) y Ambler y Paquet (1996) concluyen, como Braun (1994), que el sector público tiene un papel escaso en la explicación de las propiedades cíclicas de la economía. Es decir, el modelo ampliado con sector público no di...ere sensiblemente un modelo que cuenta sólo con perturbación tecnológica. Ello se debe a que el efecto real del gasto público (se trate de consumo o de inversión, es decir, se incluya en la función de utilidad o en la de producción) es pequeño en relación al generado por una perturbación tecnológica.
2. En línea con lo anterior, Finn (1998) concluye que la correlación positiva entre el producto agregado y el gasto público se debe a la elevada respuesta de éste ante perturbaciones tecnológicas y no tanto a la existencia de efectos reales del gasto público a través de las decisiones de consumo/ahorro y ocio de los agentes. En este sentido pueden interpretarse también los resultados de optimalidad de Ambler y

Paquet (1996) que encuentran que la respuesta óptima de la demanda de consumo e inversión de un gobierno ante perturbaciones tecnológicas exógenas coincide básicamente con la de las demandas privadas homónimas, altamente procíclicas.

3. La correlación entre la demanda privada y las componentes de gasto público resultantes de un gobierno optimizador son sensiblemente más elevadas que las presentadas por los datos (Ambler y Paquet (1996), Lansing (1998)). Ello podría deberse a errores por el lado de la modelización (si se representan de forma inadecuada los canales a través de los cuales la actividad pública incide en la privada o la magnitud de dicha incidencia, como señala Finn (1998)) o errores en la caracterización de los hechos estilizados (si el patrón cíclico de los gastos públicos depende de la naturaleza de éstos y/o el periodo muestral considerado, en línea con las puntualizaciones de Rojas (1993)).

Una vez expuestos los principales resultados de trabajos previos, pasamos al análisis de las condiciones de estabilidad del modelo, que posteriormente relacionaremos con la dinámica de las variables endógenas ante una perturbación discrecional, transitoria o permanente, del vector de política ...scal. Finalmente, caracterizaremos los hechos estilizados de la economía estadounidense y los compararemos con los de las series resultantes de simular nuestro modelo.

4.3 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD

Como paso previo al análisis de la dinámica del modelo (determinista y estocástica), llevamos a cabo un estudio de las condiciones de estabilidad del sistema. Estas condiciones de estabilidad, obtenidas en el proceso de resolución numérica del modelo según el método forward de Sims (1990)² o Blanchard y Kahn (1980), nos permiten conocer las elasticidades de la inversión privada, variable de control en nuestro modelo, ante desviaciones de las variables de estado del sistema respecto de su valor en el estado estacionario determinista (e.e.d.) y, en particular, desviaciones de la variable de composición del gasto, Φ : A lo largo de la sección, las variables en minúsculas representan las desviaciones logarítmicas de las variables originales respecto de su valor de e.e.d..

El análisis se ha realizado para el modelo con las cuatro perturbaciones estocásticas exógenas, o sea con el vector de perturbaciones aleatorias:

$$\mathbf{1}_t = \begin{bmatrix} \eta_t^Z \\ \eta_t^A \\ \eta_t^g \\ \eta_t^l \end{bmatrix}$$

El método de resolución empleado (ver apéndice 4.6.1) se basa en la formulación de la siguiente condición de estabilidad (ver anexo 4.6.2):

$$\begin{aligned} \lambda \mathbf{0}_{t+1} &= \mathbf{0}; & (4.1) \\ \text{con } \mathbf{0}_{t+1} &= f(\ln(K p_t = K p_{ss}); \ln(K g_t = K g_{ss}); \ln(Z_{t+1} = \bar{Z}); \ln(\Phi_{t+1} = \bar{\Phi}); \dots \\ &\quad \ln(\Gamma_{t+1} = \bar{\Gamma}); \ln(\Upsilon_{t+1} = \bar{\Upsilon}); \ln(l p_{t+1} = l p_{ss})g \end{aligned}$$

²Para un análisis detallado, ver Domínguez, E. (1995) o Pérez García, J. (1999).

200CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

Siendo $\hat{\gamma}$ la ...la de la matriz de autovectores del sistema asociada al autovalor inestable. La dimensión de $\hat{\gamma}$ viene dada por el número de variables del vector \mathbf{u}_{t+1} :

$$\hat{\gamma} = \hat{\gamma}_1; \hat{\gamma}_2; \hat{\gamma}_3; \dots; \hat{\gamma}_g$$

La condición (4.1) garantiza una solución estacionaria del modelo, al generar series temporales para las variables que están situadas sobre la variedad estable del espacio de soluciones admisibles.

A partir de aquí, la expresión analítica para la elasticidad de la inversión privada respecto de las variables de estado viene dada por:

$$\eta_{ip;u} = \frac{\partial ip_{t+1}}{\partial u_{i;t+1}} = \hat{\gamma}_i \frac{1}{\gamma_i}; \quad i = 1; 2; 3; \dots; 6$$

y la del capital privado:

$$\eta_{kp;kp} = \frac{\partial kp_{t+1}}{\partial kp_t} = 1 - \hat{\gamma}_k \frac{1}{\gamma_k}$$

$$\eta_{kp;u} = \frac{\partial kp_{t+1}}{\partial u_{i;t+1}} = \hat{\gamma}_k \frac{1}{\gamma_i}; \quad \text{con } i = 2; 3; \dots; 6$$

En la siguiente tabla aparecen los valores numéricos para las elasticidades ante distintos valores paramétricos para la tecnología y el vector de política ...scal (II). En cada línea se muestra el vector de elasticidades para cambios en un sólo parámetro, el que aparece en la columna de la izquierda, manteniendo el resto igual al del caso de referencia (como se muestra en el apéndice (3.7.2) del capítulo previo).

Tabla 4.1. Elasticidad de la inversión privada
respecto de las variables de estado (%)

parámetro/variable de estado	kp	kg	Á	°	¿	z
caso de referencia	-36.56	74.75	69.57	-53.93	-4.44	343.17
$\frac{3}{4} = 2$	3.60	61.54	77.66	-58.75	-2.33	349.58
$\bar{\tau} = 0:96$	-56.83	84.35	79.67	-60.90	-6.31	390.40
$\varsigma = 0$	-36.56	74.75	16.21	-53.93	-4.44	343.17
$\varsigma = 2$	-36.56	74.75	191.15	-53.93	-4.44	343.17
$\varsigma = 4$	-36.56	74.75	366.09	-53.93	-4.44	343.17
$\textcircled{g} = 0$	-33.17	0	0	-50.17	-4.46	349.49
$\textcircled{g} = 0:16$	-34.79	38.68	34.66	-51.97	-4.45	346.47
$\Phi = 0:3$	-36.56	74.75	22.22	-53.93	-4.44	343.17
$\Phi = 0:5$	-36.56	74.75	38.29	-53.93	-4.44	343.17
$\Phi = 0:7$	-36.56	74.75	57.70	-53.93	-4.44	343.17
$\Phi = 0:9$	-36.56	74.75	100.51	-53.93	-4.44	343.17
$\Gamma = 0:1$	-37.83	75.60	71.77	-42.28	-4.61	351.57
$\Gamma = 0:2$	-33.36	72.64	64.33	-81.95	-4.05	322.97
$\Gamma = 0:3$	-28.16	69.22	56.57	-124.22	-3.46	292.53
$\Upsilon = 0:2$	-32.37	71.99	62.78	-49.32	-2.49	316.96
$\Upsilon = 0:3$	-37.46	75.35	71.12	-54.98	-4.95	349.10
$\Upsilon = 0:4$	-43.16	79.12	81.64	-62.10	-9.05	388.79

Tabla 4.2. Elasticidad del capital privado
respecto de las variables de estado (%)

parámetronvariable de estado	kp	kg	Á	°	ι	z
caso de referencia	88.87	6.09	5.67	-4.40	-0.362	27.97
$\frac{3}{4} = 2$	92.14	5.02	6.33	-4.79	-0.190	28.49
$\bar{\tau} = 0:96$	87.22	6.88	6.49	-4.96	-0.514	31.82
$\varsigma = 0$	88.87	6.09	1.32	-4.40	-0.362	27.97
$\varsigma = 2$	88.87	6.09	15.58	-4.40	-0.362	27.97
$\varsigma = 4$	88.87	6.09	29.84	-4.40	-0.362	27.97
$\textcircled{g} = 0$	89.15	0	0	-4.09	-0.363	28.48
$\textcircled{g} = 0:16$	89.01	3.15	2.83	-4.24	-0.363	28.24
$\Phi = 0:3$	88.87	6.09	1.81	-4.40	-0.362	27.97
$\Phi = 0:5$	88.87	6.09	3.12	-4.40	-0.362	27.97
$\Phi = 0:7$	88.87	6.09	4.70	-4.40	-0.362	27.97
$\Phi = 0:9$	88.87	6.09	8.19	-4.40	-0.362	27.97
$\Gamma = 0:1$	88.77	6.16	5.85	-3.45	-0.376	28.65
$\Gamma = 0:2$	89.13	5.92	5.24	-6.68	-0.330	26.32
$\Gamma = 0:3$	89.56	5.64	4.61	-10.12	-0.282	23.84
$\Upsilon = 0:2$	89.21	5.87	5.12	-4.02	-0.203	25.83
$\Upsilon = 0:3$	88.80	6.14	5.80	-4.48	-0.404	28.45
$\Upsilon = 0:4$	88.33	6.45	6.65	-5.06	-0.737	31.69

Los principales comentarios a los valores obtenidos para la elasticidad de la inversión privada respecto de las variables de estado son los siguientes:

1. En relación al caso de referencia:

² La inversión privada reacciona positivamente ante aumentos (respecto de su valor de eed) en Kg, z ó Φ y negativamente ante desviaciones positivas en Kp, Γ ó Υ . En primer lugar, valores positivos de kg; z ó Φ implican para el caso de referencia aumentos en la productividad marginal del capital privado, incentivando con ello la inversión privada. Por contra, aumentos en Kp ó Υ suponen caídas del rendimiento marginal neto del stock de capital privado, y por tanto, el agente reacciona trasladando ahorro hacia consumo. Finalmente, expansiones del tamaño del gasto ($\textcircled{g} > 0$) suponen un desplazamiento de recursos desde el sector privado

al público en el instante inicial, en proporción uno a uno. Además, la elasticidad ϵ_{ip} recoge efectos riqueza futuros derivados del carácter productivo del gasto público ($f_{kg} > 0$) y efectos de sustitución intertemporal del consumo resultantes de su efecto sobre el rendimiento futuro esperado de K_p , derivado de su carácter complementario del capital privado ($\epsilon_{kp} = -\epsilon_{kg} > 0$).

- ² El efecto sobre la inversión privada de un aumento en el ratio de composición ($\Delta > 0$) es similar al generado por un aumento en el stock de infraestructuras ($kg > 0$), para los valores calibrados.
 - ² El efecto de desviaciones en el tamaño del gasto público ($\epsilon > 0$) es sensiblemente mayor al efecto de variaciones en el tipo impositivo ($\zeta > 0$). El primero provoca efectos de desplazamiento de recursos y efectos sustitución consumo/ahorro, mientras el segundo sólo ejerce efectos sustitución a través del rendimiento neto de la inversión privada.
 - ² La respuesta de la inversión privada ante desviaciones en las variables ...scales (ϵ , ζ ó $\Delta > 0$) es muy inferior a la respuesta ante desviaciones en la tecnología.³
2. Ante cambios en el grado de complementariedad del consumo público sobre las infraestructuras (ζ):
- ² Supuesto $\zeta > 0$, una perturbación positiva en la composición ($\Delta > 0$) que la desvíe de su nivel en el eed afecta al stock de infraestructuras efectivas por dos vías: a) mejora el uso de las infraestructuras nominativas disponibles (cuyo stock está pre-determinado en el periodo del cambio) y, b) desplaza inversión pública, reduciendo la acumulación de infraestructuras nominativas para periodos siguientes. Inicialmente sólo actúa (a), generando un aumento neto de las infraestructuras efectivas y un incentivo a la inversión privada (al igual que lo haría una perturbación tecnológica). Cuanto mayor sea ζ , mayor es el efecto inicial de la perturbación en Φ sobre las infraestructuras efectivas y sobre el producto marginal de K_p , aumentando por ello la respuesta de la inversión privada ante una recomposición del gasto público a favor del consumo productivo ($\Delta > 0$).
 - ² Incluso si $\zeta = 0$, un aumento de Φ incentiva la inversión privada. En este caso, la perturbación en la composición no afecta inicialmente a las infraestructuras efectivas, pero implica una caída inequívoca de las mismas en periodos siguientes. La respuesta instantánea del agente consiste en trasladar consumo a inversión en un intento de reducir la pérdida futura de bienestar por la caída del producto ante la destrucción de capital público.
 - ² Si ζ es suficientemente elevado, el efecto sobre la inversión de cambios en el ratio Φ supera al efecto de cambios en el stock de infraestructuras e incluso al de una perturbación en la tecnología.

³ Este resultado coincide con el encontrado por otros trabajos como Finn (1998), Ambler y Paquet (1996) o Manzano (1999).

204CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

- 2 Si disminuye el valor de la elasticidad-producto del capital público (θ^g), también se reduce la elasticidad de la inversión privada respecto de \bar{A} para un $\bar{\psi}$ dado, al igual que lo hace la elasticidad $\epsilon_{ip;kg}$. Ello es debido a un menor efecto de aumentos en las infraestructuras efectivas sobre el producto marginal del capital privado.
- 2 La única elasticidad que resulta afectada por los cambios en $\bar{\psi}$ es la correspondiente a la variable \bar{A} , quedando las demás inalteradas. En particular, permanece constante $\epsilon_{ip;kp}$ ($\partial ip_{t+1} / \partial kp_t$), y consiguientemente, tampoco cambia $\epsilon_{kp;kp}$ ($\partial kp_{t+1} / \partial kp_t$), que determina la velocidad de ajuste del capital privado. Esto refleja que permanece inalterada la disposición del agente a sustituir intertemporalmente consumo ante una caída en el stock de capital privado.
3. Un aumento en la elasticidad-producto de las infraestructuras (θ^g) implica:
 - 2 Aumentos en el valor absoluto de la elasticidad de la inversión privada respecto de kg , \bar{A} , $\bar{\psi}$ y kp . En primer lugar, cuanto mayor sea θ^g , mayor será el efecto sobre el producto marginal del capital privado de perturbaciones en Kg ó Φ y, por tanto, mayor la sustitución intertemporal del consumo privado. En segundo lugar, respecto de $\bar{\psi}$; cuanto mayor sea θ^g , mayor es el efecto riqueza positivo en periodos posteriores al aumento en Γ , lo que incentiva al consumidor a realizar una mayor traslación inicial desde ahorro hacia consumo.
 - 2 Caídas en la elasticidad de la inversión privada respecto de z ó ζ . Ello se debe a que disminuye la productividad relativa del capital privado respecto de la del público, y por ello la respuesta privada a cambios en su productividad marginal.
4. Incrementos en el valor de estado estacionario (eed) para el ratio Φ suponen:
 - 2 Aumenta la elasticidad de la inversión privada ante una desviación porcentual de Φ . Cuanto mayor sea $\bar{\Phi}$ en el momento inicial (dados unos valores para θ^g y $\bar{\psi}$), mayor es el efecto que genera inicialmente una recomposición del gasto ($\bar{A} \uparrow 0$) sobre el stock efectivo de infraestructuras ($\partial Kg^E / \partial \bar{A} = \bar{\psi} \uparrow \bar{\Phi}$). Por ello, es mayor también el efecto sobre la productividad del capital privado y el desplazamiento inicial desde consumo hacia inversión.
 - 2 Sólo resulta afectada la elasticidad $\epsilon_{ip;\bar{A}}$, como ocurría cuando se alteraba el valor de $\bar{\psi}$. Por tanto, tampoco en este caso resulta alterada la disposición del consumidor a renunciar a consumo presente ante una caída en el capital privado, permaneciendo constante la velocidad de ajuste de kp ($\partial kp_{t+1} / \partial kp_t$).
5. Aumentos en el tamaño del gasto público (Γ) para el estado estacionario generan:

- 2 Incrementos en la elasticidad de la inversión privada respecto de θ . Cuanto mayor sea Γ_0 , mayor es la proporción de demanda privada (consumo más inversión) que desplaza el sector público en el instante de la desviación en Γ . También es mayor el efecto riqueza futuro inducido por el stock de infraestructuras, que tienen más peso en términos de producto agregado ($Kg=Y = (1 - \Phi)\Gamma = \pm g$).
- 2 Caídas en la elasticidad de la inversión privada respecto de \bar{A} , kg , ζ ó z . Es decir, que disminuye la reacción de la inversión privada ante cualquier cambio de la productividad marginal del capital privado. Ello se debe a que un mayor tamaño del gasto público de estado estacionario ($\bar{\Gamma}$) implica una reducción paralela de los recursos agregados disponibles para el consumo privado. Como consecuencia de su menor nivel de consumo, aumenta la utilidad marginal del mismo, lo que disminuye la disposición del agente a sustituir consumo intertemporalmente. Ello se refleja en una menor velocidad de ajuste del capital privado (disminuye $\dot{ip}_{t+1} = \dot{kp}_t$ y consiguientemente aumenta $\dot{kp}_{t+1} = \dot{kp}_t$).
6. Ante aumentos en la presión fiscal (Υ), supuesto un nivel constante de Γ :

En este caso, todas las elasticidades cruzadas de la inversión aumentan en valor absoluto. Es decir, cuanto mayor sea la presión fiscal, mayor es la caída porcentual de la inversión privada ante aumentos en Kp , Γ ó Υ , y también mayor el incentivo sobre la inversión que ejercen incrementos en Kg , z ó Φ . Este resultado procede del hecho de que cuanto mayor sea la presión fiscal de estado estacionario (con Γ constante), mayor es la proporción de consumo privado en términos de producto (aumenta el porcentaje de transferencias sobre producto) y menor la de inversión privada. Como consecuencia de ello, aumenta la disposición del agente a la sustitución intertemporal de consumo ante un aumento en la productividad marginal del capital privado (cuando $kg; \bar{A}; z > 0$ ó $\zeta < 0$) o ante una pérdida futura de riqueza ($\theta > 0$, y la consiguiente pérdida de infraestructuras productivas). Esto se manifiesta en un aumento de la velocidad de ajuste del capital privado (aumenta $\dot{ip}_{t+1} = \dot{kp}_t$ o, equivalentemente, disminuye $\dot{kp}_{t+1} = \dot{kp}_t$).

7. Reducción del parámetro de descuento (β):

Aumentan todas las elasticidades en valor absoluto. En particular, aumenta $\sigma_{ip:kp}$ ($\dot{ip}_{t+1} = \dot{kp}_t$) y consiguientemente disminuye $\sigma_{kp:kp}$ ($\dot{kp}_{t+1} = \dot{kp}_t$), es decir, que aumenta la velocidad de ajuste del capital como consecuencia de que el agente aumenta su disposición a sustituir consumo intertemporalmente. En la medida en que el consumidor valora menos el consumo futuro en términos del consumo presente, desea volver lo antes posible a la situación de equilibrio ante una perturbación transitoria. Esto implica que, ante una caída en Kp , está dispuesto a renunciar a más consumo presente para acumular capital y aumentar la producción lo más rápidamente posible.

8. Aumento de la aversión relativa al riesgo (γ):

Este caso es contrario al anterior, disminuyendo la elasticidad de la inversión privada ante cualquier tipo de perturbación. Ello se debe a que el consumidor desea una senda de consumo lo más suave posible, disminuyendo su disposición a la sustitución intertemporal del consumo, o de forma equivalente, reduciendo la caída del consumo en favor de la inversión si se produce una pérdida de capital. Como resultado, disminuye la velocidad de ajuste del capital ante una perturbación que saque al sistema de su situación de equilibrio (aumenta $\sigma_{kp;kp}$).

4.4 EFECTOS REALES DE LA POLÍTICA FISCAL

En la introducción al capítulo 3 planteamos como objetivo de nuestro trabajo evaluar la conveniencia de seguir una política de reducción del tamaño del sector público a costa de los gastos de consumo corriente, si se pretende simultáneamente no perjudicar la productividad agregada.

Supuesto que la modelización de un consumo público complementario de las infraestructuras es una caracterización adecuada del proceso productivo de los bienes públicos, acudimos al instrumental analítico que nos ofrece nuestro modelo teórico para tratar de responder a la siguiente cuestión:

¿Cuáles son los efectos sobre las variables endógenas del sistema y sobre el bienestar de alteraciones en la composición del gasto, el tamaño del sector público o la presión fiscal ($\Pi = f(\Phi; \Gamma; \Upsilon)g$)?

Esta pregunta la trataremos de responder desde una doble perspectiva o dimensión:

1. Dinámica determinista del modelo:

Suponemos que el vector de perturbaciones aleatorias del modelo se define de la siguiente manera:

$$x_t = f \cdot \frac{1}{\sigma} g, \text{ vector de perturbaciones aleatorias, para } \frac{1}{\sigma} = f \cdot \bar{A}; \sigma; \frac{1}{\sigma} g$$

con: $\frac{1}{\sigma} = f \cdot \frac{1}{\sigma}; 0; 0; \dots; 0g$, de dimensión $(1 \times T)$, siendo T el número de observaciones de cada simulación y $\frac{1}{\sigma}$ la desviación típica calibrada para cada perturbación estocástica.

En este ejercicio, repetido para cada una de las variables del vector de política, analizamos en qué medida los efectos derivados de cambios en el nivel de $\Pi = f(\Phi; \Gamma; \Upsilon)g$ dependen de cuestiones tales como:

2 el carácter transitorio o permanente del cambio en Π

2 parámetros estructurales que determinan la magnitud de los efectos reales de cambios en la política fiscal, tales como:

a) σ y $\bar{\Phi}$, en el caso de perturbaciones en la composición del gasto

b) σ^g y $\bar{\Gamma}$, cuando se trata de perturbaciones en el tamaño del gasto público total

2. Propiedades cíclicas de la economía:

También nos planteamos si el hecho de que exista una cierta complementariedad entre el consumo público y las infraestructuras, ¿afecta a las propiedades cíclicas de la economía, en términos de volatilidades de las variables endógenas, correlaciones cruzadas, etc?. ¿Dependen estos efectos del nivel de estado estacionario para los ratios Φ , Γ y Υ ?, ¿en qué medida conseguimos reproducir las propiedades cíclicas de una economía observada, en este caso, la americana?, o ¿mejoramos en alguna dirección la capacidad explicativa de otros modelos?.

4.4.1 DINÁMICA DETERMINISTA

El ejercicio que llevamos a cabo es el siguiente.

Dado un nivel inicial de estado estacionario determinista para cada una de las variables de política económica ($\bar{\Pi}_0 = \bar{\Phi}_0; \bar{\Gamma}_0; \bar{\Upsilon}_0$) y su ley de evolución:

$$\begin{aligned} \ln(V_t) &= \ln(\bar{V}_0) + a_t^V \\ \text{con : } a_t^V &= \frac{1}{2}^V \zeta a_{t-1}^V + \varkappa_t^V \\ \text{y : } V &= \Phi; \Gamma; \Upsilon \end{aligned}$$

o alternativamente:

$$\ln(V_t - \bar{V}_0) = \frac{1}{2}^V \zeta \ln(V_{t-1} - \bar{V}_0) + \varkappa_t^V$$

suponemos que en el primer periodo la perturbación estocástica \varkappa_t^V toma un valor igual a su desviación típica, $\frac{3}{4}_V$, con signo positivo o negativo según deseemos modelizar un incremento o disminución en el nivel de la variable pública. Por ejemplo, $\varkappa_1^A = \frac{3}{4}_A$ representa una recomposición del gasto público a favor del consumo, mientras que $\varkappa_1^A = -\frac{3}{4}_A$ sería una recomposición a favor de la inversión. Este ejercicio es equivalente a plantear una alteración en las unidades monetarias empleadas en consumo por cada unidad monetaria invertida (ver formulación del modelo teórico en el capítulo 3).

Puesto que hemos señalado como objetivo de la orientación actual de la política económica que la recomposición del gasto público se dirija hacia una reducción del consumo público, la perturbación que modelizamos tiene signo negativo. Igualmente, nos centramos en los casos de reducciones discrecionales en el tamaño del sector público ($\varkappa_1^o = -\frac{3}{4}_o$) y de la presión fiscal ($\varkappa_1^i = -\frac{3}{4}_i$), en línea con la orientación reciente de la política económica.

Nos proponemos comprobar si los resultados son distintos dependiendo del grado de persistencia de la perturbación estocástica, es decir, si se trata de una perturbación transitoria o permanente.

Un cambio transitorio lo representamos mediante un proceso autorregresivo estacionario, $|\frac{1}{2}^V| < 1$, para la componente estocástica a_t^V , y una sucesión de perturbaciones aleatorias, $\varkappa_1^V = \frac{3}{4}_V; \varkappa_t^V = 0; t > 1$:

De esta manera, los valores adoptados por la variable pública V en sucesivos periodos serán las siguientes:

208CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

En el instante inicial: $\varepsilon_0^V = 0 \Rightarrow \ln(V_t = \bar{V}_0) = 0$

En el primer periodo: $\varepsilon_1^V = \varepsilon_1^V \Rightarrow \ln(V_t = \bar{V}_0) = \varepsilon_1^V$

En el segundo periodo: $\varepsilon_2^V = 0 \Rightarrow \ln(V_t = \bar{V}_0) = \varepsilon_1^V \cdot \frac{1}{2}$

En el periodo t : $\varepsilon_t^V = 0 \Rightarrow \ln(V_t = \bar{V}_0) = \varepsilon_1^V \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{t-1}$

Por tanto, la desviación de V_t respecto del valor calibrado para el estado estacionario determinista inicial (\bar{V}_0), disminuye con el paso del tiempo hasta hacerse nulo tras un número n de periodos.

Si se trata de un cambio permanente en el ratio V , utilizamos una componente estocástica ε_t^V que sigue un paseo aleatorio:

$$\varepsilon_t^V = \varepsilon_{t-1}^V + \varepsilon_t^V$$

Dada la perturbación inicial: $\varepsilon_1^V = \varepsilon_1^V$

ahora, el ratio V adoptará para todos los periodos $t \geq 1$ el valor:

$$\ln(V_t = V_0) = \varepsilon_1^V$$

Por tanto, V_t adopta un nuevo valor:

$$\bar{V}_t = \bar{V}_1 = \exp\left(\frac{1}{2} \ln(\bar{V}_0) + \varepsilon_1^V\right); \quad \text{para } t \geq 1$$

En el caso de un cambio transitorio de la variable de política económica, las variables endógenas del sistema volverán a su nivel de estado estacionario determinista inicial después de n periodos. Por contra, si se trata de un cambio permanente, la economía converge a un e.e.d. distinto del inicial.

El ejercicio de analizar las funciones de respuesta a un impulso o un escalón en las variables de política resulta interesante en la medida en que el periodo de transición y la magnitud de los efectos sean significativos. Desde un punto de vista empírico, los trabajos de Flores y Pereira (1993), Flores y otros (1998), Ai y Cassou (1995) o Chavas y otros (1997), demuestran que el periodo durante el cual tienen efectos cambios en variables públicas (capital público, inversión pública...) es nada despreciable (varias décadas) y la magnitud de los efectos también es significativa en relación a la de cambios en variables privadas (capital o inversión privados).

Para los ejercicios de dinámica se utilizan los valores de los parámetros autorregresivos y de volatilidad obtenidos en la estimación SURE de los procesos estocásticos exógenos (tablas 3.1 y 3.2 del capítulo 3, sección de calibración), suponiendo que la matriz autorregresiva y la matriz de varianzas y covarianzas es diagonal.

Al igual que en el análisis del estado estacionario determinista, el interés central de nuestro modelo se sitúa en el estudio de los efectos derivados de alterar el ratio de composición del gasto público entre consumo e inversión y por ello, es el primer objeto de comentario.

4.4.1.1 Funciones de respuesta a un impulso en el ratio de composición del gasto (Φ):

Tal y como está formulado el modelo, cuando alteramos Φ no cambia la absorción total de recursos por parte del sector público, ni la presión fiscal. De esta forma aislamos los efectos derivados de la composición, aunque perdemos comparabilidad con los trabajos de Baxter y King (1993), García-Milà (1987) o Finn (1998):

- ² En el ejercicio que exponemos a continuación, analizamos los efectos de mover una unidad monetaria desde consumo público hacia inversión ($r \Phi$), pero manteniendo constante el peso del gasto público en el producto agregado
- ² Los ejercicios que realizan los autores citados implican aumentos del volumen de inversión pública en la economía, pero sin alterar el consumo de forma simultánea, lo que es más equiparable a un aumento de Γ en nuestro modelo, ejercicio que detallamos en una sección posterior

4.4.1.1.1 Efectos de un cambio transitorio. Comenzando por el caso de un cambio transitorio en el ratio Φ ; ¿cómo resultan afectadas las variables endógenas del sistema dependiendo del grado de complementariedad entre el consumo público y las infraestructuras?

Para seguir este apartado vamos a basarnos en el gráfico 4.1, que muestra las desviaciones porcentuales de las variables del sistema respecto de su valor en el estado estacionario inicial.

a) En el caso de que exista complementariedad nula ($\lambda = 0$), una recomposición del gasto en favor de la inversión pública no tiene inicialmente efectos sobre el stock efectivo de infraestructuras ($\exp(0 \ll \Phi_t) \ll K g_{t-1}$) ni el nivel de producto, y por ello no se produce un efecto instantáneo sobre la productividad marginal del capital privado ($r_t = \theta \ll K p_{t-1}^{\theta-1} \ll K g_{t-1}^{\theta}$). No obstante, la inversión privada cae inicialmente ($\pi_{IP;A} > 0$; δ_{λ} , ver condiciones de estabilidad), para suavizar la senda de consumo privado. En periodos siguientes, el aumento en el stock nominativo de capital público, derivado de la recomposición del gasto público, genera efectos positivos directos sobre el nivel de producto ($\Delta Y = \Delta K g > 0$) y sobre la productividad marginal del capital ($\Delta r = \Delta K g > 0$), lo que resulta en incrementos de la inversión privada. Estos efectos conducen a aumentos del stock de capital privado y el producto por encima de su nivel de estado estacionario determinista, e igualmente para el consumo privado. Como resultado, la utilidad discurre por encima de su nivel de estado estacionario y, por tanto, la caída del consumo público resulta beneficiosa para el agente representativo (véase la tabla 4.3, que representa las desviaciones porcentuales de la utilidad descontada del agente representativo, junto con la variación equivalente del consumo⁴, medida respecto de su valor supuesto $\Phi_t = \bar{\Phi}_0$; δt). Las conclusiones que obtenemos son básicamente

⁴La variación equivalente del consumo, expresada como porcentaje sobre el producto de estado estacionario, viene dada por:

idénticas a las expuestas por Baxter y King (1993), García-Milá (1987) o Finn (1998): una expansión de la inversión pública incentiva la inversión privada durante el periodo que dura la perturbación, generando un aumento de la producción agregada. La diferencia de nuestro modelo respecto de estos trabajos estriba en que incorporamos una reducción del consumo público y que el ejercicio no conlleva un efecto riqueza vía absorción de recursos, ya que el ratio Γ no ha sido alterado⁵.

Tabla 4.3. Desviaciones porcentuales del bienestar por impulso ($-\frac{3}{4}\Delta$) en el ratio de composición

Parámetro λ	Desviación porcentual utilidad	Variación equivalente consumo ^a
0	.004019	0.018329
0.61	.003008	0.014638
1.3	.002008	0.010469
2	.001121	0.006241
4	-.00089	-0.005843

^aExpresado en términos del producto de estado estacionario. Caso: $\theta_0=0.787$

(insertar grá...co 4.1)

b) En el caso de que la complementariedad no sea nula ($\lambda > 0$), la caída inicial en el ratio Φ se traduce en una caída instantánea del stock efectivo de capital público por debajo de su nivel de e.e.d. ya que el stock nominativo está predeterminado ($Kg_t^E = e^{-\theta t} \Phi Kg_{t-1}$), y consiguientemente, una reducción en la productividad marginal del capital privado además de un efecto directo negativo sobre el nivel de producción ($\Delta Y = \Delta Kg^E > 0$). En periodos siguientes, la recomposición del gasto público a favor de la inversión se traduce en incrementos del stock nominativo de infraestructuras; no obstante, el efecto 'e...ciencia' supera al efecto 'acumulación' en los primeros periodos y ello implica que las infraestructuras efectivas continúan por debajo de su nivel de eed, con el consiguiente efecto pernicioso sobre el producto y sobre el rendimiento del capital privado ($r_t = \theta \Phi Kg_{t-1}^{i-1} \Phi Kg_t^E \Phi^g$). El resultado es un desplazamiento desde ahorro hacia consumo y una reducción de la inversión privada en los primeros periodos y, por tanto, caídas del stock de capital privado. La combinación de efectos, $r Kp$ y $r Kg^E$, implica una caída del nivel de

$$r C = 100 \times \frac{h}{U^{i-1}((1 - \lambda) \Phi) \Phi} \frac{i}{U^{i-1}((1 - \lambda) \Phi) \Phi U_{ss}} = Y_{ss}$$

donde Φ es la utilidad descontada durante la transición, $(U_{ss}; Y_{ss})$ son los valores de estado estacionario de la utilidad y el producto (para $\theta_t = 0.787; 8 t$) y $U^{i-1}(\Phi)$ es la inversa de la función de utilidad, en este caso, $\exp(\Phi)$.

⁵El ejemplo de Baxter & King (1993) para el que $ig=y = \theta^g$, tampoco supone desplazamiento de demanda privada en el largo plazo; de hecho, ellos lo denominan caso de "uso neto de recursos nulo".

producto en los primeros años, cuya magnitud crece con el grado de complementariedad (conforme aumenta λ), ya que crece la dimensión del efecto directo sobre la producción y el indirecto sobre la inversión privada (consistentemente con las condiciones de estabilidad, que mostraban una $\partial_{ip,\lambda}^{\pi} > 0$). Consecuentemente con la caída en el producto, el consumo privado cae también en los periodos inmediatos a la recomposición del gasto si λ es suficientemente elevado. En el medio plazo, la acumulación de infraestructuras nominativas junto con la vuelta del nivel de eficiencia a su valor de estado, permiten que las infraestructuras efectivas vuelvan a su nivel de equilibrio, lo que deriva en aumentos de r , Y y C . El resultado sobre la utilidad descontada es, por tanto, ambiguo (efectos negativos en los periodos iniciales y positivos en el medio plazo). Cuanto mayor sea λ menor es la ganancia de utilidad pero sólo si el grado de complementariedad es suficientemente elevado la utilidad descontada disminuye respecto a la que disfrutaría el agente en ausencia de cambios en el ratio Φ (véase de nuevo la tabla 4.3).

A modo de conclusión, en el caso de que exista cierta complementariedad entre consumo público e infraestructuras, no queda claro que una recomposición transitoria del gasto en favor de la inversión pública mejore el bienestar de los agentes, especialmente en el corto plazo.

Como apoyo a nuestro resultado se encuentra el trabajo de Hulten (1996). Dicho autor encuentra, para un conjunto de países en vías de desarrollo durante el periodo 70-90, que un 40% de los diferenciales de crecimiento entre los países de renta alta y los de renta baja pueden explicarse por diferencias en el grado de eficiencia con que se utilizan las infraestructuras nominativas existentes. En cambio, la contribución a los diferenciales de crecimiento es prácticamente nula para diferencias en el volumen de gasto público empleado en generar infraestructuras nuevas. La divergencia entre este autor y nuestro trabajo es que él utiliza un indicador físico que aproxima el nivel de eficiencia en el uso de las infraestructuras, mientras que nosotros hacemos que la eficiencia sea endógena a la decisión gubernamental de composición del gasto. En cualquier caso, podría inferirse que el canal de eficiencia es un factor no despreciable en los logros de crecimiento económico.

En segundo lugar, ¿se mantienen los resultados de nuestro modelo con independencia del porcentaje de gasto público destinado inicialmente a consumo, es decir, del nivel inicial del ratio Φ ? Para realizar este análisis hemos utilizado los cuatro niveles del ratio Φ (0.3, 0.5, 0.7, 0.9) vistos en el apartado de las condiciones de estabilidad.

En el supuesto de complementariedad nula ($\lambda = 0$, ver gráfico 4.2), sea cual sea el nivel inicial del ratio Φ , la recomposición del gasto público a favor de la inversión implica una mejora en la utilidad descontada respecto de una situación en la que no se alterase el ratio Φ , en la medida en que se incrementa el stock de infraestructuras (nominativas y efectivas), afectando positivamente a la inversión privada, el producto y el consumo privado. La mejora es tanto mayor cuanto más alto sea el porcentaje de gasto público dedicado inicialmente al consumo. Esto es así porque, cuanto mayor sea $\bar{\Phi}_0$, mayor es la desviación del capital público respecto de su nivel de estado estacionario ante una misma

212CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

caída en Φ^6 , y por tanto, mayor es la ganancia (en términos de producción, consumo privado y utilidad) de reducir transitoriamente el consumo público (ver tabla 4.4).

Tabla 4.4. Desviaciones porcentuales del bienestar por impulso ($-\frac{3}{4}A$) en el ratio de composición

Ratio Φ inicial	Desviación porcentual utilidad	Variación equivalente consumo [□]
0.3	0.0003998	0.0021269
0.5	0.0009719	0.0049613
0.7	0.0024206	0.0115683
0.9	0.0109475	0.0446489

□ Expresado en porcentaje del producto de estado estacionario. Caso: $\theta^g=0:32$; $\lambda=0$

En cambio, si se admite la posibilidad de que el consumo público favorezca la productividad del capital público (ver gráfico 4.3, realizada con $\lambda=4$), encontramos que los efectos positivos sobre el producto, el consumo privado y la utilidad descontada vía aumentos en el stock nominativo de infraestructuras, son contrarrestados en parte por los efectos perniciosos originados por la reducción en el grado de eficiencia con que éstas se utilizan, lo que se traduce los primeros años en caídas de las infraestructuras efectivas y pérdidas de la rentabilidad de la inversión privada y caídas del capital privado y el producto.

El resultado es que, para niveles bajos del ratio Φ inicial ($\Phi = 0.3, 0.5, 0.7$) observamos variaciones casi nulas en la utilidad descontada respecto de la utilidad de estado estacionario supuesto que no se alterase la composición del gasto, como se muestra en la tabla 4.5.a. para el caso de $\lambda=0:61$; o marginalmente negativas para el caso de consumo productivo ($\lambda=1:3$, tabla 4.5.b.). Es decir, la ganancia derivada de la recomposición del gasto es casi despreciable.

Tabla 4.5.a. Desviaciones porcentuales del bienestar por impulso ($-\frac{3}{4}A$) en el ratio de composición

Ratio Φ inicial	Desviación porcentual utilidad	Variación equivalente consumo [□]
0.3	0.000132	0.0007187
0.5	0.000493	0.0026108
0.7	0.001642	0.0082922
0.9	0.009129	0.0404305

□ Expresado en porcentaje del producto de estado estacionario. Caso: $\theta^g=0:32$; $\lambda=0:61$:

⁶La desviación de la inversión pública respecto de su nivel de estado estacionario (en tanto por uno), viene dada por la linealización logarítmica de la ecuación $I g_t=(1-\theta_t) \epsilon_{i,t} \epsilon_{Y_t}$, es decir: $i g_t = I g_{ss}^{-1} \epsilon_{[(1-\theta) \epsilon_i^1 \epsilon_{Y_{ss}} \epsilon_{(y_t + \theta_t) i} \theta \epsilon_i^1 \epsilon_{Y_{ss}} \epsilon_{\hat{A}_t}]}$

Tabla 4.5.b. Desviaciones porcentuales del bienestar por impulso ($-\frac{3}{4}\Delta$) en el ratio de composición

Ratio Φ inicial	Desviación porcentual utilidad	Variación equivalente consumo ^a
0.3	-0.0001568	-0.0008734
0.5	0	0
0.7	0.0008550	0.0045827
0.9	0.0073915	0.0356674

^a Expresado en porcentaje del producto de estado estacionario. Caso: $\theta_9=0.32$; $\lambda_9=1.3$:

En cambio, si el porcentaje dedicado inicialmente a consumo es muy elevado ($\Phi = 0.9$), existe una ganancia muy importante sobre el stock nominativo de capital público que supera a la pérdida de eficiencia, lo que provoca una desviación positiva considerable sobre el tipo de interés en el medio plazo, y ello a su vez origina efectos positivos muy altos sobre la inversión privada, el nivel de producto y el consumo privado. El resultado es una ganancia más significativa en términos de bienestar respecto de la situación en que no se modificase el ratio de composición.

Este segundo resultado extiende en términos dinámicos el resultado teórico de Devarajan y otros (1996), según el cual el carácter productivo o no del gasto público depende tanto de los valores paramétricos del mismo en la función de tecnología agregada como de la proporción de gasto público empleado en dicho tipo de gasto. Igualmente, concuerda con los resultados empíricos de Devarajan y otros (1996) o de la Fuente (1997) que llevan a esperar ganancias nulas (o incluso pérdidas) de incrementos marginales en la inversión pública para países que parten de elevados niveles de inversión pública (en términos de gasto público los primeros autores y en términos de PIB el segundo). Por su parte, Fatás y Mihov (2001a) ofrecen evidencia de que los efectos expansivos del gasto público en sueldos y salarios superan incluso los de la inversión pública, empleando datos estadounidenses de frecuencia trimestral.

Para el caso de referencia que resulta de los parámetros calibrados para la economía americana, ($\lambda_9 = 0.61$, $\bar{\Phi} = 0.787$), una redistribución del gasto en favor de la inversión de tamaño una desviación típica ($\Phi_0 = 0.781$) implicaría un aumento de bienestar de sólo 0.015 puntos porcentuales del producto agregado de largo plazo. Si considerásemos la calibración para el consumo productivo ($\lambda_9 \frac{1}{4} 1.3$, $\bar{\Phi} = 0.787$) la ganancia de bienestar sería aún inferior, 0.010 puntos porcentuales del producto de largo plazo.

Por tanto, resumiendo los resultados vistos, la ganancia en términos de producción y utilidad de una reducción transitoria en el consumo público en favor de la inversión pública será menor cuanto más bajo sea el nivel inicial del ratio Φ y cuanto más alto sea el carácter complementario del consumo público respecto de las infraestructuras.

214CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

Gráfico 4.1. Función de Respuesta a impulso en ratio de composición (Φ)
(según grado de complementariedad)

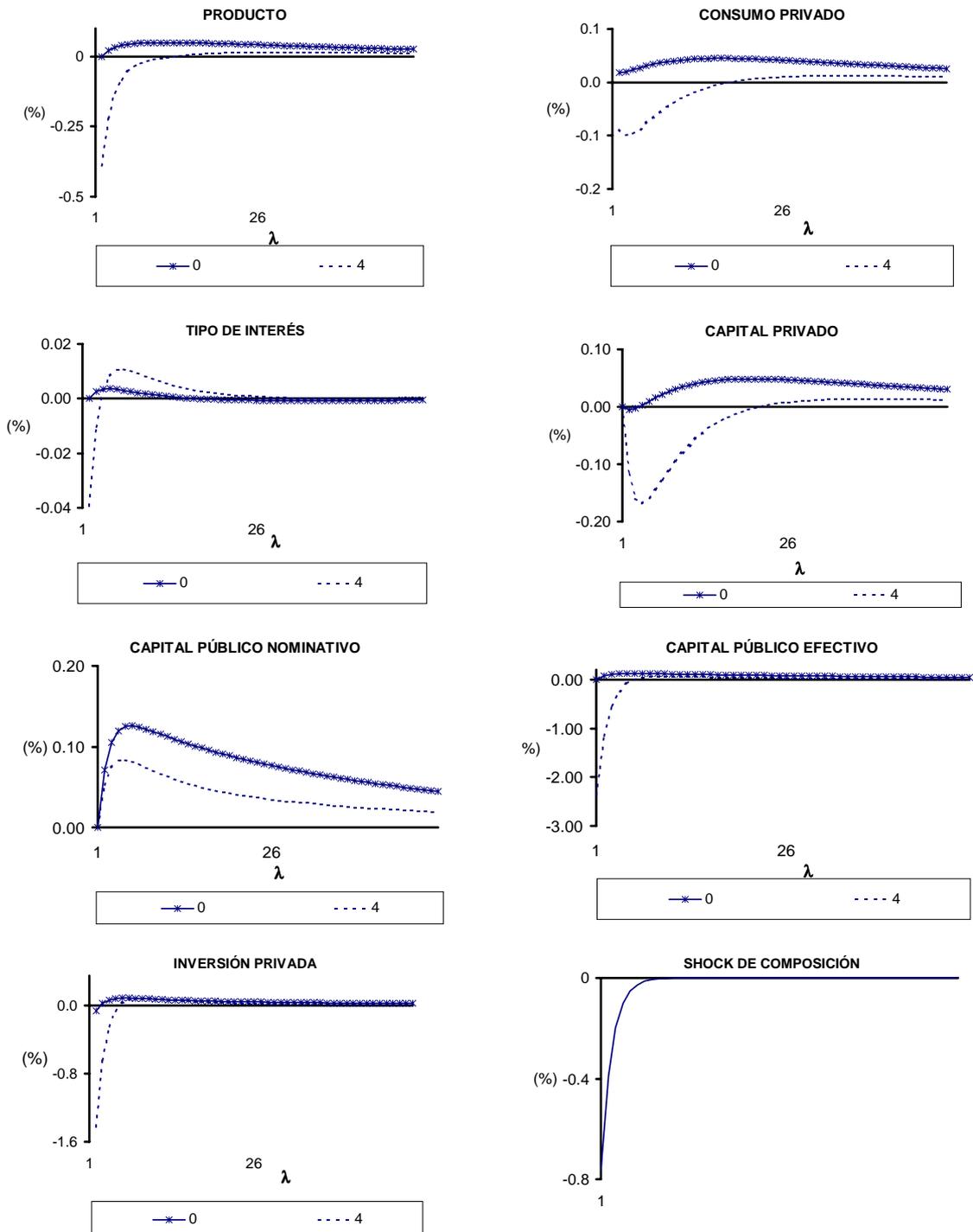
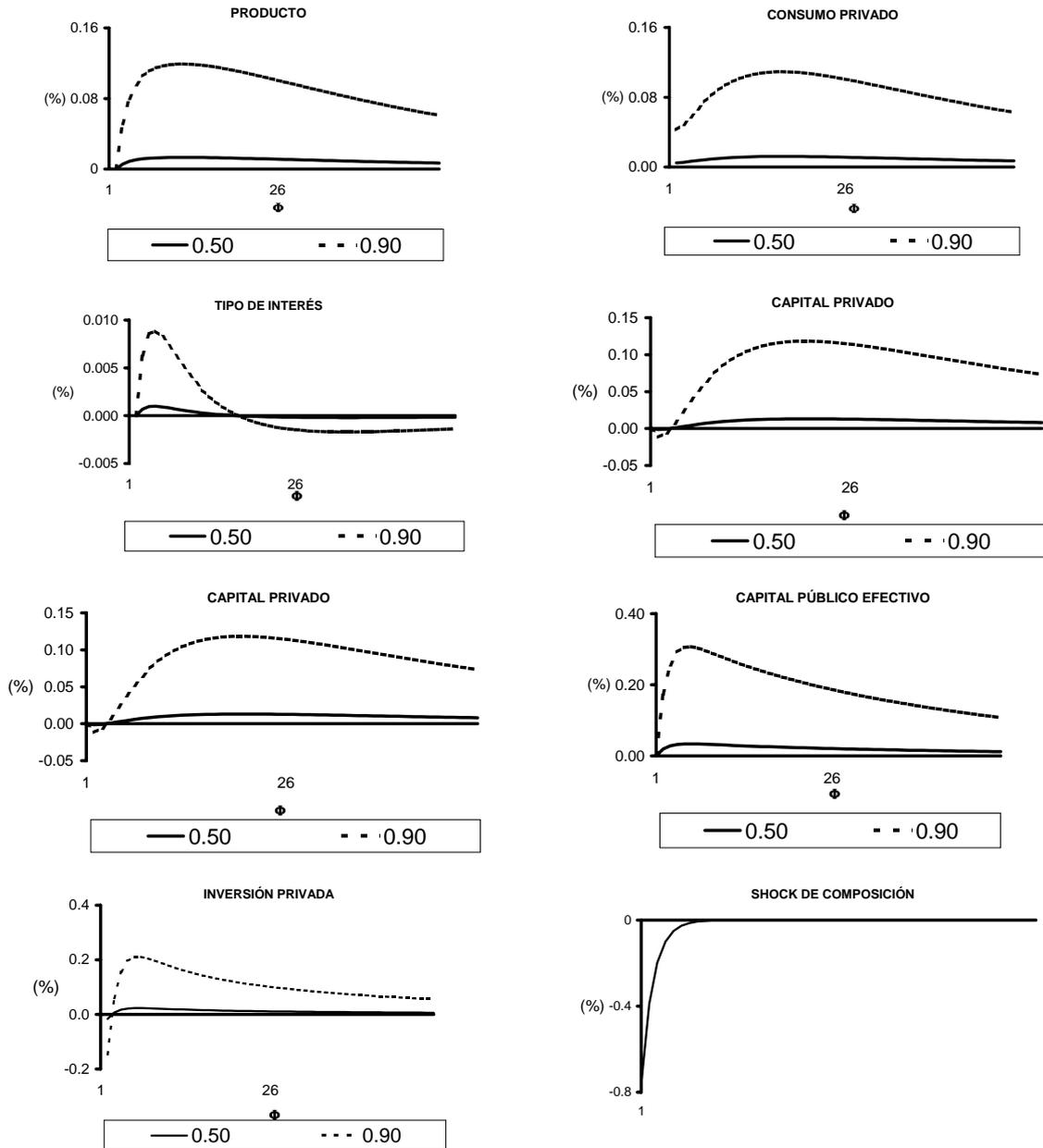
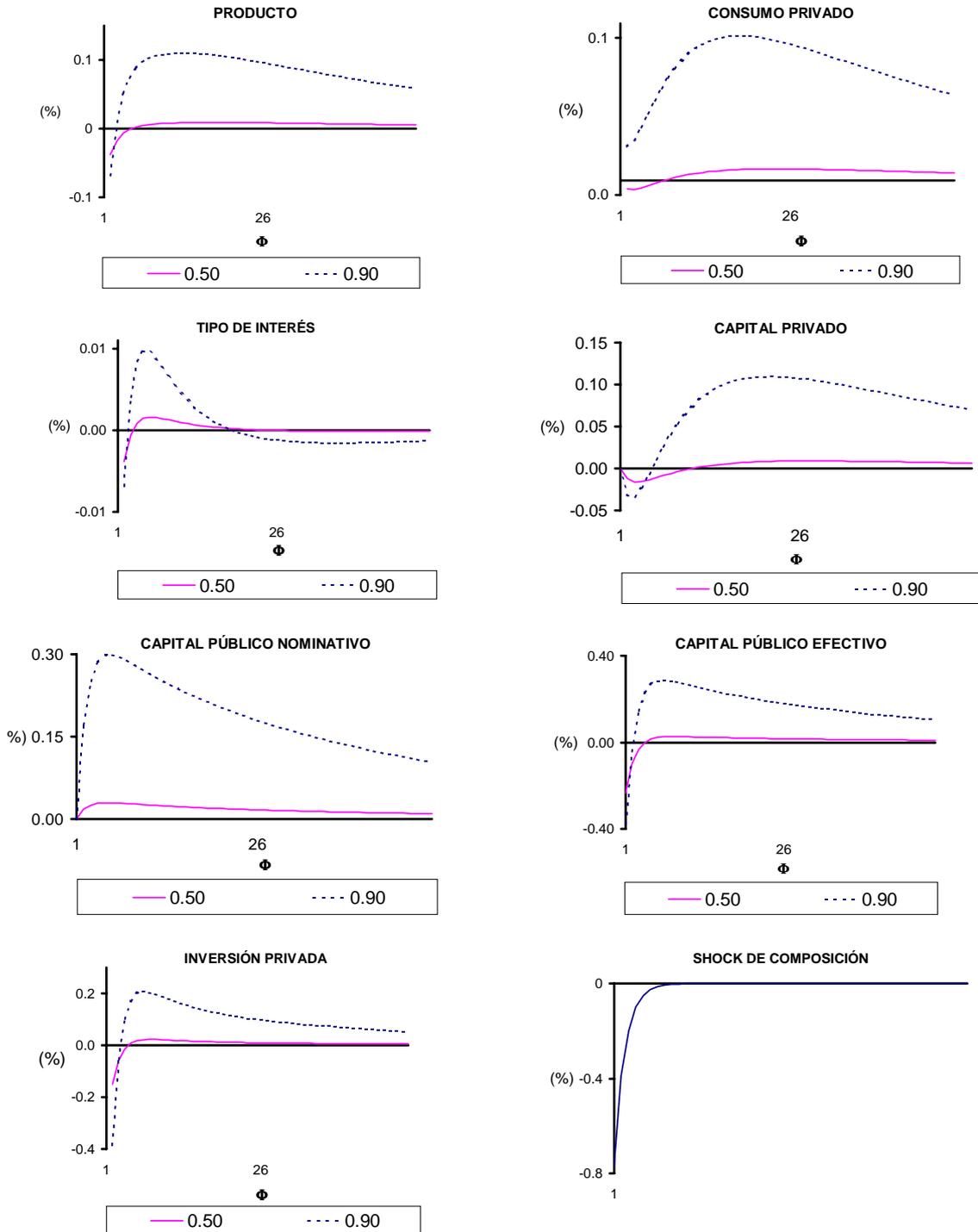


Gráfico 4.2. Función de Respuesta a impulso en ratio de composición (Φ)
(según nivel inicial del ratio), para $\lambda = 0$



216CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

Gráfico 4.3. Función de Respuesta a impulso en ratio de composición (Φ) (según nivel inicial del ratio), para $\lambda > 0$



Pasamos ahora a analizar brevemente los efectos derivados de un cambio permanente en el ratio Φ . En este caso, la economía converge en el largo plazo hacia un nuevo estado estacionario. ¿Qué consecuencias tiene ahora sobre las variables endógenas una recomposición del gasto público hacia inversión?

4.4.1.1.2 Efectos de un cambio permanente en la composición del gasto público. Partimos inicialmente del nivel calibrado para la composición del gasto público en la economía americana ($\Phi = 0.787$) y en el primer periodo se produce una perturbación permanente de magnitud igual a $\frac{1}{4}\%$. Los resultados se muestran en el gráfico 4.4.

Si analizamos los efectos para diferentes grados de complementariedad, observamos que se mantienen los resultados de corto y medio plazo que hemos visto en el caso de un cambio transitorio en Φ , pero los efectos de largo plazo llevan a un nivel de producción y consumo privado más alto si disminuye el porcentaje dedicado a consumo que si permanece en su nivel inicial ($\Phi = 0.787$). Por ejemplo, cuando ρ tiene el valor 0, el ratio de composición que maximiza el nivel de producto de estado estacionario (y que viene determinado por la regla de oro de reparto del gasto del capítulo 3) es $\Phi^* = 0$, es decir, resultaría óptimo para maximizar el bienestar de estado estacionario dedicar todo el gasto público a generación de nuevas infraestructuras. Por tanto, al modelizar una reducción del ratio nos estamos acercando al óptimo.

Como cabía esperar, esa mejora agregada (medida como variación equivalente del consumo privado), es menor cuanto más alto sea el grado de complementariedad entre el consumo público y las infraestructuras. De hecho, cuando la complementariedad es alta ($\rho = 2, 4$), la pérdida de bienestar es tan elevada en los primeros años por la caída en la inversión privada, el producto y el consumo privado, que la utilidad descontada es similar o incluso menor si se aplica una política de reducción del consumo público que si se mantiene la política inicial (ver tabla 4.6). De hecho, para el caso $\rho = 4$ el ratio Φ óptimo viene dado por $\Phi^* = 0.75$, casi idéntico con el valor calibrado del que partimos. Por ello, las ganancias de largo plazo (producto y consumo del nuevo estado estacionario) son prácticamente nulas, y no compensan las importantes pérdidas del corto plazo.

Para los valores de ρ calibrados en la economía estadounidense, 0.61 para el consumo público total y 1.3 para el consumo productivo, la ganancia de utilidad derivada de una caída permanente en Φ (de tamaño una desviación típica) es de 0.70% y 0.51% respectivamente, medido como puntos porcentuales sobre el producto del estado estacionario inicial.

(gráfico 4.4, FRE distintos ρ)

Tabla 4.6. Desviaciones porcentuales del bienestar por escalón ($-\frac{3}{4}\Delta$) en el ratio de composición

Parámetro λ	Desviación porcentual utilidad	Variación porcentual consumo ^a
0	0.18779	0.861767
0.61	0.14271	0.698090
1.3	0.09811	0.513428
2	0.05855	0.326607
4	-0.03115	-0.204350

^aExpresado en términos del producto del estado estacionario inicial. Caso: $\Phi_0=0.787$

De nuevo nos preguntamos, ¿dependen estos resultados del nivel inicial del ratio Φ ? El análisis gráfico de esta cuestión aparece en los gráficos 4.5 y 4.6, para los casos de complementariedad nula y positiva respectivamente (el gráfico 4.6 se ha realizado para un valor $\lambda = 4$).

a) Si el consumo público no tiene efecto alguno sobre la productividad de las infraestructuras ($\lambda = 0$), cualquier caída de Φ supone un aumento del stock de infraestructuras ($Kg^N > Kg^E$), derivando en aumentos de producción y ningún efecto negativo sobre el rendimiento del capital privado, por lo que la economía resulta beneficiada de forma no ambigua, aumentando el bienestar respecto de la situación en que $\Phi_t = \bar{\Phi}_0 \delta^t$ (ver tabla 4.7), y tanto más cuanto mayor sea el nivel $\bar{\Phi}_0$ inicial. En la medida en que para $\lambda = 0$ el ratio óptimo es $\Phi^* = 0$, cualquier redistribución del gasto público a favor de la inversión supone acercarse a dicho óptimo.

Tabla 4.7. Desviaciones porcentuales del bienestar por escalón ($-\frac{3}{4}\Delta$) en el ratio de composición

Ratio Φ inicial	Desviación porcentual utilidad	Variación porcentual consumo ^a
0.3	0.01890	0.100635
0.5	0.04586	0.234524
0.7	0.11374	0.545721
0.9	0.50172	2.076944

^a Expresado en porcentaje del producto del estado estacionario inicial. Caso: $\Phi_0=0.32$; $\lambda=0$

b) En cambio, si $\lambda > 0$, al igual que ocurriría en el caso de un cambio transitorio, la caída del ratio de composición genera, además de aumentos del stock nominativo de infraestructuras, una reducción del nivel de eficiencia en el uso de las mismas. El efecto neto supone una caída de las Kg^E en los primeros periodos, por lo que aparecen efectos negativos directos sobre el producto e indirectos por la caída de

r y el desplazamiento consiguiente de la inversión privada. Esto se traduce en reducciones del consumo privado en los primeros años, e incrementos casi nulos de la utilidad descontada para valores pequeños de $\bar{\Phi}_0$ (0.3, 0.5) supuesto un $\lambda = 0.61$ (tabla 4.8.a.), o negativos si $\lambda = 1.3$ (tabla 4.8.b.). Si $\bar{\Phi}_0$ es alto (0.7, 0.9), como en el caso de cambio transitorio, el efecto positivo a través de la acumulación de infraestructuras supera en el medio plazo al efecto negativo de corto por la pérdida de eficiencia, y ello conduce a aumentos en la utilidad si se adopta una política redistributiva del gasto público en favor de la inversión (véase la tabla 4.8.a. y b.).

(insertar gráficos 4.5 y 4.6)

Tabla 4.8.a. Desviaciones porcentuales del bienestar por escalón ($\Delta\Phi$) en el ratio de composición

Ratio Φ inicial	Desviación porcentual utilidad	Variación porcentual consumo ^a
0.3	0.00715	0.038891
0.5	0.02478	0.131456
0.7	0.07911	0.400801
0.9	0.42021	1.886467

^a Expresado en porcentaje del producto del estado estacionario inicial. Caso: $\theta = 0.32$; $\lambda = 0.61$

Tabla 4.8.b. Desviaciones porcentuales del bienestar por escalón ($\Delta\Phi$) en el ratio de composición

Ratio Φ inicial	Desviación porcentual utilidad	Variación porcentual consumo ^a
0.3	-0.00555	-0.030881
0.5	0.00273	0.015051
0.7	0.04419	0.237252
0.9	0.34228	1.671649

^a Expresado en porcentaje del producto del estado estacionario inicial. Caso: $\theta = 0.32$; $\lambda = 1.3$

Resulta interesante plantearse también si los efectos de una perturbación permanente de Φ dependen de si partimos de situaciones óptimas o subóptimas. Por ejemplo, supongamos que $\bar{\Phi}_0 = 0.5$, lo que sería una situación óptima según la regla de oro para un $\lambda = 2$. En este punto, un cambio marginal del ratio de composición genera sobre las infraestructuras nominativas un efecto eficiencia y un efecto desplazamiento que se compensan plenamente, dejando inalteradas las infraestructuras efectivas. En el gráfico 4.7 mostramos la respuesta de las variables endógenas ante una perturbación transitoria negativa de Φ si partimos de $\bar{\Phi}_0 = 0.5$ para tres valores alternativos de λ (1, 2, 3). En el primer caso, $\lambda = 1$, la reducción de Φ supone un acercamiento al óptimo ($\Phi^* = 0$),

220CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

en el segundo nos movemos marginalmente del óptimo y en el tercero, nos alejamos del reparto óptimo ($\Phi^* = 0:66$).

(insertar grá...co 4.7)

Tabla 4.9. Desviaciones porcentuales del bienestar por escalón ($-\frac{3}{4}A$) en el ratio de composición

Parámetro λ	Variación porcentual consumo ^a comparando estados estacionarios ⁽¹⁾	Variación equivalente consumo ^a evaluando transición ⁽²⁾
1	0.2424722	0.0656437
2	-0.0018536	-0.1028298
3	-0.2452943	-0.2708683

^aExpresado en términos del producto del estado estacionario inicial. Caso: $\Phi_0 = 0:50$

(1)Calculado como: $100 \times (C_{ss}(\text{eed final}) - C_{ss}(\text{eed inicial})) / Y_{ss}(\text{eed inicial})$

(2)Calculada como: $100 \times (\exp((1 - \lambda) \tilde{U}) - C_{ss}(\text{eed inicial})) / Y_{ss}(\text{eed inicial})$, siendo \tilde{U} la utilidad descontada durante la transición

En la tabla 4.9 mostramos el efecto sobre el consumo privado de un escalón negativo en el ratio de composición. La columna segunda muestra la variación del consumo comparando el nivel de éste en los estados estacionarios deterministas inicial y ...nal, mientras que la tercera columna muestra la variación equivalente si tenemos en cuenta los efectos durante la transición desde el eed inicial hasta el eed ...nal.

Considerando la segunda columna, podemos ver cómo en el caso de $\lambda = 2$, como hemos anticipado, la recomposición del gasto tiene un efecto marginal sobre las variables en el estado estacionario, ya que partimos de la situación de equilibrio de largo plazo para el ratio de composición. Como se compensan el efecto desplazamiento y determinista que ejerce el consumo público sobre las infraestructuras nominativas, las infraestructuras efectivas de largo plazo sólo resultan afectadas de forma marginal, y consiguientemente ocurre lo mismo con las demás variables endógenas. En cambio, si $\lambda = 1$, la composición óptima (dada por la regla de oro) sería $\Phi^* = 0$, luego la recomposición del gasto reduciendo Φ permite aumentar las infraestructuras nominativas (Kg^N) y las efectivas (Kg^E) en el nuevo estado estacionario y, consiguientemente, también el nivel para las variables endógenas. Lo contrario ocurre si $\lambda = 3$, ya que la reducción de Φ supone en este caso alejarse del óptimo: el aumento de las infraestructuras nominativas no compensa la reducción del nivel de eficiencia en el uso de las mismas, por lo que las infraestructuras efectivas caen respecto del eed inicial.

Si ahora tenemos en cuenta los efectos durante la transición desde el eed inicial al ...nal (ver grá...co 4.7), comprobamos que en cualquiera de los tres casos, la recomposición del gasto a favor de la inversión pública supone en los primeros periodos una reducción en el nivel de eficiencia con que se utilizan las infraestructuras nominativas, implicando caídas de las infraestructuras efectivas y con ello, de la productividad del

capital privado, la inversión privada, el nivel de producto y el consumo privado. Consecuentemente, los efectos sobre el bienestar derivados de la recomposición se ven muy reducidos (columna 3), para todos los valores de complementariedad (σ); en particular, el caso neutro (variación de consumo nula) cuando comparáramos estados estacionarios ($\sigma = 2$), pasa ahora a reflejar una pérdida de bienestar.

Este ejemplo permite ilustrar que, en la medida en que los efectos de corto plazo sobre el bienestar de una recomposición permanente del gasto público son opuestos a los de medio y largo plazo, surge como una cuestión interesante la consideración de estos efectos durante la transición a la hora de evaluar las ganancias de bienestar derivadas de una alteración del ratio de composición. Cooley y Hansen (1992) es la referencia básica que ejemplifica la reducción de las ganancias de bienestar generadas por una reforma impositiva debido a los costes durante la transición entre la política inicial y final. En el capítulo normativo nos basaremos en dicho trabajo para analizar en qué medida tener en cuenta la transición alteraría la decisión gubernamental de reparto óptimo del gasto público.

222CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

Gráfico 4.4. Función de Respuesta a escalón en ratio de composición (Φ)
(según grado de complementariedad)

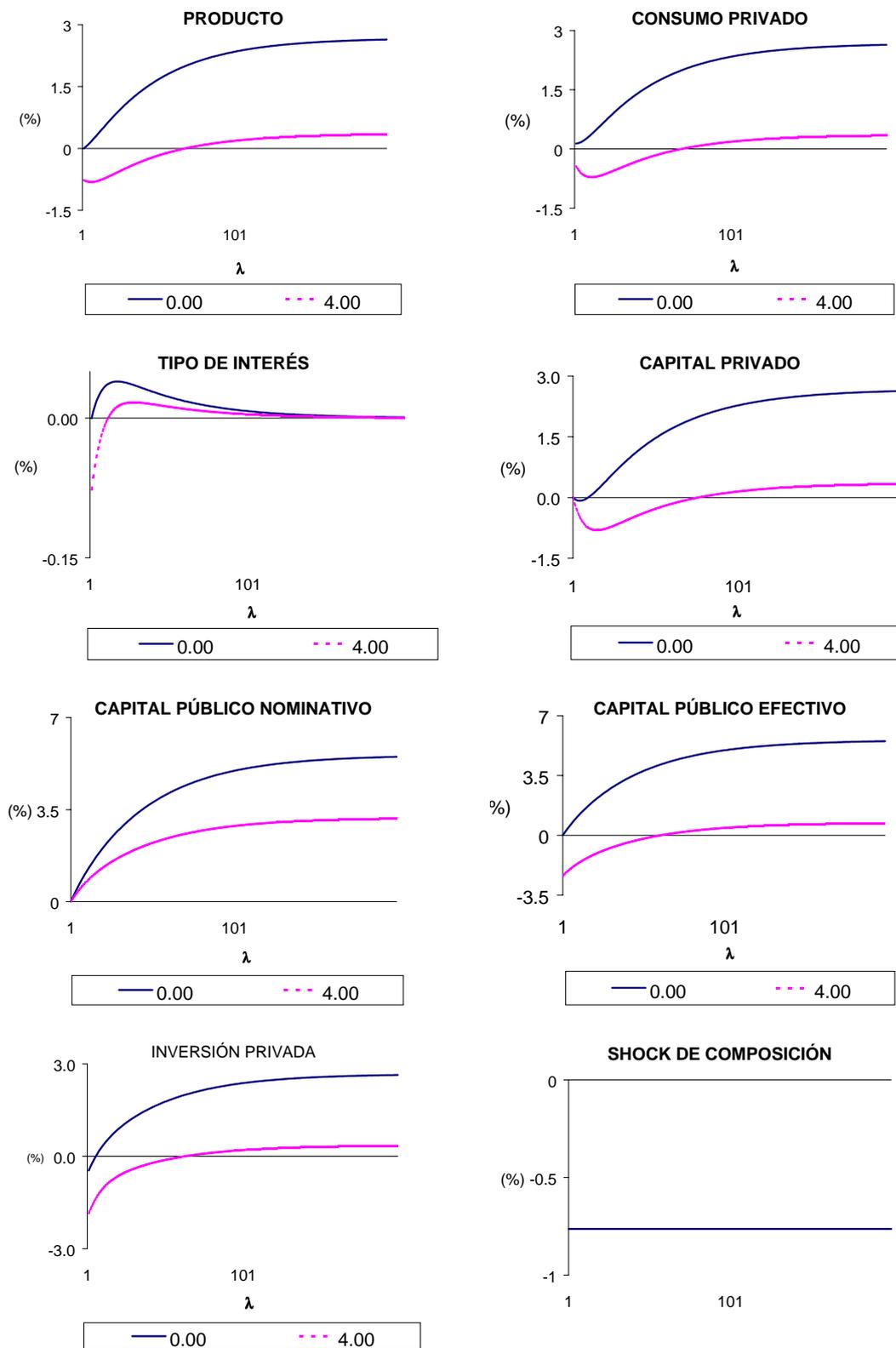
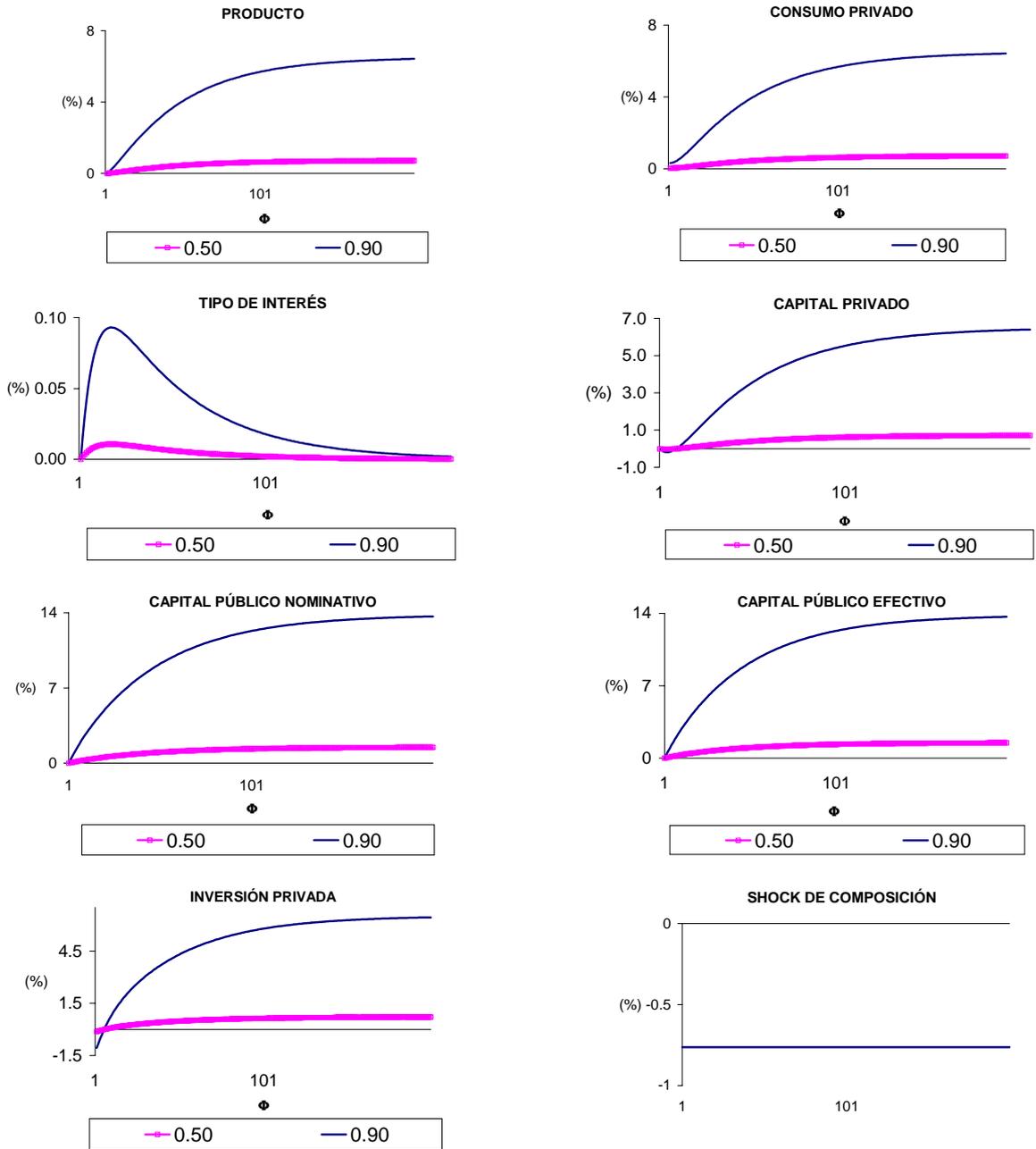


Gráfico 4.5. Función de Respuesta a escalón en ratio de composición (Φ)
(según nivel inicial del ratio), para $\lambda = 0$



224CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

Gráfico 4.6. Función de Respuesta a escalón en ratio de composición (Φ)
(según nivel inicial del ratio), para $\lambda > 0$

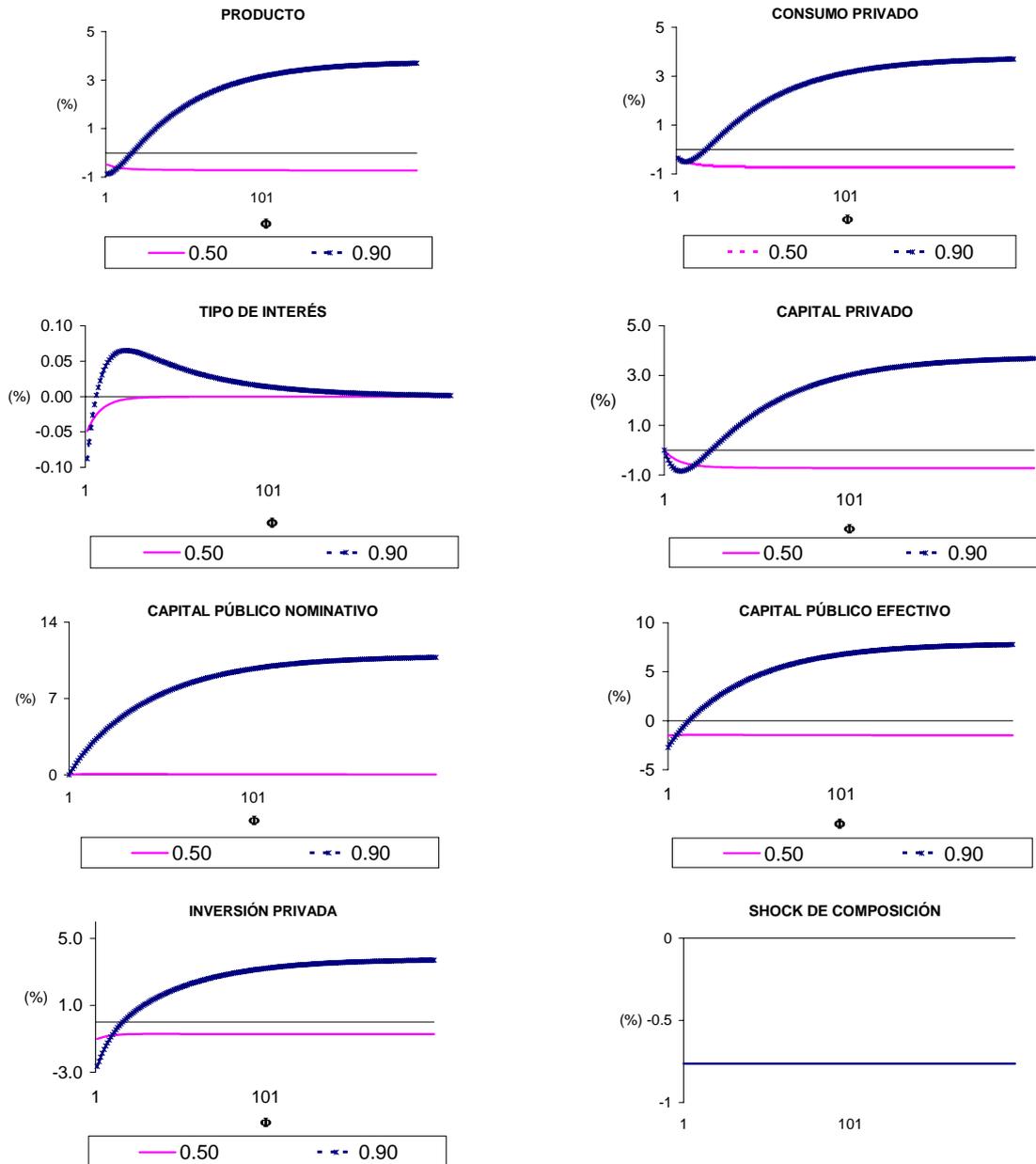
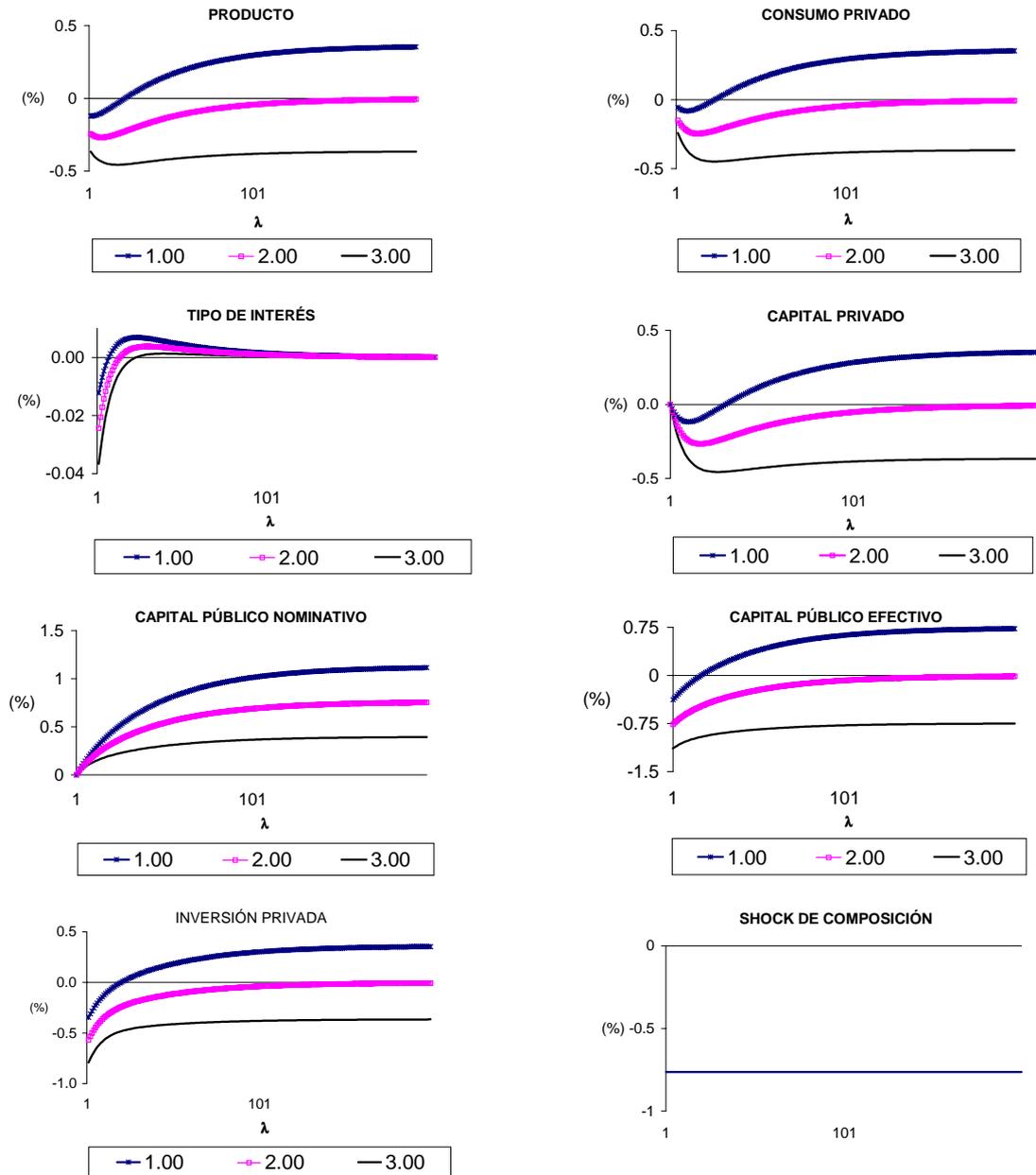


Gráfico 4.7. Función de Respuesta a escalón en ratio de composición (Φ)
 (según optimalidad de la situación inicial), para $\Phi_0 = 0.5$



Ahora bien, la caída en el ratio Γ también conlleva una disminución de la proporción de renta agregada dedicada a inversión pública, y por tanto, el stock de infraestructuras cae por debajo de su nivel de estado estacionario. Esto genera un efecto negativo directo sobre el producto (este efecto riqueza negativo también se habrá reflejado en un desplazamiento inicial de la demanda privada de consumo hacia inversión) y uno indirecto vía desacumulación de capital privado (ya que ambos tipos de capital son complementarios). El efecto neto sobre la producción agregada y el consumo privado dependerá de la magnitud y duración de los efectos sobre ambos tipos de capital, así como de su productividad relativa. Por su parte, mientras que el volumen de gasto público evoluciona en consonancia con el ratio Γ , la recaudación impositiva mantiene una proporción constante con el producto.

Para los parámetros calibrados, la reducción de gastos públicos productivos implica en los primeros periodos una caída de la demanda del sector público superior al incremento de la demanda privada; es decir, la caída del gasto público es contractiva. El resultado es una pérdida de bienestar respecto de la situación en que no se hubiera alterado el monto de gasto público (ver tabla 4.10).

Tabla 4.10. Desviaciones porcentuales del bienestar por impulso ($-\frac{3}{4}\%$) en el tamaño del gasto, con reducciones en impuestos de suma...

θ^g	Desviación porcentual utilidad	Variación equivalente consumo ^a
.32	-0.01716	-0.004662
0	0.11330	0.004854

^a En términos de producto de estado estacionario. Caso: $\beta_0 = 0.13$.

Si suponemos que el gasto público no es productivo, $\theta^g = 0$ (gráfico 4.8), la reducción del ratio Γ , y por tanto de la proporción de renta agregada dedicada a inversión pública, $I_g = Y$, implica caídas en las infraestructuras que no se traducen en caídas del producto. El efecto inicial supone, como antes, incentivos al consumo y la inversión privados, conduciendo a un incremento del producto agregado en periodos siguientes (por la acumulación de K_p). La ausencia de efectos riqueza negativos en el corto plazo provoca una menor sustitución intertemporal del consumo privado y consiguientemente un mayor incremento inicial del mismo. Al contrario que en el primer caso, la caída de gastos públicos improductivos es más que compensada por el incentivo derivado sobre la demanda privada, resultando expansivo durante la transición y redundando en incrementos no ambiguos del bienestar (ver tabla 4.10).

También puede comprobarse que la ganancia de bienestar derivada de una reducción en Γ es tanto mayor (o la pérdida tanto menor) cuanto más elevada sea la proporción de la demanda agregada que absorbe el gobierno en la situación inicial (ver tabla 4.11.a. (infraestructuras productivas) y 4.11.b. (infraestructuras no productivas)). Ello se debe a que el efecto incentivo inicial sobre la demanda privada de consumo e inversión es directamente proporcional al ratio Γ_0 . Además, la sustitución intertemporal del consumo disminuye con el nivel de Γ (como vimos en las condiciones de estabilidad), por lo que el incremento inicial del consumo (y el bienestar) ante una caída del gasto público es

228CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

proporcionalmente mayor cuanto más alto sea Γ_0 .

Tabla 4.11.a. Desviaciones porcentuales del bienestar por impulso ($-\frac{3}{4}\%$) en el tamaño del gasto, con reducciones en impuestos de suma ...ja

Ratio Γ inicial	Desviación porcentual utilidad	Variación equivalente consumo ^a
.1	-0.0462	-0.006443
.2	-0.0018	-0.000767
.3	0.0090	0.004108

^a En términos de producto de estado estacionario. Caso paramétrico: $\theta^g=0.32$; $\lambda=0.61$

Tabla 4.11.b. Desviaciones porcentuales del bienestar por impulso ($-\frac{3}{4}\%$) en el tamaño del gasto, con reducciones en impuestos de suma ...ja

Ratio Γ inicial	Desviación porcentual utilidad	Variación equivalente consumo ^a
.1	0.0015	0.003807
.2	0.0034	0.007113
.3	0.0059	0.009805

^a En términos de producto de estado estacionario. Caso paramétrico: $\theta^g=0$

4.4.1.2.2 Shock en Γ ...nanciado con impuestos distorsionantes: De nuevo, resulta necesario distinguir entre los casos de caídas en el gasto público productivo ($\theta^g > 0$) y gasto público no productivo ($\theta^g = 0$), tal y como se comparan en la ...gura 16.

Comenzando por el caso productivo, la reducción de Γ implica un incentivo inicial del consumo y la inversión privados, lo que a su vez se traduce en un aumento del capital privado por encima de su nivel de estado estacionario. Como la caída del gasto público se plasma en una reducción de impuestos distorsionantes, en lugar de impuestos de suma ...ja, el incremento de la inversión privada es superior al del caso anterior, por el desplazamiento de gasto privado desde consumo hacia ahorro.

Por otro lado, la caída de las infraestructuras públicas, que son productivas, supone un efecto negativo sobre la producción agregada que, para los parámetros calibrados, supera el efecto positivo de la acumulación de capital privado. El resultado es una desviación negativa del producto respecto de su nivel de estado estacionario, lo que provoca caídas signi...cativas del consumo en el medio y largo plazo. Consecuentemente se produce una pérdida de bienestar respecto de la de estado estacionario, como se muestra en la tabla 4.12. Esta pérdida es algo inferior al del caso de impuestos de suma ...ja, por la mayor acumulación de capital privado que hemos mencionado.

Tabla 4.12. Desviaciones porcentuales del bienestar por impulso ($-\frac{3}{4}\circ$) en el tamaño del gasto, con reducciones en impuestos distorsionantes

Parámetro θ^g	Desviación porcentual utilidad	Variación equivalente consumo
.32	-0.01657	-0.004501
0	0.11453	0.004907

Caso: $i_0 = 0.13$.

En el caso de caídas en el gasto público no productivo ($\theta^g = 0$), la diferencia estriba en que no hay efectos negativos sobre el producto agregado vía productividad de las infraestructuras. Ello hace que la acumulación de capital privado gracias a la reducción de la presión fiscal se traduzca en crecimientos de la producción y el consumo y haya por tanto una desviación positiva del bienestar (ver tabla 4.12). Puede comprobarse que el incremento del bienestar es superior al caso de los impuestos de suma fija, por la mayor acumulación de capital privado.

4.4.1.3 Funciones de respuesta a un impulso en Υ

Se analizan los efectos diferenciados en función de los dos posibles partidas que pueden verse reducidas por la caída en los impuestos:

- $\frac{2}{2}$ Transferencias a los hogares
- $\frac{2}{2}$ Gasto público exhaustivo

4.4.1.3.1 Reducción de Υ plasmada en caída de las transferencias: En primer lugar, la caída del tipo impositivo aumenta la rentabilidad neta del capital privado y con ello la propensión media al ahorro por encima de su nivel estacionario. Como el ratio Γ permanece constante, no varía la proporción de renta dedicada a inversión pública. El resultado de ambos efectos es un aumento de los dos stocks de capital y el producto.

Asimismo, mientras la recaudación impositiva evoluciona de acuerdo con el ratio Υ , el gasto público mantiene una proporción constante con el producto.

Por su parte, la caída del ratio TR/Y supone un efecto inicial negativo sobre el consumo privado, aunque posteriormente el incremento del producto permite una recuperación en la demanda privada de consumo. Para los parámetros calibrados, el resultado en términos de bienestar es prácticamente nulo (véase la tabla 4.13), lo que implica que los efectos inicial y posterior sobre el consumo se compensan.

Tabla 4.13. Desviaciones porcentuales del bienestar por impulso ($-\frac{3}{4}_j$) en el ratio de presión fiscal, reduciendo transferencias de suma fija

Ratio Γ inicial	Desviación porcentual utilidad	Variación consumo ^a
.282	0.0001564	4.24898E-05

^aExpresado en términos de producto de estado estacionario

230CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

Nótese en el gráfico 4.10 que la elasticidad de las variables endógenas a perturbaciones en el tipo impositivo es muy inferior a la mostrada ante perturbaciones del tamaño del gasto.

4.4.1.3.2 Reducción de Υ plasmada en caída del gasto público: Este caso es equivalente al ya analizado de shock en Γ financiado con subida en Υ . Como antes, también es relevante determinar si se trata de una reducción en gasto público productivo ($\theta^g > 0$) o no productivo ($\theta^g = 0$).

En el caso productivo, si comparamos los efectos de reducir los impuestos distorsionantes a costa del gasto público frente a caídas de las transferencias, las principales diferencias son:

- 2 No hay desplazamiento inicial sobre el consumo privado.
- 2 La caída del ratio Γ implica la desacumulación de infraestructuras públicas, lo que contrapesa el incentivo sobre el capital privado por el shock positivo sobre su rendimiento marginal neto de impuestos.
- 2 Para los parámetros calibrados, el efecto neto es una caída en el producto. Ello provoca caídas del consumo privado en el medio plazo, y pérdidas del bienestar agregado intertemporal, resultados opuestos al caso de reducciones en transferencias de suma neta (ver tabla 4.14).

Tabla 4.14. Desviaciones porcentuales del bienestar por impulso ($\frac{-3}{4} \epsilon$) en el ratio de presión fiscal, reduciendo el gasto público exhaustivo

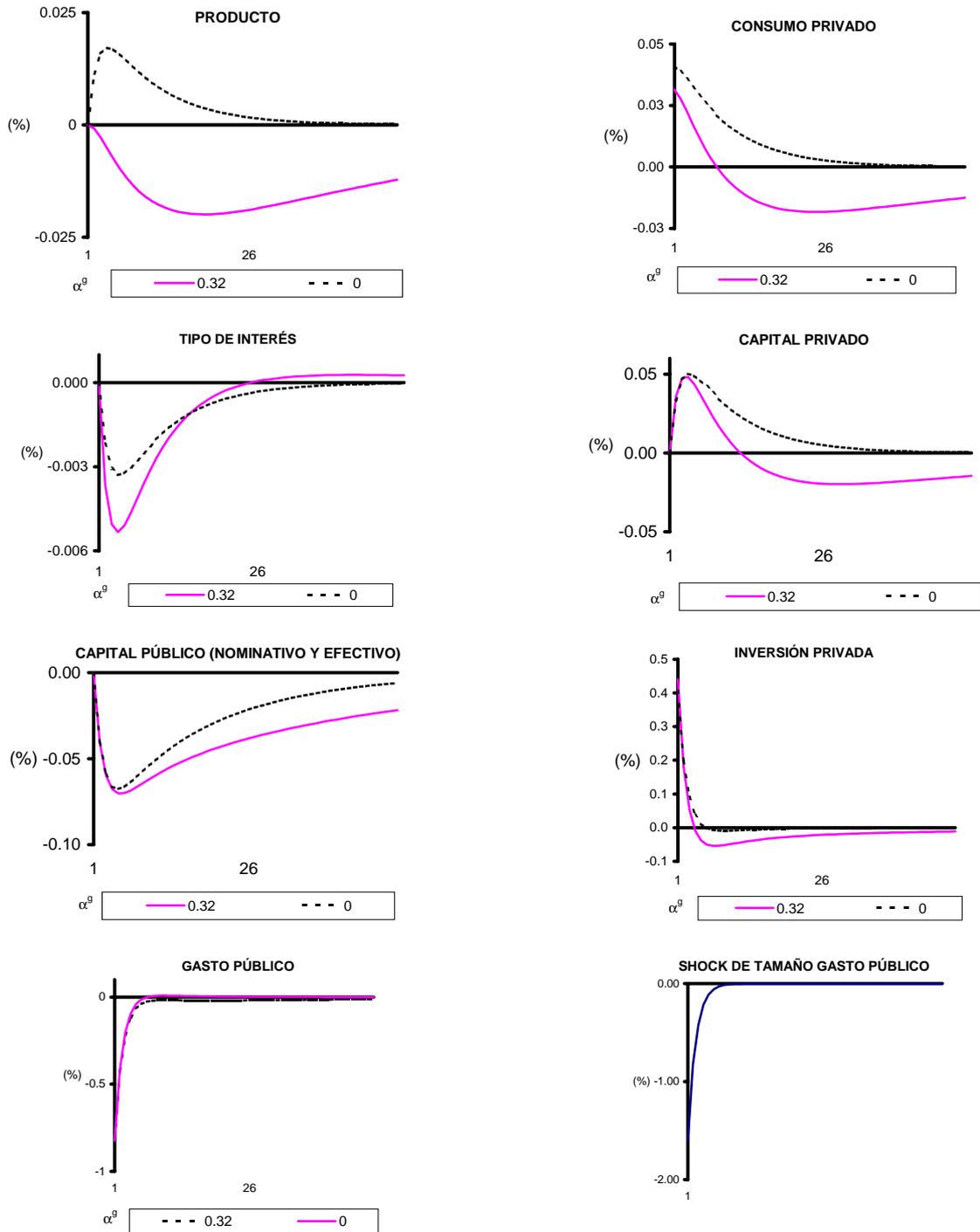
θ^g	Desviación porcentual utilidad	Variación consumo ^a
.32	-.012719	-0.0034558
0	.088536	0.0037932

^aExpresado en términos de producto de estado estacionario

En el caso no productivo, no hay efectos negativos sobre el producto vía infraestructuras y además tampoco hay desplazamiento inicial del consumo privado. El resultado es una ganancia del bienestar intertemporal sensiblemente superior al caso de la reducción en las transferencias (ver tabla 4.14).

Una vez analizadas las respuestas de las variables endógenas a un cambio discrecional (transitorio o permanente) de las variables del vector de política fiscal, pasamos a analizar las propiedades del modelo cuando lo sometemos a perturbaciones de los procesos estocásticos exógenos en todos los periodos.

Gráfico 4.8. Función Respuesta a Impulso. Ratio Γ
 Impulso (-3/4%) con reducciones en impuestos no distorsionantes
 (Gastos públicos productivos vs. no productivos)



232CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

Gráfico 4.9. Función de Respuesta a Impulso. Ratio Γ
 Impulso ($-\frac{3}{4}\%$) con reducciones en impuestos distorsionantes
 (Gastos públicos productivos vs. no productivos)

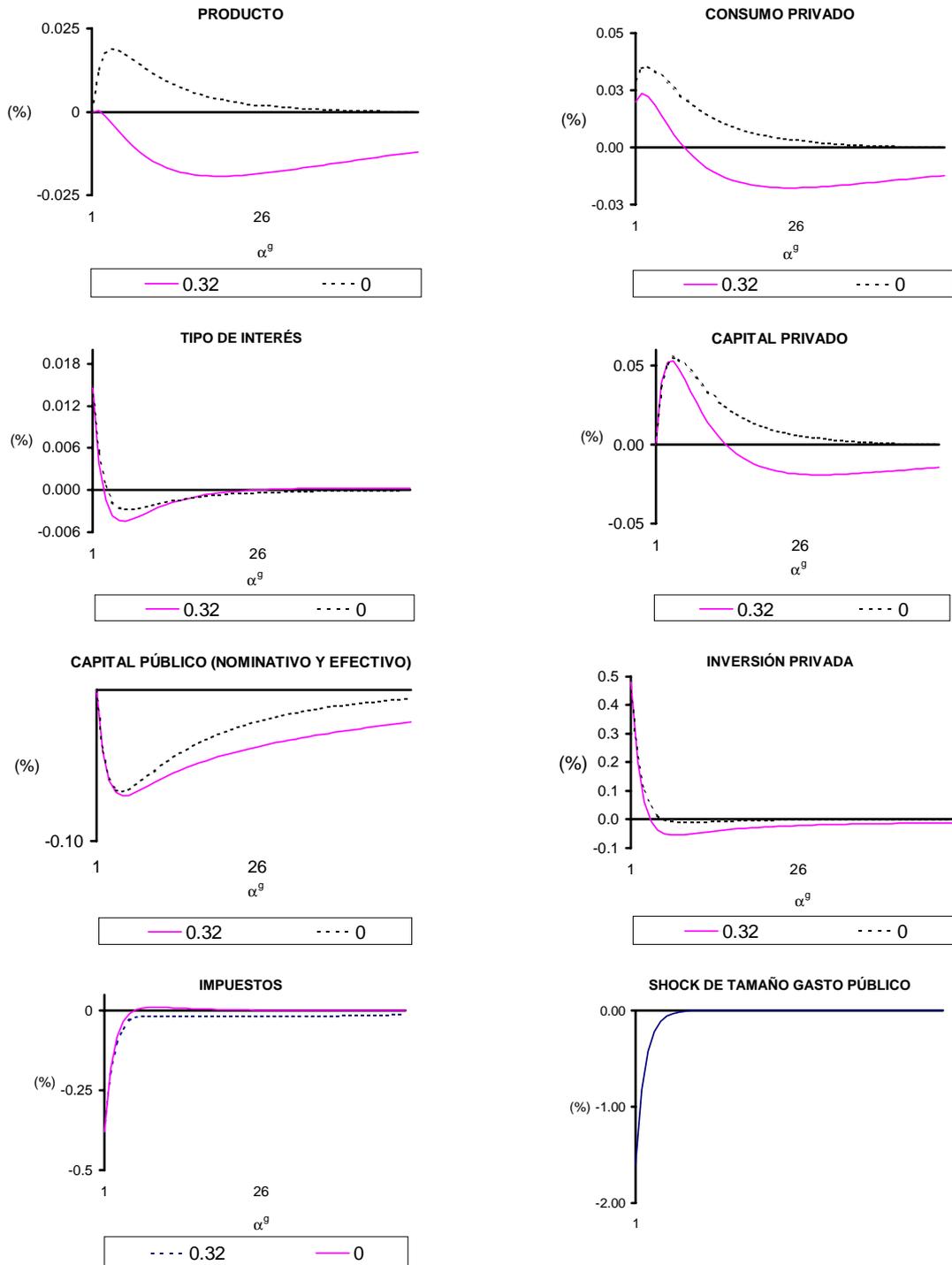
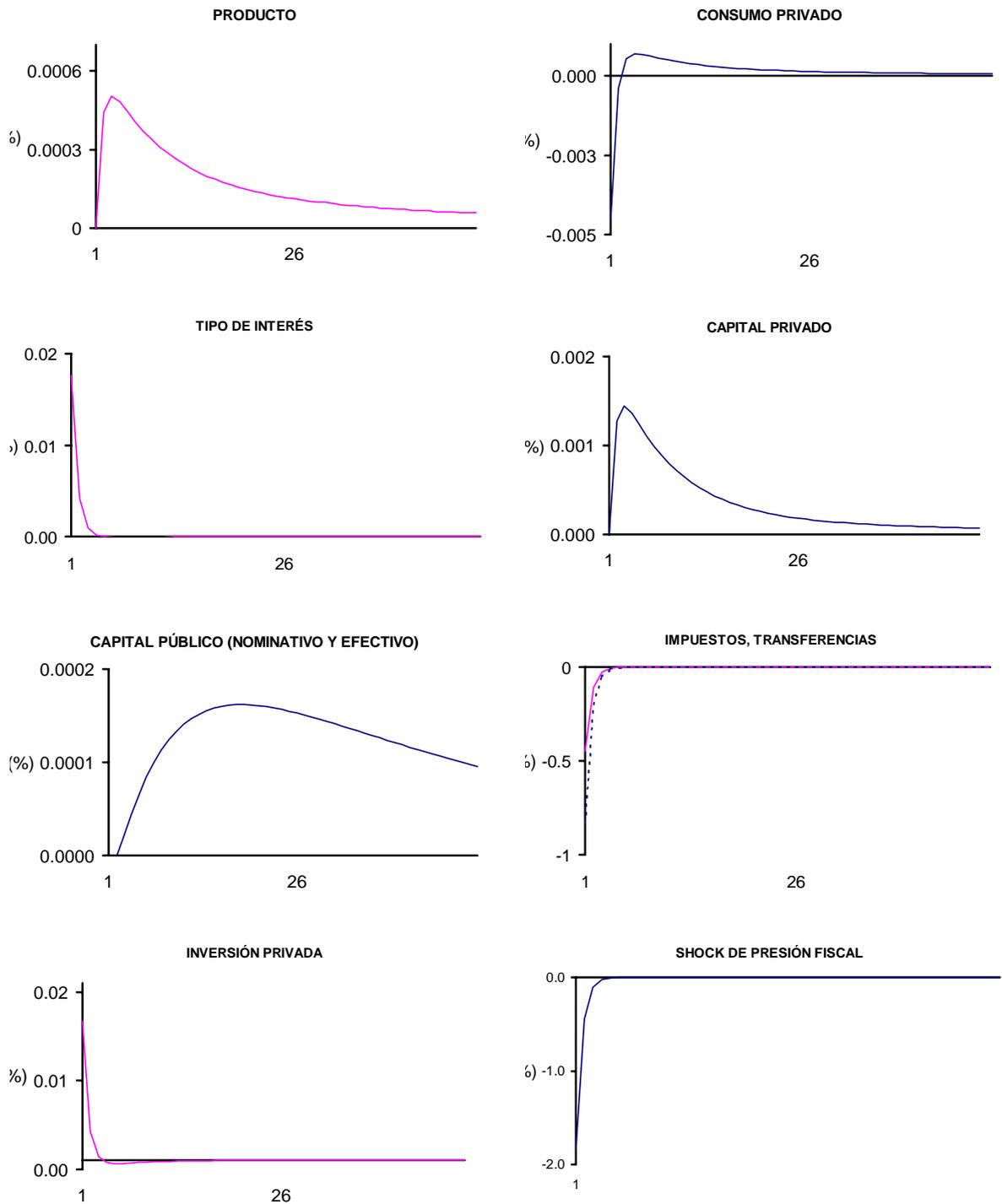


Gráfico 4.10. Función de Respuesta a Impulso. Ratio Υ
 Impulso ($-\frac{3}{4}\%$) con reducción de transferencias



4.4.2 PROPIEDADES CÍCLICAS DE LA ECONOMÍA SIMULADA

Una vez analizada la dinámica determinista del modelo, pasamos a estudiar sus propiedades cíclicas. Es decir, calcularemos estadísticos que recojan las propiedades estocásticas de las variables endógenas cuando el modelo está sometido a perturbaciones exógenas periodo a periodo. Estos estadísticos deben ser comparados con los calculados para los datos, previamente procesados para lograr las llamadas medidas consistentes (ver sección 3.4.1). El primer paso es, por tanto, obtener un conjunto de regularidades empíricas para el ciclo estadounidense, tarea que asumimos en el siguiente apartado.

4.4.2.1 REGULARIDADES CÍCLICAS DE LA ECONOMÍA ESTADOUNIDENSE

Lansing (1998) expone un conjunto de observaciones empíricas encontradas en los datos de la economía americana, ...litrados con el procedimiento de Hodrick-Prescott. Los relativos al gasto público y sus componentes, que es el objeto central de nuestro análisis, son los siguientes:

- ² La inversión del sector público es menos variable que la inversión privada.
- ² El consumo público es más variable que el consumo privado.
- ² Las componentes del gasto público (exhaustivo) muestran correlaciones cruzadas con el producto reducidas, en contraste con sus contrapartidas del sector privado.

Estas regularidades están en línea con las expuestas en los trabajos de Finn (1998) o Ambler y Paquet (1996). Nosotros presentamos a continuación el mismo análisis de regularidades empíricas, tanto para las series originales de Contabilidad Nacional como para las medidas consistentes elaboradas, ya que la muestra empleada y nuestra de...nición de consumo e inversión públicos no coinciden con los utilizados por Lansing⁹. Comprobaremos como los resultados di...eren en relación a la tercera regularidad expuesta por dicho autor.

Se ha reducido la muestra al periodo 55-96 para evitar la fuerte no estacionariedad de las variables de sector público en términos de PIB durante el periodo 48-54, ya que suponemos que nuestro modelo fluctúa en torno a un estado estacionario estocástico.

En primer lugar se presentan los estadísticos obtenidos para las series originales de contabilidad nacional¹⁰, en logaritmos y suavizadas con el ...ltro de Hodrick-Prescott:

⁹Su consumo público incluye gastos en defensa.

¹⁰De...nición de variables:

PIB: Producto Interior Bruto; XN: Exportaciones Netas; C: Consumo Privado; Ip: Inversión Privada; Ig: Inversión Pública; Cg: Consumo Público; G: Gasto Público (consumo más inversión).

variables	volat. relat.	Correlaciones con producto: y(t)				
		x(t-2)	x(t-1)	x(t)	x(t+1)	x(t+2)
PIB	1.00	-0.006	0.518	1	0.518	-0.006
XN/PIB	0.17	-0.366	-0.462	-0.336	0.078	0.426
C	0.84	0.125	0.632	0.907	0.412	-0.041
Ip	3.85	0.075	0.489	0.838	0.165	-0.428
Ig	2.37	0.082	0.312	0.436	0.350	0.208
Cg	1.15	0.030	0.202	0.426	0.513	0.543
G	1.24	0.048	0.247	0.453	0.494	0.484

La volatilidad del producto es del 2.19%. La inversión pública incluye tanto la de carácter militar como la no militar. Las series están en logaritmos y suavizadas con el método de Hodrick-Prescott.

También nos va a interesar comparar las correlaciones cruzadas de las series de gasto público con la inversión privada. En la medida en que dicha correlación adopte valor positivo, implicaría cierta evidencia de que el gasto público incentiva la inversión privada, el llamado efecto 'crowding-in'. En el caso contrario, apoyaría la hipótesis de que el gasto público desplaza inversión privada, produciéndose un efecto 'crowding-out'.

El valor que adopta dicho estadístico para las series originales de contabilidad nacional es:

v	corr(ip,v)
ig	0.1551
cg	0.0355
g	0.0670

Las bandas de confianza vienen dadas por $S2 = \frac{p}{T} = S2 = \frac{p}{42} = S0:3086$. Por tanto, ninguna de estas correlaciones cruzadas es estadísticamente distinta de cero.

A continuación, se presentan los mismos estadísticos para las medidas consistentes elaboradas en el estudio, de acuerdo con los criterios expuestos en los apartados 3.4.1 y 3.4.2, en logaritmos y términos per cápita, e igualmente suavizadas por el método de Hodrick-Prescott:

236CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

	volat. relat.	Correlaciones con producto: y(t)				
		x(t-2)	x(t-1)	x(t)	x(t+1)	x(t+2)
PIB	1.00	0.055	0.594	1	0.594	0.055
C	0.60	0.093	0.590	0.915	0.610	0.180
Ip	3.08	0.018	0.525	0.938	0.465	-0.134
Ig	2.44	0.012	0.321	0.547	0.579	0.391
Cg	1.04	0.062	0.300	0.465	0.343	0.318
G	1.02	0.048	0.329	0.557	0.524	0.451

En este caso, la volatilidad del producto es 2.11%. Por otro lado, la inversión pública y el consumo público incluyen únicamente la componente no militar.

Las correlaciones cruzadas de las series consistentes de gasto público con la inversión privada son las siguientes:

v	corr(ip,v)
ig	0.3843
cg	0.2894
g	0.3490

Las bandas de confianza son, como antes, $S_2 = \frac{p}{42} = S_0:3086$. En este caso, las correlaciones de la inversión y el total de gasto son claramente significativas, y la del consumo con probabilidad $\alpha = 94\%$

Puede observarse que las principales diferencias encontradas al transformar los datos originales de Contabilidad Nacional son las siguientes:

- 2 Disminuye ligeramente la volatilidad del producto, probablemente debido a la eliminación de la variación de existencias de la componente de inversión privada.
- 2 Disminuye igualmente la variabilidad del consumo, por la introducción del flujo de servicios de bienes de consumo duraderos.
- 2 Baja la volatilidad de la inversión privada, por la eliminación de la variación de existencias que es muy volátil (véase Christiano (1988)).
- 2 En general, suben las correlaciones contemporáneas y desfasadas un periodo de todas las componentes de demanda agregada con el producto.
- 2 Las correlaciones contemporánea y adelantada de las variables de gasto público con el producto aumentan, quizá debido a la eliminación del gasto de carácter militar.

Si comparamos nuestros hechos estilizados con los de Lansing (1998), Ambler y Paquet (1996) o Finn (1998), se mantienen las dos primeras regularidades pero no la

tercera, ya que la correlación cruzada con el producto de las componentes de gasto público aunque es inferior a la de las variables de demanda privada, no es tan reducida como la mostrada por estos trabajos (Ambler y Paquet (1996) obtienen un valor de $\text{corr}(y; ig)$ de 0.27, Lansing (1998) de 0.28 y Finn (1998) de 0.08).

Además de analizar estas regularidades, estándar en los modelos de ciclo con gasto público, nos interesa también obtener el empírico de correlaciones cruzadas con el producto del ratio de composición del gasto público ($\Phi = Cg/G$), en la medida en que será el estadístico más sensible a los valores paramétricos, de tecnología y de política, de nuestro modelo. Por tanto, será un criterio de referencia importante para evaluar la calidad de nuestro modelo en cuanto a su capacidad para reproducir las propiedades de la economía americana.

En las siguientes tablas se muestran las funciones de correlaciones cruzadas con el producto del ratio Φ , primero para los datos de contabilidad nacional y en segundo lugar, para las medidas consistentes elaboradas.

En este segundo caso se utilizan dos definiciones alternativas de consumo público:

1. Una primera en la que se considera todo el consumo público no militar como porcentaje sobre el gasto exhaustivo no militar y que denotaremos 'consumo general'.
2. Una segunda en la que se calcula el porcentaje sobre gasto no militar que supone el consumo público destinado a las siguientes funciones económicas: educación, sanidad, transporte, energía, recursos naturales, policía y justicia, que hemos llamado 'consumo productivo' en el capítulo 4

Las cuentas nacionales estadounidenses incluyen en el consumo público la amortización anual del stock de capital público, que estaría recogiendo los gastos para la reposición del capital o, equivalentemente, el importe mínimo de gasto necesario para mantener el capital en buen estado de uso. Por tanto, son datos adecuados para contrastar los supuestos de nuestro modelo.

Las variables han sido previamente transformadas tomando logaritmos y eliminando la tendencia de Hodrick- Prescott. Las bandas de confianza para los parámetros de correlación vienen dadas por $S^2 = 0.42 = S:3086$

Tabla 4.15. Función de correlaciones cruzadas
entre series originales

Desfase	0	1	2	3	4	5	6	7
Retardo: $\Phi; y(t - i)$	-.104	-.130	-.021	.188	.215	.087	-.259	-.232
Adelanto: $\Phi; y(t + i)$	-.104	-.038	.052	-.149	-.105	-.150	-.018	.173

y : componente cíclica del PIB de la contabilidad nacional en términos constantes

Φ : ratio de consumo público total sobre el total de gasto público exhaustivo
(consumo e inversión) de contabilidad nacional

Tabla 4.16. Función de correlaciones cruzadas entre medidas consistentes (Φ general)

Desfase	0	1	2	3	4	5	6	7
Retardo: $\Phi; y(t - i)$	.197 ^z	.227	.117	-.074	-.292	-.443 ^z	-.390 ^z	-.263
Adelanto: $\Phi; y(t + i)$	.197 ^z	.168	.248 ^G	.332 ^z	.225	-.034	-.259	-.177

Notas:

y: PIB consistente, en términos per capita y ...ltrado por HP

zsigni...cativamente distinto de cero al 95%

zsigni...cativo al 80%

G signi...cativo al 90%

Tabla 4.17. Función de correlaciones cruzadas entre medidas consistentes (Φ productivo)

Desfase	0	1	2	3	4	5	6	7
Retardo: $\Phi; y(t - i)$	.156 ^l	.199	.113	-.047	-.315 ^z	-.547 ^z	-.463 ^z	-.210
Adelanto: $\Phi; y(t + i)$	.156 ^l	.132	.336 ^z	.337 ^z	.151	-.099	-.168	-.205

Notas: idem tabla 25

l signi...cativo al 70%

Las principales conclusiones que podemos extraer al analizar estas tablas de correlaciones cruzadas son:

1. En base a los datos originales de contabilidad nacional no aparecen evidencias de relaciones bidireccionales signi...cativas entre el PIB y la proporción de gasto público dedicada a consumo.
2. Al utilizar nuestras medidas consistentes de renta per capita y de composición del gasto público sí que encontramos evidencia de relaciones bidireccionales signi...cativas entre ambas variables. En el caso del ratio de consumo general, la correlación contemporánea es signi...cativa para un nivel de con...anza del 80%. Es imposible identi...car la dirección de causalidad para la correlación contemporánea, es decir, si es el producto el que incide en Φ o a la inversa, pero contamos con efectos retardados positivos del ratio Φ sobre la renta per capita ($\text{corr}(\Phi_t; y_{t+2}) = 0.25$; $\text{corr}(\Phi_t; y_{t+3}) = 0.33$), que son de mayor magnitud que los contemporáneos, y que nos permite apoyar la hipótesis de complementariedad.

3. Cuando utilizamos una definición de consumo restringida a funciones económicas que a priori consideramos más directamente relacionadas con el proceso productivo agregado (para los que hemos encontrado evidencia de efectos expansivos sobre la producción en el capítulo 2), la correlación contemporánea entre las series disminuye (hasta un nivel de significación del 70%) pero los efectos retardados del consumo público sobre la renta ganan significatividad y persistencia ($\text{corr}(\Phi_t; y_{t+2}) \approx \text{corr}(\Phi_t; y_{t+3}) \approx 0.34$).
4. El carácter retardado de los efectos del consumo público sobre la productividad podría interpretarse en el sentido de que es necesario cierto periodo de ajuste (2 ó 3 años) para que los gastos de consumo público empleados en el mantenimiento y explotación de las infraestructuras influyan en el proceso productivo. Este resultado también lo encontramos en el capítulo de análisis empírico. Quizá por ello fracasan en encontrar efectos positivos los trabajos empíricos que buscan relaciones contemporáneas o que no consideran efectos bidireccionales; como contraejemplo, Chavas y otros (1997) encuentran efectos de largo plazo del gasto público en I+D sobre la productividad privada, pero que empiezan a actuar con cierto retardo.
5. También encontramos efectos retardados negativos del producto sobre el ratio de composición ($\text{corr}(y_t; \Phi_{t+5}) = -0.44$). Ello podría identificarse como evidencia de que el gobierno actúa, con cierto retardo, ante una fase alcista del ciclo redistribuyendo su gasto a favor de la inversión y en detrimento del consumo.

Además del estadístico $\text{corr}(y; \Phi)$, el análisis de las propiedades cíclicas de las series generadas con nuestro modelo se centrará en las correlaciones cruzadas con la inversión privada de las componentes de gasto público y del gasto público agregado. Expondremos en qué medida dichos estadísticos son replicados para el caso paramétrico de referencia y cómo varían los valores de estos estadísticos para las series generadas con nuestro modelo ante:

- 2 Cambios en ρ , es decir, en el grado de complementariedad.
- 2 Cambios en valor de estado estacionario para el vector de política pública

4.4.2.2 PROPIEDADES CÍCLICAS DEL MODELO

Recordamos que la formulación propuesta para el vector de procesos estocásticos exógenos es:

$$\ln(\Omega_t) = (1 - \Delta_1) \ln(\bar{\Omega}) + \Delta_1 \ln(\Omega_{t-1}) + \epsilon_t \quad (4.2)$$

donde Δ_1 es una matriz estacionaria (4E4) de parámetros y para el vector de perturbaciones tecnológicas se supone una distribución $N(0; \Sigma)$, siendo Σ una matriz de varianzas y covarianzas llena.

además $\Omega_t = f(z_t; \Phi_t; \Gamma_t; \Upsilon_t)$ es el vector de procesos estocásticos exógenos y $\bar{\Omega} = (z; \bar{\Phi}; \bar{\Gamma}; \bar{\Upsilon})$ es el vector de los niveles de estado estacionario determinista para las variables (o niveles medios en el largo plazo).

240CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

Llevaremos a cabo simulaciones del modelo con las tres calibraciones realizadas del vector de perturbaciones exógenas (sección 3.4.3):

1. Perturbaciones ortogonales: las matrices autorregresiva y de covarianzas son diagonales. Se han empleado los parámetros recogidos en la tabla 3.6 (para Σ) y en la tabla 3.5 (para Δ_1), haciéndose nulos todos los elementos fuera de la diagonal principal; es decir, anulamos las correlaciones cruzadas contemporáneas y la realimentación retardada. Llamaremos a esta formulación del vector Ω_t modelo 1.
2. Perturbaciones con un período de correlaciones restringido: eliminamos las relaciones retardadas entre la tecnología y las variables ...scales (tablas 3.5 y 3.6). En cambio, mantenemos la matriz de covarianzas llena porque las correlaciones cruzadas entre tecnología y política ...scal son no despreciables, siendo ésta la modelización que mejor representa las propiedades estocásticas de los datos. Denotamos esta formulación como modelo 2.
3. Perturbaciones con un período de correlaciones (contemporánea y dinámica) completa: utilizamos las matrices autorregresiva y de covarianzas completas (tablas 3.1 y 3.2), y nos referimos a ella como modelo 3.

Los estadísticos corresponden a los valores medios de 300 simulaciones de tamaño 150¹¹. Cuando se realizan comparaciones para distintos valores paramétricos, las perturbaciones son comunes a todos los casos.

Comenzamos analizando el caso paramétrico de referencia (Apéndice (3.7.2), capítulo 3), y en qué medida resulta relevante considerar la existencia de relaciones contemporáneas y/o retardadas entre las perturbaciones estocásticas exógenas. También compararemos nuestros resultados (en términos de comportamiento estocástico del modelo) con los de otros trabajos. Posteriormente realizamos un análisis de sensibilidad de los estadísticos para las series ante cambios en un conjunto de parámetros estructurales de tecnología y política.

4.4.2.3 CASO PARAMÉTRICO DE REFERENCIA. A continuación se muestra la tabla con los valores de los estadísticos para la economía americana, para las series generadas con nuestro modelo (el Modelo 1 hace referencia a las perturbaciones ortogonales, el Modelo 2 a las perturbaciones con dinámica restringida y el Modelo 3 a las perturbaciones no restringidas) y los obtenidos por Lansing (1998), Finn (1998) y Ambler y Paquet (1996).

¹¹Aunque este tamaño muestral es mucho mayor al de los datos, permite garantizar que las realizaciones para la media y varianza de las series simuladas coincide con la teórica obtenida de la calibración.

Estadístico	Datos EEUU	Mod 1	Mod 2	Mod 3	L (98)	F (98)	A&P (96)
Volatilidad y	2.11	2.06	2.04	2.00	-	-	-
Volat. Relativa							
c	0.60	0.66	0.65	0.64	0.76	0.36	0.61
ip	3.08	2.80	2.84	2.87	2.29	4.48	3.18
ig	2.44	2.04	2.07	2.10	1.66	2.81	2.85
cg	1.04	1.44	1.46	1.43	1.13	5.22	0.41
g	1.02	1.35	1.37	1.35	-	-	0.91
corr($v_t; y_t$)							
c	0.92	0.85	0.84	0.84	0.99	0.89	0.74
ip	0.94	0.89	0.90	0.90	0.96	0.92	0.95
ig	0.55	0.43	0.36	0.36	0.80	0.0	0.90
cg	0.47	0.71	0.74	0.75	0.23	0.11	0.90
g	0.56	0.74	0.74	0.74	-	-	0.85
Φ	0.20	0.08 ⁺	0.16 [±]	0.15 [±]	-	-	-
		(.12)	(.12)	(.12)			
corr($v_t; ip_t$)							
ig	0.38	0.29	0.20	0.21	0.81	-	-
		(.11)	(.11)	(.11)			
cg	0.29	0.55	0.59	0.60	-	-	-
g	0.35	0.55	0.56	0.57	-	-	-

Notas: Caso $\rho = 0.61$ (Consumo público total)

Entre paréntesis, desviaciones típicas de los estadísticos

+no signi...cativo

±signi...cativo al 82%

Las principales conclusiones que obtenemos de la comparación entre los estadísticos para las distintas opciones para las matrices autorregresiva (Δ_1) y de covarianzas (Σ) son las siguientes:

1. La principal diferencia entre los modelos 1, 2 y 3 estriba en que el modelo 1 implica una correlación $\text{corr}(y_t; \Phi_t)$ muy baja (estadísticamente nula), mientras que los modelos 2 y 3 permiten obtener un valor positivo y cercano al de los datos, aunque algo reducido. Por tanto, elegimos el modelo dos o el modelo tres, con correlaciones cruzadas contemporáneas y retardadas entre las perturbaciones, porque mejoran el ajuste a las propiedades observadas en los datos. Este resultado cabe explicarlo porque la covarianza de Φ con Z es positiva si utilizamos el modelo 2. En la medida en que desviaciones positivas (negativas) en Z o en Φ (supuesto $\rho > 0$) suponen incrementos (caídas) contemporáneas del producto, imponer una covarianza positiva entre ambas implica acumular los efectos de las dos perturbaciones en un porcentaje de casos mayor que si se impone que $\text{corr}(\hat{A}_t; z_t) = 0$. En cambio, generalizar la matriz autorregresiva del vector de perturbaciones exógenas (es decir, pasar del modelo 2 al 3) supone reducir ligeramente la estimación puntual para la $\text{corr}(\hat{A}_t; y_t)$, probablemente porque el efecto retardado sobre Φ_t de la perturbación tecnológica es negativo (ver tabla 3.1 de la sección 3.4.3).
2. El resto de estadísticos son aceptablemente similares a los de los datos observados en cuanto a: a) volatilidades relativas y correlaciones cruzadas con el producto de las variables privadas y, b) las volatilidades relativas de la inversión pública respecto de la privada, y la del consumo público respecto del privado.
3. Las correlaciones cruzadas con el producto y con la inversión privada del consumo público y el gasto público total son excesivamente altas en comparación con los datos, mientras las de la inversión pública son algo reducidas. Encontrar una correlación excesiva entre las variables públicas y el producto es común a todos los modelos con sector público. De hecho, los valores obtenidos por Ambler y Paquet (1996) o Lansing (1998) son incluso superiores a los nuestros. No obstante, la comparación no es directa porque las sendas de inversión y consumo público de estos autores son determinadas de forma endógena. Respecto de Finn (1998), la volatilidad relativa para la variable de consumo público es sensiblemente mayor a la nuestra, pero se ajustan bastante al estadístico que ellos ofrecen para los datos de la economía americana. Esta diferencia se explica porque su variable de consumo público no incluye los sueldos y salarios de los empleados gubernamentales, componente muy poco volátil.¹²
4. Las propiedades cíclicas de las series simuladas corresponden a las que cabía esperar en función del análisis previo de las Funciones de Respuesta a Impulso y de la regla de política para la variable de control. Las dos componentes del gasto público, inversión y consumo público son procíclicas y por tanto, también lo es el gasto total. Comencemos analizando el caso del gasto total. A partir de la linealización logarítmica del modelo (apéndice 4.6.2) sabemos que $g_t = \hat{g}_t + y_t$ (siendo $v_t = \ln V_t - \ln V_{ss}$, para $v_t = [g_t; \hat{g}_t; y_t]$, $V_t = [G_t; \Gamma_t; Y_t]$ y V_{ss} el valor de estado estacionario de la variable). Por tanto, las desviaciones del gasto total respecto de su estado estacionario procederán de desviaciones, bien en Γ o bien en Y . Una

¹²De hecho, cuando Finn (1998) se sale de su caso de referencia incluyendo sueldos y salarios en el consumo público, la volatilidad de éste se ve reducida a la mitad (desde 1.05% hasta 0.54%).

perturbación positiva en Γ permite acumular infraestructuras que compensan la caída de capital privado (la inversión privada resulta desplazada) derivando en un incremento del producto. No obstante, dichos aumentos del producto son retardados (el efecto instantáneo es nulo) y decrecientes en el tiempo, por lo que el carácter procíclico contemporáneo (medido por $\text{corr}(y_t; g_t)$) del gasto público procede fundamentalmente del hecho de que ha sido modelizado como una proporción del producto.

5. Por su parte, las desviaciones del consumo público respecto de su nivel de estado estacionario se obtienen como $cg_t = \hat{A}_t + \omega_t + y_t$. En este caso, si el aumento del consumo público tienen su origen en una recomposición del gasto público ($\hat{A}_t > 0$), sí se produce una expansión del producto de carácter contemporáneo, por el efecto directo de unas infraestructuras públicas más efectivas. En este sentido, la magnitud de la correlación contemporánea $\text{corr}(y_t; \hat{A}_t)$ incluye, no sólo un efecto instantáneo desde la producción agregada (originada en la tecnología) hacia el consumo público, sino también un efecto contemporáneo en la dirección opuesta, lo cual no ocurría para perturbaciones del gasto total originados en desviaciones de ω_t . En la medida en que el impacto inicial es el que tiene mayor peso en el movimiento contemporáneo de las variables, esto explica que la correlación contemporánea del consumo con el producto sea mayor que la del gasto total.¹³
6. Por último, las desviaciones de la inversión pública respecto de su valor de eed vienen dadas por la expresión $ig_t = \log_{ss}^{-1} \left[(1 - \bar{\Phi}) \bar{\Gamma} Y_{ss} (y_t + \omega_t) + \bar{\Phi} \bar{\Gamma} Y_{ss} \hat{A}_t \right]$: Por tanto, la inversión pública aumenta cuando lo hace el gasto total (cuando $y_t > 0$ ó $\omega_t > 0$) o cae la proporción de gasto público dedicada a consumo (cuando $\hat{A}_t < 0$). En el primer caso, obtenemos el mismo resultado que con el gasto total: el carácter procíclico de la inversión pública procede fundamentalmente de su formulación como porcentaje del producto total. En el segundo caso ($\hat{A}_t < 0$), el incremento de la inversión pública tiene un efecto contemporáneo negativo sobre el producto. De aquí deriva el hecho de que $\text{corr}(y_t; ig_t) < \text{corr}(y_t; g_t)$:
7. Respecto de las correlaciones de las componentes del gasto público con la inversión privada, podemos hacer los siguientes comentarios. La correlación contemporánea del gasto público total con la inversión privada procede fundamentalmente del carácter procíclico de ambos, ya que una expansión de G_t que tenga su origen en $\omega_t > 0$ supone un desplazamiento inicial de la inversión privada. No obstante, este efecto es de magnitud muy inferior a la respuesta de la inversión privada ante una perturbación tecnológica, por lo que domina el efecto simultáneo de la tecnología sobre G_t e I_p . Además, en periodos siguientes, la inversión privada resulta incentivada por la acumulación de infraestructuras públicas. Por su parte, perturbaciones de consumo público originadas en la redistribución del gasto ($\hat{A}_t > 0$) ejercen un incentivo directo instantáneo sobre la inversión privada, a través del efecto de las infraestructuras efectivas sobre el rendimiento neto del capital privado. La existencia de este efecto inicial es responsable de que $\text{corr}(ip_t; cg_t) >$

¹³La desviación logarítmica del producto viene dada por: $y_t = z_t + \alpha k_{t-1} + \beta g_{t-1} + \beta \bar{g}_t + \beta \bar{A}_t$. Como el stock de infraestructuras está predeterminado, $\omega_t = \omega_{t-1}$, mientras que $\omega_t = \hat{A}_t = \beta \bar{g}_t + \beta \bar{A}_t$.

$\text{corr}(ip_t; g_t)$. Finalmente, aumentos de la inversión pública que tengan su origen en expansiones del tamaño del gasto público ($\dot{\sigma}_t > 0$) tienen el mismo efecto que hemos detallado para éste, mientras que aumentos derivados de una recomposición del gasto público ($\dot{A}_t < 0$) resultarán en un desplazamiento contemporáneo de la inversión privada. Ello explica por qué $\text{corr}(ip_t; ig_t) < \text{corr}(ip_t; g_t)$. Podemos también observar cómo la magnitud de $\text{corr}(ip_t; ig_t)$ es inferior para los modelos 2 ó 3 que para el 1: ello se debe a que en aquéllos imponemos una correlación positiva (¼ 0:18) entre tecnología y composición, lo que supone aumentar el porcentaje de casos en los que el efecto composición negativo es simultáneo a la tecnología, reduciendo la $\text{corr}(ip_t; ig_t)$.

8. Respecto de las correlaciones desfasadas de las componentes de gasto público con el producto, hay que señalar que la del consumo es fuertemente decreciente mientras que la de la inversión es considerablemente persistente, como se muestran en la tabla inferior (caso de referencia, modelo 2 para el vector estocástico exógeno). Es decir, el efecto expansivo del consumo sobre la producción ($\text{corr}(cg_{t_i \zeta}; y_t)$, para $\zeta > 0$) es muy de corto plazo, mientras que el de la inversión ($\text{corr}(ig_{t_i \zeta}; y_t)$, para $\zeta > 0$) es de más largo plazo, a través de la acumulación de infraestructuras públicas.

Correlaciones cruzadas

con el producto: $\text{corr}(x_{t \zeta}; y_t)$

variable (x)	$x_{t_i \ 3}$	$x_{t_i \ 2}$	$x_{t_i \ 1}$	x_t	x_{t+1}	x_{t+2}	x_{t+3}
ig	0.22	0.25	0.30	0.36	0.28	0.23	0.19
cg	0.31	0.40	0.53	0.74	0.53	0.39	0.30
g	0.33	0.42	0.54	0.74	0.53	0.40	0.32

En sintonía con nuestros resultados, Finn (1998) obtiene una inversión pública procíclica ($\text{corr}(y_t; ig_t) > 0$) sólo cuando impone una respuesta positiva de la misma a la tecnología ($\text{corr}(z_t; ig_t) > 0$). Por su parte, Manzano (1999) concluye que el signo de $\text{corr}(ip_t; ig_t)$ viene determinado por el signo de $\text{corr}(z_t; ig_t)$, de forma que $\text{corr}(ip_t; ig_t) > 0$ () $\text{corr}(z_t; ig_t) > 0$. Por tanto, en ambos casos resultan cuestionados los efectos reales de la inversión pública como incentivadora de la privada. Rojas (1993) sí encuentra una magnitud elevada para la correlación entre la inversión privada y la pública, pero en este caso la inversión pública es endógenamente optimizada, aumentando cuando lo hace el ahorro privado, por lo que cabría hablar más de un efecto incentivador de la inversión privada sobre la pública que a la inversa.

4.4.2.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ANTE CAMBIOS EN EL GRADO DE COMPLEMENTARIDAD (ζ). En primer lugar mostramos la tabla que recoge los estadísticos para distintos valores del parámetro que determina el grado de complementariedad entre el consumo público y las infraestructuras (ζ). Los tres valores muestra-

dos de cada estadístico en cada uno de las columnas corresponden a las simulaciones con el modelo 1, 2 y 3 respectivamente.

Hemos empleado el valor $\rho = 0.96$, que corresponde a la estimación obtenida para el efecto contemporáneo del consumo público productivo (grupo 4) sobre la producción, tal y como se muestra en el apartado de estimación de la función de producción de la sección de calibración (3.4.4). Veremos que este valor permite ajustar la magnitud de $\text{corr}(y_t; \hat{A}_t)$, bajo el modelo 2 para las perturbaciones exógenas.

Estadístico	Datos	$\rho = 0$			$\rho = 0.96$			$\rho = 2$			$\rho = 4$		
		M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Volatilidad													
y	2.11	2.04	2.03	1.98	2.05	2.07	2.04	2.09	2.12	2.06	2.22	2.30	2.23
ip	6.50	5.7	5.7	5.7	5.8	5.8	5.9	5.9	6.0	6.0	6.5	6.8	6.7
Volat. Rel.													
c	0.60	0.66	0.65	0.65	0.65	0.65	0.64	0.64	0.64	0.63	0.62	0.62	0.61
ip	3.08	2.81	2.8	2.85	2.83	2.82	2.89	2.85	2.87	2.92	2.94	2.96	2.99
ig	2.44	2.13	2.1	2.20	2.02	2.02	1.99	1.90	1.88	1.91	1.63	1.58	1.58
cg	1.04	1.43	1.5	1.43	1.45	1.47	1.47	1.49	1.48	1.46	1.49	1.46	1.43
g	1.02	1.37	1.4	1.37	1.35	1.37	1.35	1.35	1.35	1.33	1.31	1.29	1.26
corr($v_t; y_t$)													
c	0.92	0.85	0.84	0.84	0.85	0.84	0.83	0.84	0.84	0.83	0.83	0.83	0.82
ip	0.94	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.91	0.91
ig	0.55	0.47	0.41	0.41	0.40	0.35	0.28	0.33	0.29	0.26	0.22	0.18	0.15
cg	0.47	0.70	0.73	0.74	0.72	0.75	0.77	0.74	0.77	0.77	0.78	0.81	0.82
g	0.56	0.73	0.74	0.74	0.73	0.74	0.75	0.74	0.75	0.75	0.76	0.77	0.77
corr($\hat{A}_t; y_t$)													
	0.20	-.002	.09	.08	0.12	0.19	0.28	0.23	0.30	0.31	0.42	0.49	0.51
		(.13)	(.13)	(.13)	(.11)	(.12)	(.12)	(.12)	(.12)	(.11)	(.11)	(.10)	(.09)
corr($v_t; ip_t$)													
ig	0.38	0.34	0.27	0.26	0.25	0.19	0.12	0.17	0.11	0.09	0.04	-0.01	-0.03
		(.09)	(.10)	(.10)	(.11)	(.10)	(.11)	(.11)	(.11)	(.11)	(.12)	(.12)	(.12)
cg	0.29	0.52	0.57	0.58	0.56	0.60	0.63	0.59	0.63	0.64	0.65	0.68	0.69
g	0.35	0.54	0.56	0.57	0.55	0.57	0.58	0.56	0.58	0.58	0.59	0.61	0.61

Las principales conclusiones de este ejercicio son:

1. Resulta justificable la hipótesis de complementariedad, representada mediante un $\rho > 0$, en la medida en que permite obtener valores significativos y positivos del estadístico de correlación cruzada entre el producto agregado y el ratio de composición, como ocurre en los datos. En particular, la utilización del valor $\rho = 0.96$ (calibrado para lo que hemos denominado consumo productivo) permite ajustar perfectamente el valor obtenido para la correlación contemporánea del producto con el ratio de composición, bajo el supuesto de perturbaciones parcialmente correlacionadas (modelo 2). Este supuesto sobre el vector de perturbaciones exógenas es también el más realista con las propiedades de los datos americanos, para los cuales obtuvimos evidencia de independencia dinámica entre la perturbación tecnológica y el vector de política fiscal.
2. En nuestro modelo, es la correlación contemporánea entre el ratio de composición y el producto la que aumenta en mayor medida ante incrementos en ρ y no tanto las correlaciones desfasadas (adelantada y retardada) entre Φ e y , que ya hemos visto decrecen muy rápidamente. Ello se debe a la formulación utilizada en la tecnología, que implica un efecto contemporáneo de Φ sobre el stock efectivo de infraestructuras. Utilizar un polinomio de retardos en Φ conduciría previsiblemente a los resultados observados en los datos, que reflejan que los efectos de mayor magnitud de Φ sobre y se producen con carácter retardado. De hecho, en la estimación de la función de producción (capítulo 3) se encontró evidencia de efectos retardados significativos para los ratios de consumo público productivo de Estados Unidos y cuya inclusión justificamos en un intento de aproximar las infraestructuras efectivas, que no son observables. En la tabla podemos observar que los valores de ρ más elevados (2, 4) acercan la correlación contemporánea entre composición y producto al valor encontrado en los datos para la correlación desfasada ($\text{corr}(y_t; \Phi_{t-2}) = 0.34$).
3. Como cabía esperar, la magnitud de $\text{corr}(y; \Phi)$ aumenta sensiblemente con el valor del parámetro que determina el grado de complementariedad en la producción de los bienes públicos. La explicación es directa: cuanto mayor sea este parámetro, mayor es el efecto instantáneo de un cambio en Φ sobre las infraestructuras efectivas y , por tanto, sobre el producto agregado. Este aumento de la correlación entre el producto y el ratio de composición se da para las tres modelizaciones empleadas del vector estocástico exógeno. Es decir, tanto si se suponen perturbaciones incorreladas entre sí como distintos grados de correlación contemporánea y retardada entre ellas.
4. Disminuye la magnitud de $\text{corr}(ip; ig)$ y de $\text{corr}(y; ig)$, porque los aumentos de la inversión pública derivados de una recomposición del gasto ($\Delta_t > 0$), tienen efectos negativos sobre la producción tanto mayores cuanto mayor sea ρ , contrapesando la relación positiva entre y ; ip e ig derivados de que las tres variables responden positivamente a la tecnología.
5. Incrementos en el parámetro ρ suponen aumentos en la correlación contemporánea entre la inversión privada y el consumo público. Esto, unido al incremento en la volatilidad de la inversión privada, implica que alteraciones en la composición del gasto público a favor del consumo productivo ejercen un efecto incentivo

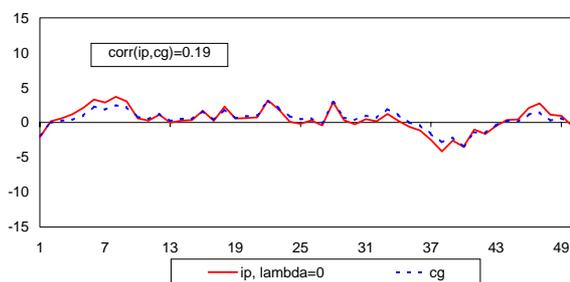
(crowding-in) sobre la inversión privada tanto mayor cuanto mayor sea el efecto eficiencia del consumo público. Es decir, incrementos (caídas) en el consumo público productivo inducen aumentos (caídas) en la inversión privada respecto de su nivel de estado estacionario, tanto mayores cuanto mayor sea el valor del parámetro λ .

Respecto a este último punto, en la medida en que la correlación contemporánea entre el ratio Φ y la tecnología es reducida, aunque positiva ($\frac{1}{4}$ 0:18), se puede inferir que el signo positivo de $\text{corr}(\dot{A}; ip)$ no se debe únicamente al carácter procíclico de la inversión privada y el ratio Φ , sino a un efecto incentivo propio del consumo público productivo. De hecho, también se verifica el aumento de $\text{corr}(\dot{A}; ip)$ y $\frac{3}{4}ip$ para el modelo 1, que supone ortogonalidad contemporánea (ausencia de correlación contemporánea) entre todas las perturbaciones estocásticas. En los siguientes gráficos, se muestra la senda temporal de la inversión privada frente a una realización del proceso estocástico del ratio de composición, para valores extremos de λ (0 y 4), en un modelo donde sólo hay perturbaciones en Φ . Podemos comprobar el sensible incremento de la volatilidad de la inversión privada ante incrementos en λ , y la pronunciada correlación positiva entre inversión privada y consumo público cuanto λ es alto (0.88 para $\lambda = 4$ frente a sólo 0.19 para $\lambda = 0$).

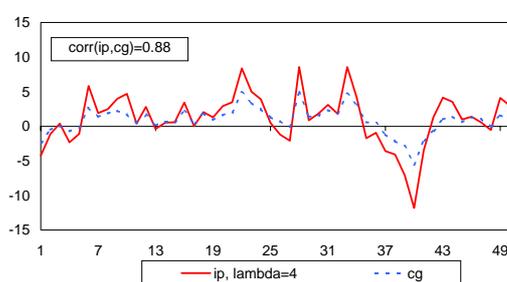
$\lambda = 0$

$\lambda = 4$

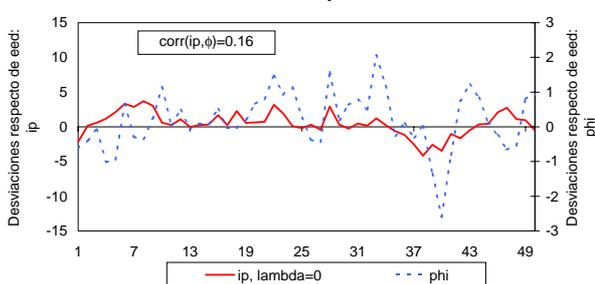
Efecto crowding-in de la inversión privada.
Desviaciones sólo en phi. Lambda = 0



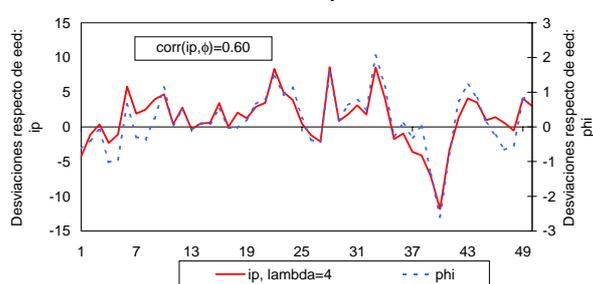
Efecto crowding-in de la inversión privada.
Desviaciones sólo en phi. Lambda = 4



Efecto crowding-in de la inversión privada.
Desviaciones sólo en phi. Lambda = 0



Efecto crowding-in de la inversión privada.
Desviaciones sólo en phi. Lambda = 4



248CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

4.4.2.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ANTE CAMBIOS EN EL NIVEL MEDIO DE Φ . De nuevo, se muestra la tabla con los estadísticos de las series simuladas bajo los tres tipos de modelizaciones del vector de perturbaciones exógenas (caso estándar, $\lambda = 0:61$)¹⁴.

Estadístico	Datos	$\Phi = 0:3$	$\Phi = 0:5$	$\Phi = 0:7$	$\Phi = 0:9$
		M1 M2 M3	M1 M2 M3	M1 M2 M3	M1 M2 M3
Volatilidad					
y	2.11	2.02 2.03 1.96	2.03 2.03 1.98	2.01 2.04 1.97	2.15 2.18 2.16
ip	6.50	5.6 5.8 5.6	5.6 5.8 5.7	5.7 5.8 5.7	5.8 5.9 5.9
Volat. Rel.					
c	0.60	0.66 0.66 0.64	0.66 0.65 0.64	0.65 0.65 0.64	0.68 0.68 0.67
ip	3.08	2.82 2.88 2.88	2.80 2.88 2.88	2.84 2.87 2.90	2.72 2.74 2.77
ig	2.44	1.38 1.38 1.38	1.42 1.42 1.42	1.68 1.67 1.70	3.92 3.85 3.94
cg	1.04	1.38 1.46 1.44	1.45 1.46 1.44	1.45 1.46 1.45	1.41 1.42 1.40
g	1.02	1.37 1.38 1.36	1.37 1.37 1.36	1.36 1.37 1.36	1.33 1.33 1.32
corr(v_t ; y_t)					
c	0.92	0.85 0.82 0.83	0.85 0.83 0.83	0.84 0.83 0.83	0.86 0.85 0.85
ip	0.94	0.89 0.89 0.90	0.89 0.89 0.90	0.89 0.89 0.90	0.89 0.89 0.89
ig	0.55	0.72 0.71 0.71	0.69 0.67 0.66	0.55 0.51 0.49	0.19 0.11 0.11
cg	0.47	0.70 0.73 0.74	0.70 0.73 0.74	0.70 0.73 0.74	0.73 0.75 0.77
g	0.56	0.73 0.73 0.74	0.73 0.73 0.74	0.72 0.73 0.74	0.75 0.75 0.77
Á	0.20	0.03 0.12 0.12	0.06 0.14 0.14	0.05 0.15 0.16	0.07 0.16 0.15
		(.12)(.12)(.12)	(.11)(.12)(.12)	(.12)(.12)(.11)	(.11)(.12)(.12)
corr(v_t ; ip_t)					
ig	0.38	0.53 0.51 0.54	0.51 0.46 0.49	0.38 0.31 0.33	0.08 -.02 -.01
		(.08)(.09)(.08)	(.08)(.09)(.08)	(.10)(.11)(.09)	(.11)(.12)(.11)
cg	0.29	0.52 0.59 0.58	0.53 0.59 0.59	0.52 0.60 0.59	0.57 0.61 0.62
g	0.35	0.54 0.55 0.56	0.55 0.55 0.57	0.53 0.56 0.56	0.56 0.58 0.59

Podemos concluir que aumentos en el nivel medio del ratio de composición Φ , supo-

¹⁴Se continúa utilizando $\lambda = 0:61$, pese a que el valor $\lambda = 0:96$ permite reproducir mejor $\text{corr}(y; \hat{A})$, porque aquél es el valor estimado para el total de consumo corriente no militar, consistente con el valor $\lambda = (Cg + Ig)/G = 0:13$ calibrado como caso de referencia. Si se empleara sólo el consumo productivo, el valor λ resultante se vería notablemente reducido.

nen:

1. Una disminución del carácter procíclico de la inversión pública (disminuye el valor de $\text{corr}(y; ig_t)$). Recordemos que las desviaciones de la inversión pública vienen dadas por la expresión $ig_t = Ig_{ss}^{-1} [(1 - \bar{\Phi}) \bar{\Gamma} Y_{ss} (y_t + \sigma_t) - \bar{\Phi} \bar{\Gamma} Y_{ss} \bar{A}_t]$; por lo que los incrementos de inversión procederán de aumentos en el gasto total (en el producto agregado o en el tamaño del gasto), o negativas del ratio de composición. Recordamos también que la primera de estas tres posibles fuentes de perturbación, la tecnológica, la principal responsable de que la inversión pública sea procíclica. Como incrementos en $\bar{\Phi}$ implican disminuciones en la elasticidad de la inversión pública respecto de la tecnología (disminuye $\partial ig_t / \partial y_t$), cae la magnitud de $\text{corr}(y; ig_t)$.
2. Como consecuencia de lo anterior, disminuye la correlación contemporánea entre la inversión privada y la pública, cuyo signo positivo procedía fundamentalmente de que ambos tipos de inversión son, individualmente, procíclicos (ver apartado donde se analiza el caso de referencia).
3. También aumenta la magnitud de la volatilidad del producto agregado y la inversión privada. Ello se debe a que, cuanto mayor es el valor medio del ratio de composición, mayor es la magnitud del efecto instantáneo de desviaciones en Φ sobre el producto, a través de las infraestructuras efectivas ($\partial y_t / \partial \bar{A}_t = \sigma_t \bar{\Gamma} \bar{\Phi}$). También aumenta el efecto de $\bar{A}_t > 0$ sobre el producto marginal del capital privado, y consiguientemente sobre la inversión privada vía sustitución intertemporal del consumo privado (aumenta $\partial ip_t / \partial \bar{A}_t$, ver condiciones de estabilidad).

250CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

4.4.2.6 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ANTE CAMBIOS EN EL NIVEL MEDIO DE Γ . De nuevo, analizamos en qué medida resultan afectados los estadísticos para las variables simuladas cuando alteramos algún parámetro del caso de referencia. En este caso, se trata del tamaño del gasto público sobre la demanda agregada, Γ .

Estadístico	Datos	$\Gamma = 0:1$	$\Gamma = 0:2$	$\Gamma = 0:3$
		M1 M2 M3	M1 M2 M3	M1 M2 M3
Volatilidad				
y	2.11	2.06 2.06 1.98	2.00 2.02 1.99	1.99 1.99 1.94
ip	6.50	5.8 5.8 5.8	5.5 5.5 5.4	5.3 5.3 5.2
Volat. Rel.				
c	0.60	0.66 0.66 0.64	0.65 0.64 0.63	0.65 0.64 0.63
ip	3.08	2.84 2.87 2.94	2.75 2.77 2.81	2.68 2.69 2.73
ig	2.44	2.06 2.05 2.14	2.10 2.08 2.13	2.11 2.10 2.15
cg	1.04	1.45 1.46 1.45	1.46 1.47 1.45	1.46 1.48 1.47
g	1.02	1.37 1.37 1.36	1.37 1.37 1.36	1.37 1.38 1.37
corr($v_t; y_t$)				
c	0.92	0.85 0.85 0.84	0.82 0.82 0.81	0.79 0.78 0.77
ip	0.94	0.89 0.90 0.90	0.88 0.89 0.89	0.84 0.85 0.85
ig	0.55	0.45 0.36 0.35	0.42 0.36 0.34	0.42 0.35 0.33
cg	0.47	0.72 0.74 0.75	0.70 0.74 0.74	0.70 0.72 0.74
g	0.56	0.74 0.74 0.74	0.73 0.74 0.74	0.72 0.72 0.73
Á	0.20	0.06 0.16 0.16	0.07 0.16 0.16	0.06 0.16 0.17
		(.11)(.12)(.11)	(.12)(.12)(.12)	(.13)(.11)(.12)
corr($v_t; ip_t$)				
ig	0.38	0.31 0.23 0.22	0.23 0.16 0.14	0.16 0.06 0.05
		(.09)(.10)(.10)	(.10)(.10)(.10)	(.12)(.11)(.11)
cg	0.29	0.56 0.61 0.62	0.47 0.52 0.53	0.33 0.38 0.41
g	0.35	0.58 0.59 0.59	0.47 0.48 0.49	0.33 0.34 0.36

Podemos observar cómo aumentos en el tamaño medio del gasto público implican:

1. Reducciones en la volatilidad de las demandas privadas de consumo e inversión. El origen de ello está en la disminución de la disposición del agente a la sustitución intertemporal de su consumo ante cualquier perturbación que desvíe al sistema

de su equilibrio, tal y como vimos en el análisis de las condiciones de estabilidad del modelo. Ello implica que disminuye la respuesta de la inversión privada ante cualquier perturbación.

2. También disminuye la volatilidad absoluta de las variables de gasto público, aunque aumenta en términos relativos del producto. La reducción en la volatilidad absoluta de las variables de gasto público deriva de su formulación como porcentaje del producto junto con la reducción de la respuesta de éste ante una perturbación exógena (disminuye la volatilidad de la inversión privada, y por tanto, el capital privado y la producción, como consecuencia de lo expuesto en el primer punto).
3. Como consecuencia de los dos puntos anteriores, disminuye la volatilidad del producto agregado. Este resultado implicaría que el tamaño del gasto puede ejercer un papel positivo en términos de estabilización del ciclo económico.
4. A causa de la disminución en la respuesta de la inversión privada ante cualquier perturbación del sistema, también cae la correlación contemporánea de la inversión privada con el gasto público y sus componentes (especialmente para la inversión gubernamental). Esto, junto con la caída en la volatilidad de la inversión privada implica una disminución del efecto crowding-in contemporáneo del consumo público sobre la acumulación de capital privado.

Finn (1998), por su parte, señala como principal resultado el aumento en el carácter procíclico de las componentes del gasto público cuando aumenta su tamaño en términos de producto. En nuestro modelo, en cambio, la magnitud de la correlación contemporánea con la producción apenas varía con Γ .

252CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

4.4.2.7 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ANTE CAMBIOS EN EL NIVEL MEDIO DE Υ . Como en los casos previos, comenzamos plasmando los estadísticos correspondientes a las simulaciones para los distintos valores considerados del parámetro de política ...scal.

Estadístico	Datos	$\Upsilon = 0:28$			$\Upsilon = 0:4$		
		M1	M2	M3	M1	M2	M3
Volatilidad							
y	2.11	2.06	2.04	2.00	2.09	2.09	2.06
ip	6.50	5.7	5.7	5.7	6.3	6.5	6.6
Volat. Rel.							
c	0.60	0.66	0.65	0.64	0.70	0.68	0.66
ip	3.08	2.80	2.84	2.87	3.07	3.14	3.24
ig	2.44	2.04	2.07	2.10	2.01	2.01	1.97
cg	1.04	1.45	1.46	1.43	1.43	1.46	1.46
g	1.02	1.35	1.37	1.35	1.34	1.36	1.34
corr($v_t; y_t$)							
c	0.92	0.85	0.84	0.84	0.87	0.87	0.85
ip	0.94	0.89	0.90	0.90	0.87	0.88	0.88
ig	0.55	0.43	0.36	0.36	0.44	0.35	0.29
cg	0.47	0.71	0.74	0.75	0.71	0.75	0.78
g	0.56	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.75
Á	0.20	0.08	0.16	0.16	0.07	0.20	0.28
		(.12)	(.12)	(.12)	(.12)	(.12)	(.12)
corr($v_t; ip_t$)							
ig	0.38	0.29	0.20	0.21	0.29	0.17	0.12
		(.11)	(.11)	(.11)	(.10)	(.11)	(.11)
cg	0.29	0.55	0.59	0.60	0.54	0.58	0.62
g	0.35	0.55	0.56	0.57	0.54	0.54	0.57

Cuando se produce un aumento en la presión ...scal media:

1. Aumenta la volatilidad de las demandas privadas de consumo e inversión. Ello se debe a que una mayor presión ...scal (supuesto que el tamaño del gasto no varía) se traduce en una mayor disposición del consumidor a la sustitución intertemporal del

consumo ante una perturbación exógena en el sistema (ver análisis de condiciones de estabilidad). Por tanto, hay una mayor respuesta de la inversión para un mismo tamaño de las perturbaciones, lo que supone un aumento en la magnitud de sus desviaciones respecto del valor de eed.

2. Bajo el supuesto de perturbaciones parcial o totalmente correlacionadas, aumenta la magnitud de $\text{corr}(y; \dot{A})$ y disminuye $\text{corr}(ip; ig)$. Cabe intuir que el motivo es el mismo que el expuesto en el apartado 1: con Υ aumenta la respuesta instantánea de la inversión a cambios en \dot{A} , motivando mayores expansiones del producto si $\dot{A}_t > 0$ (y con ello, subidas en $\text{corr}(y; \dot{A})$) y mayores contracciones si $\dot{A}_t < 0$ (derivando en una menor $\text{corr}(ip; ig)$).

4.5 CONCLUSIONES

En este capítulo hemos analizado los efectos reales de cambios en las variables de política pública, fundamentalmente el ratio que determina el reparto del gasto público entre consumo e inversión.

En relación al análisis de carácter determinista realizado concluimos que:

1. El modelo de infraestructuras efectivas permite matizar los resultados de trabajos previos respecto de los efectos macroeconómicos de un incremento en la inversión pública. Si este incremento se produce a costa de una contracción del consumo público necesario para la explotación y mantenimiento de las infraestructuras públicas, pueden producirse pérdidas de bienestar y caídas de la producción agregada los primeros periodos. Estos efectos negativos proceden, en el contexto del modelo, de la pérdida de eficiencia en el uso de las infraestructuras públicas disponibles que genera la reducción del consumo público.
2. Una política de redistribución del gasto público a favor de la inversión y en detrimento del consumo es menos conveniente, en términos de bienestar, cuanto mayor sea: a) la proporción del gasto dedicada inicialmente a inversión y, b) mayor sea el carácter complementario del consumo público sobre las infraestructuras. Estos resultados son consistentes con cierta evidencia empírica de trabajos previos. En línea con el primer resultado, Devarajan y otros (1996) y de la Fuente (1997) encuentran efectos expansivos nulos para incrementos en la inversión pública cuando su volumen (en términos relativos sobre el gasto público o el producto agregado) es muy elevado. En relación al segundo resultado, Hulten (1996) encuentra que los diferenciales de crecimiento para un conjunto de países en desarrollo se explican, fundamentalmente, a partir de diferencias en el grado de eficiencia con que utilizan sus infraestructuras.
3. Supuesta una reducción permanente del ratio de composición del gasto público (reducción del consumo público en favor de la inversión), el modelo predice pérdidas de bienestar en el corto plazo (por la pérdida de capital público efectivo) y ganancias en el largo (por la mayor acumulación de capital público físico). Para el

254CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

rango de valores paramétricos obtenidos en la economía americana, las pérdidas de bienestar durante la transición al nuevo estado estacionario son de una magnitud suficiente para anular, en el cómputo intertemporal, las ganancias de bienestar del largo plazo.

En relación al análisis estocástico, destacamos los siguientes resultados:

1. La generalización del modelo estándar de ciclo real mediante la modelización de infraestructuras efectivas permite reproducir el signo positivo para la correlación contemporánea entre la producción agregada y el ratio de composición del gasto público, encontrado en los datos americanos y no analizado en estudios previos.
2. La modelización del vector de perturbaciones exógenas que permite reproducir mejor la magnitud del estadístico de correlación entre producción y la composición es aquella en la que se incorpora correlación contemporánea entre las perturbaciones ...scales y de tecnología.
3. El modelo predice una correlación contemporánea con el producto superior para la componente de consumo público que para la componente de inversión pública. Ello se debe al carácter instantáneo del efecto expansivo del primero mientras que el efecto de la inversión pública sobre el producto se produce con cierto retardo, conforme se acumula el stock de infraestructuras. Por contra, las correlaciones desfasadas con el producto son fuertemente decrecientes para la componente de consumo público y muy persistentes para la inversión pública.
4. En el modelo de infraestructuras efectivas, la correlación positiva entre el producto agregado y el ratio de composición del gasto público se deriva de efectos directos e indirectos sobre el producto generados por perturbaciones en la composición: los directos se producen a través de las infraestructuras efectivas, productivas en sí mismas; los indirectos proceden del incentivo sobre la inversión privada que generan cambios en las infraestructuras efectivas a través del producto marginal del capital privado. Ambos efectos aumentan con el parámetro que representa el efecto e...ciencia del consumo público.
5. Cuando se supone que el consumo público ejerce un efecto e...ciencia positivo, la volatilidad del producto agregado y la inversión privada aumentan con el valor medio del ratio de composición (proporción de gasto público dedicada a consumo público) en torno al cual fluctúa la economía. Ello se debe a que aumentan tanto el efecto productivo directo de perturbaciones en la composición (vía infraestructuras efectivas) como el indirecto sobre el producto marginal del capital privado.

Desde una perspectiva normativa analizaremos los valores óptimos para los parámetros que definen el vector de procesos estocásticos exógenos. Analizaremos el nivel medio de largo plazo óptimo para la composición del gasto público, teniendo en cuenta la existencia de costes de bienestar en la transición entre los estados estacionarios anterior y posterior a la hipotética reforma. También analizaremos la respuesta óptima de la composición del gasto ante perturbaciones tecnológicas y/o de tamaño del sector público.

4.6 APÉNDICES

4.6.1 METODOLOGÍA DE RESOLUCIÓN DE MODELOS DINÁMICOS ESTOCÁSTICOS DE EXPECTATIVAS RACIONALES

El modelo dinámico propuesto en la tesis implica condiciones de optimalidad no lineales y con expectativas, que impiden la obtención de soluciones analíticas. Por ello, es necesario utilizar métodos numéricos de resolución que permitan obtener series temporales de las variables endógenas. Estas series temporales deben satisfacer las condiciones de optimalidad y las restricciones del modelo, para los valores paramétricos elegidos y las realizaciones estocásticas de las perturbaciones exógenas (tecnológica y de variables ...scales).

El método de resolución¹⁵ utilizado en la tesis se basa en Blanchard y Kahn (1980) y especialmente en Sims (1990), en su versión 'backsolving'. La característica fundamental frente a otras metodologías de resolución es que cada esperanza condicional se considera una variable adicional que es necesario resolver. Cada esperanza se sustituye por su valor realizado más un término, que se interpreta como el error de expectativas. El error de previsión debe tener estructura de ruido blanco y estar incorrelado con el conjunto de información de...nido por la esperanza condicional.

La metodología implica resolver las siguientes etapas:

1. Obtener las condiciones de primer orden del problema (ver apéndice 4.6.2) y re...nir cada expectativa condicional como su valor realizado más un error de expectativas.
2. Cálculo del estado estacionario determinista (eed) y linealización del sistema de ecuaciones de primer orden (condición de Euler, función de producción, restricción de recursos, leyes de movimiento de los capitales y de los procesos estocásticos exógenos) en torno a este eed¹⁶, de donde se obtiene una forma autorregresiva para el sistema

$$\Psi_0 \tilde{u}_{t+1} = \Psi_1 \tilde{u}_t + \Psi_2 \epsilon_{t+1} \quad \tilde{u}_{t+1} = \Psi_0^{-1} (\Psi_1 \tilde{u}_t + \Psi_2 \epsilon_{t+1})$$

donde \tilde{u}_{t+1} es un vector que contiene las variables de estado (endógenas y exógenas) y la variable de control del problema en desviaciones respecto de su valor de estado estacionario determinista [$\tilde{u}_{t+1} = [k_{t+1}; g_{t+1}; z_{t+1}; \hat{A}_{t+1}; \hat{\theta}_{t+1}; \hat{\zeta}_{t+1}; \hat{i}_{t+1}]'$]; siendo $\tilde{u}_t = \ln(U_t - U_{ss})$ y $U = f[K; p; K; g; Z; \Phi; \Gamma; \Upsilon]$ y ϵ_{t+1} es el vector de los errores de expectativas.

3. Análisis de la estabilidad del sistema y cálculo de la condición de estabilidad: Se calculan los autovalores inestables, cuyos autovectores asociados permiten obtener

¹⁵Para una revisión exhaustiva del procedimiento, consultar los trabajos de Domínguez, E. (1995) o Pérez García, J. (1999).

¹⁶En la tesis se realiza una linealización logarítmica, como se propone en Pérez García, J. (1999).

las condiciones de estabilidad que deben imponerse para que el equilibrio competitivo sea estable. Estas condiciones caracterizan los subespacios de convergencia hacia el estado estacionario y garantizan el cumplimiento de las condiciones de transversalidad del modelo.

Nuestro modelo cuenta con una sólo condición de estabilidad, lo que garantiza una solución única del modelo. Llamando λ al autovector asociado al autovalor inestable, con tantas componentes como variables contiene el vector $\tilde{u}_{t+1} [\lambda = \lambda_1; \lambda_2; \lambda_3; \dots; \lambda_7]$, la condición de estabilidad se formula como:

$$\lambda \cdot \tilde{u}_{t+1} = 0;$$

Luego:

$$0 = \lambda_1 \cdot k_{p,t} + \lambda_2 \cdot k_{g,t} + \lambda_3 \cdot z_{t+1} + \dots + \lambda_7 \cdot i_{p,t+1} \quad (4.3)$$

Podemos obtener la solución competitiva globalmente estable para la variable de control ($i_{p,t+1}$) a partir de la expresión (4.3):

$$i_{p,t+1} = -\frac{1}{\lambda_7} \cdot [\lambda_1 \cdot k_{p,t} + \dots + \lambda_6 \cdot z_{t+1}]$$

por lo que la elasticidad de la inversión privada respecto de las variables de estado viene dada por:

$$\epsilon_{i_{p,t+1}; u_i} = \frac{\partial i_{p,t+1}}{\partial u_i} = -\frac{\lambda_i}{\lambda_7}; \quad i = 1; 2; \dots; 6$$

Y a partir de la ley de evolución del stock de capital:

$$k_{p,t+1} = I_{p,t+1} + (1 - \delta_k) \cdot k_{p,t} \quad k_{p,t} = K_{p,ss}^{1-\mu} \cdot I_{p,ss} \cdot i_{p,t} + (1 - \delta_k) \cdot k_{p,t-1}$$

$$k_{p,t+1} = (1 - \delta_k) \cdot k_{p,t} + \frac{1}{7} \cdot k_{p,t} + \delta_k \cdot \frac{2}{7} \cdot k_{g,t} + \dots + \delta_k \cdot \frac{6}{7} \cdot z_{t+1}$$

la elasticidad del capital privado respecto de las variables de estado queda:

$$\epsilon_{k_{p,t+1}; k_{p,t}} = \frac{\partial k_{p,t+1}}{\partial k_{p,t}} = 1 - \delta_k + \delta_k \cdot \frac{1}{7}$$

$$\epsilon_{k_{p,t+1}; v_i} = \delta_k \cdot \frac{\lambda_i}{7}; \quad \text{con } i = 2; 3; \dots; 6$$

4.6.2 APROXIMACIÓN LOG-LINEAL DEL MODELO Y CONDICIONES DE ESTABILIDAD PARA LA SIMULACIÓN

4.6.2.1 Formulación

Consumidor

$$\max_{C_t; K_t^s} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^{-t} \cdot \frac{C_t^{1-\frac{3}{4}} \cdot (1 - \delta_k)^{\frac{3}{4}}}{1 - \frac{3}{4}}$$

s.a.

$$C_t + K p_t^s (1 - \alpha_k) \leq K p_{t-1}^s = (1 - \gamma_t) \left[w_t N_t^s + r_t K p_{t-1}^s \right] + T R_t$$

$$N_t^s = 1$$

$$K p_{t-1}; \text{ dado}$$

$$f \gamma_t; T R_t g_{t=0}^1; \text{ dados}$$

Empresa

$$\max_{K p_{t-1}^d; N_t^d} Y_t (1 - w_t) N_t^d (1 - r_t) K p_{t-1}^d$$

s.a.

$$Y_t = Z_t \left[N_t^1 \right]^\alpha \left[K p_{t-1} \right]^\beta e^{-\rho_t} \left[K g_{t-1} \right]^\gamma$$

$$f K g_{t-1}; \Phi_t g_{t=1}^1; \text{ dados}; f K p_{t-1}; K g_{t-1} g; \text{ dados}$$

$$\ln Z_t = (1 - \frac{1}{2}) \ln \bar{Z} + \frac{1}{2} \ln Z_{t-1} + \epsilon_t^Z$$

Gobierno

Gasto Público:

$$I g_t + C g_t = G_t = \Gamma_t \leq Y_t$$

Presupuesto:

$$G_t + T R_t = T_t$$

Impuestos:

$$T_t = \gamma_t \left[w_t N_t + r_t K p_{t-1} \right]$$

Inversión:

$$I g_t = (1 - \Phi_t) \leq G_t$$

Consumo:

$$C g_t = \Phi_t \leq G_t$$

Stock capital:

$$K g_t = I g_t + (1 - \alpha_g) K g_{t-1}$$

Procesos estocásticos exógenos:

$$\ln v_t = (1 - \frac{1}{2}) \ln \bar{v} + \frac{1}{2} \ln v_{t-1} + \epsilon_t^v$$

$$v_t = f \gamma_t; \Gamma_t; \Phi_t g$$

258CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

4.6.2.4 Optimización

Consumidor $L = \sum_{t=0}^{\infty} E_0^{-t} \left[\frac{C_t^{1-\alpha}}{1-\alpha} + \beta \left(C_t + K p_t^s \right) (1-\delta_k) + \beta K p_{t+1}^s (1-\delta_r) + w_t + r_t K p_{t+1}^s \right] + TR_t$
 C.P.O.:

$$\frac{\partial L}{\partial C_t} = 0 \Rightarrow C_t^{-\alpha} = \lambda_t$$

$$\frac{\partial L}{\partial K p_t^s} = 0 \Rightarrow \lambda_t = E_0^{-1} \left[\lambda_{t+1} (1-\delta_k + (1-\delta_r) r_{t+1}) \right]$$

$$\frac{\partial L}{\partial w_t} = 0 \Rightarrow C_t + K p_t^s (1-\delta_k) + \beta K p_{t+1}^s = (1-\delta_r) r_t + w_t + r_t K p_{t+1}^s + TR_t$$

Empresa $L = \sum_{t=0}^{\infty} E_0^{-t} \left[\ln Y_t + \beta \left(K p_{t+1}^d + e^{-\delta_g} K g_{t+1} \right) + w_t N_t^d + r_t K p_{t+1}^d \right]$

$$\frac{\partial L}{\partial K p_{t+1}^d} = 0 \Rightarrow \beta Y_t = r_t$$

$$\frac{\partial L}{\partial N_t^d} = 0 \Rightarrow (1-\delta_g) Y_t = w_t$$

Restricciones de Recursos

$$K p_{t+1}^s = K p_{t+1}^d$$

$$N_t^s = N_t^d = 1$$

$$C_t + K p_t (1-\delta_k) + K p_{t+1} + G_t = Y_t$$

Leyes de evolución de los capitales

$$K p_t = I p_t + (1-\delta_k) K p_{t-1}$$

$$K g_t = I g_t + (1-\delta_g) K g_{t-1}$$

Leyes de evolución de los procesos exógenos

$$\ln v_t = (1-\frac{1}{2}) \ln \bar{v} + \frac{1}{2} \ln v_{t-1} + \epsilon_t^v$$

$$v_t = f(Z_t; \Phi_t; \Gamma_t; \Upsilon_t) g$$

4.6.2.3 Resolución (Sims log-linealizado):

Condiciones de primer orden:

$$C_t^{\frac{1}{\sigma}} = \beta E_t C_{t+1}^{\frac{1}{\sigma}} R_{t+1}^N$$

$$R_{t+1}^N = 1 + \delta_k + (1 - \gamma_{t+1}) \frac{Y_{t+1}}{K_t}$$

$$Y_t = Z_t K_{t-1}^{\alpha} e^{-\delta_t} K_{g,t-1}^{\alpha_g}$$

$$K_t = I_t + (1 - \delta_k) K_{t-1}$$

$$K_{g,t} = (1 - \Phi_t) \Gamma_t Y_t + (1 - \delta_g) K_{g,t-1}$$

$$C_t = (1 - \Gamma_t) Y_t - I_t$$

$$\ln v_t = (1 - \frac{1}{\sigma}) \ln \bar{v} + \frac{1}{\sigma} \ln v_{t-1} + \frac{1}{\sigma} \ln v_t^*$$

$$v_t = f(Z_t; \gamma_t; \Gamma_t; \Phi_t) g$$

Linealización logarítmica C.P.O.: Usamos la propiedad:

$$x_t = \ln \left(\frac{X_t}{X_{ss}} \right) \quad X_t = X_{ss} e^{x_t} \quad X_t = X_{ss} (1 + x_t)$$

junto con:

$$x_t - y_t = 0$$

1. Condición de equilibrio intertemporal:

$$\frac{1}{\sigma} = E_0 C_{ss}^{\frac{1}{\sigma}} R_{ss}^N (1 + \frac{1}{\sigma} (C_t - C_{t+1}))^{\sigma}$$

Teniendo en cuenta que:

$$R_{ss}^N = \frac{1}{\sigma}$$

obtenemos:

$$E_0 C_{ss}^{\frac{1}{\sigma}} (C_t - C_{t+1}) + r_{t+1}^n = 0$$

260CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

2. Tipo de interés neto:

$$r_t^n = (R_{SS}^N)^{i-1} (1 - \bar{\gamma}) \left(\frac{Y_{SS}}{Kp_{SS}} (y_t - kp_{t-1}) + \frac{Y_{SS}}{Kp_{SS}} \bar{\gamma} \dot{\lambda}_t \right)$$

3. Función de producción:

$$Y_t = G(\cdot) = \bar{Z} Kp_{SS}^{\alpha} e^{\beta \bar{A}_t} K g_{SS}^{1-\alpha} e^{(\alpha \beta kp_{t-1} + \alpha \beta kg_{t-1} + \alpha \beta \bar{A}_t)}$$

A partir de la aproximación de Taylor:

$$Y_t \approx G(\cdot)_{SS} + \frac{\partial G(\cdot)}{\partial Z_t} C_{SS} \dot{Z}_t + \frac{\partial G(\cdot)}{\partial kp_{t-1}} C_{SS} \dot{kp}_{t-1} + \frac{\partial G(\cdot)}{\partial kg_{t-1}} C_{SS} \dot{kg}_{t-1} + \dots + \frac{\partial G(\cdot)}{\partial \bar{A}_t} C_{SS} \dot{\bar{A}}_t$$

obtenemos:

$$y_t = z_t + \alpha \dot{kp}_{t-1} + \alpha \dot{kg}_{t-1} + \alpha \dot{\bar{A}}_t$$

Para resolver el sistema según el método de Sims:

$$\Psi_0 \dot{\tilde{u}}_{t+1} = \Psi_1 \dot{\tilde{u}}_t + \Psi_2 \dot{\tilde{r}}_{t+1} \quad \tilde{u}_{t+1} = \Psi_0^{-1} \Psi_1 \dot{\tilde{u}}_t + \Psi_0^{-1} \Psi_2 \dot{\tilde{r}}_{t+1}$$

donde:

$$\tilde{u}_{t+1} = \begin{pmatrix} \dot{kp}_t; \dot{kg}_t; \dot{z}_{t+1}; \dot{\bar{A}}_{t+1}; \dot{\lambda}_{t+1}; \dot{ip}_{t+1} \end{pmatrix}^a$$

es el vector de variables de estado y control en desviaciones logarítmicas respecto de su valor de estado estacionario (según se definió en la sección previa).

A partir de las condiciones de primer orden linealizadas obtenemos las matrices de la formulación autorregresiva del sistema:

$$\Psi_{01} : \begin{matrix} h & & i \\ \frac{\partial(1)}{\partial kp_t} C_{SS}; \frac{\partial(1)}{\partial kg_t} C_{SS}; \frac{\partial(1)}{\partial z_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(1)}{\partial \bar{A}_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(1)}{\partial \lambda_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(1)}{\partial ip_{t+1}} C_{SS} \end{matrix}$$

$$\frac{\partial(1)}{\partial kp_t} C_{SS} = \alpha \dot{Y}_{SS} \left((1 - \bar{\gamma}) \left(\frac{\alpha}{Kp_{SS}} R_{SS}^{i-1} + \frac{1}{4} C_{SS}^{i-1} (1 - \bar{\gamma}) \right) \right)_i$$

$$\frac{\partial(1)}{\partial kg_t} C_{SS} = \alpha \dot{Y}_{SS} \left((1 - \bar{\gamma}) \left(\frac{\alpha}{Kp_{SS}} R_{SS}^{i-1} + \frac{1}{4} C_{SS}^{i-1} (1 - \bar{\gamma}) \right) \right)_i$$

$$\frac{\partial(1)}{\partial z_{t+1}} C_{SS} = Y_{SS} \left((1 - \bar{\gamma}) \left(\frac{\alpha}{Kp_{SS}} R_{SS}^{i-1} + \frac{1}{4} C_{SS}^{i-1} (1 - \bar{\gamma}) \right) \right)_i$$

$$\frac{\partial(1)}{\partial \bar{A}_{t+1}} C_{SS} = Y_{SS} \left(\alpha \dot{\bar{A}}_t + \bar{\gamma} \left((1 - \bar{\gamma}) \left(\frac{\alpha}{Kp_{SS}} R_{SS}^{i-1} + \frac{1}{4} C_{SS}^{i-1} (1 - \bar{\gamma}) \right) \right) \right)_i$$

$$\frac{\partial(1)}{\partial \lambda_{t+1}} C_{SS} = \frac{1}{4} C_{SS}^{i-1} \bar{\gamma} \dot{Y}_{SS}$$

$$\frac{\partial(1)}{\partial ip_{t+1}} C_{SS} = (1 - \bar{\gamma}) \left(\frac{Y_{SS}}{Kp_{SS}} R_{SS}^{i-1} \right)_i$$

$$\frac{\partial(1)}{\partial ip_{t+1}} C_{SS} = \frac{1}{4} C_{SS}^{i-1} \dot{ip}_{SS}$$

$$\Psi_{02} : \begin{matrix} h & & & & & & & & i \\ \frac{\partial(2)}{\partial k_{pt}} C_{SS}; \frac{\partial(2)}{\partial kg_t} C_{SS}; \frac{\partial(2)}{\partial z_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(2)}{\partial A_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(2)}{\partial \sigma_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(2)}{\partial \dot{z}_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(2)}{\partial ip_{t+1}} C_{SS} \\ [Kp_{SS}; 0; 0; 0; 0; 0; 0] \end{matrix}$$

$$\Psi_{03} : \begin{matrix} h & & & & & & & & i \\ \frac{\partial(3)}{\partial k_{pt}} C_{SS}; \frac{\partial(3)}{\partial kg_t} C_{SS}; \frac{\partial(3)}{\partial z_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(3)}{\partial A_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(3)}{\partial \sigma_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(3)}{\partial \dot{z}_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(3)}{\partial ip_{t+1}} C_{SS} \\ [0; Kg_{SS}; 0; 0; 0; 0; 0] \end{matrix}$$

$$\Psi_{04} : \begin{matrix} h & & & & & & & & i \\ \frac{\partial(4)}{\partial k_{pt}} C_{SS}; \frac{\partial(4)}{\partial kg_t} C_{SS}; \frac{\partial(4)}{\partial z_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(4)}{\partial A_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(4)}{\partial \sigma_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(4)}{\partial \dot{z}_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(4)}{\partial ip_{t+1}} C_{SS} \\ [0; 0; 1; 0; 0; 0; 0] \end{matrix}$$

$$\Psi_{05} : \begin{matrix} h & & & & & & & & i \\ \frac{\partial(5)}{\partial k_{pt}} C_{SS}; \frac{\partial(5)}{\partial kg_t} C_{SS}; \frac{\partial(5)}{\partial z_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(5)}{\partial A_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(5)}{\partial \sigma_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(5)}{\partial \dot{z}_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(5)}{\partial ip_{t+1}} C_{SS} \\ [0; 0; 0; 1; 0; 0; 0] \end{matrix}$$

$$\Psi_{06} : \begin{matrix} h & & & & & & & & i \\ \frac{\partial(6)}{\partial k_{pt}} C_{SS}; \frac{\partial(6)}{\partial kg_t} C_{SS}; \frac{\partial(6)}{\partial z_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(6)}{\partial A_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(6)}{\partial \sigma_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(6)}{\partial \dot{z}_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(6)}{\partial ip_{t+1}} C_{SS} \\ [0; 0; 0; 0; 1; 0; 0] \end{matrix}$$

$$\Psi_{07} : \begin{matrix} h & & & & & & & & i \\ \frac{\partial(7)}{\partial k_{pt}} C_{SS}; \frac{\partial(7)}{\partial kg_t} C_{SS}; \frac{\partial(7)}{\partial z_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(7)}{\partial A_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(7)}{\partial \sigma_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(7)}{\partial \dot{z}_{t+1}} C_{SS}; \frac{\partial(7)}{\partial ip_{t+1}} C_{SS} \\ [0; 0; 0; 0; 0; 1; 0] \end{matrix}$$

$$\Psi_{11} : \begin{matrix} h & & & & & & & & i \\ \frac{\partial(1)}{\partial k_{pt_{t-1}}} C_{SS}; \frac{\partial(1)}{\partial kg_{t_{t-1}}} C_{SS}; \frac{\partial(1)}{\partial z_t} C_{SS}; \frac{\partial(1)}{\partial A_t} C_{SS}; \frac{\partial(1)}{\partial \sigma_t} C_{SS}; \frac{\partial(1)}{\partial \dot{z}_t} C_{SS}; \frac{\partial(1)}{\partial ip_t} C_{SS} \\ \frac{\partial(1)}{\partial k_{pt_{t-1}}} C_{SS} = j \frac{3}{4} \zeta C_{SS}^{-1} \zeta (1 \ j \ \bar{\Gamma}) \zeta \otimes \zeta Y_{SS} \\ \frac{\partial(1)}{\partial kg_{t_{t-1}}} C_{SS} = j \frac{3}{4} \zeta C_{SS}^{-1} \zeta (1 \ j \ \bar{\Gamma}) \zeta \otimes g \zeta Y_{SS} \\ \frac{\partial(1)}{\partial z_t} C_{SS} = j \frac{3}{4} \zeta C_{SS}^{-1} \zeta (1 \ j \ \bar{\Gamma}) \zeta Y_{SS} \\ \frac{\partial(1)}{\partial A_t} C_{SS} = j \frac{3}{4} \zeta C_{SS}^{-1} \zeta (1 \ j \ \bar{\Gamma}) \zeta \otimes g \zeta \zeta \bar{\Phi} \zeta Y_{SS} \\ \frac{\partial(1)}{\partial \sigma_t} C_{SS} = \frac{3}{4} \zeta C_{SS}^{-1} \zeta \bar{\Gamma} \zeta Y_{SS} \\ \frac{\partial(1)}{\partial \dot{z}_t} C_{SS} = 0 \\ \frac{\partial(1)}{\partial ip_t} C_{SS} = \frac{3}{4} \zeta C_{SS}^{-1} \zeta Ip_{SS} \end{matrix}$$

$$\Psi_{12} : \begin{matrix} h & & & & & & & & i \\ \frac{\partial(2)}{\partial k_{pt_{t-1}}} C_{SS}; \frac{\partial(2)}{\partial kg_{t_{t-1}}} C_{SS}; \frac{\partial(2)}{\partial z_t} C_{SS}; \frac{\partial(2)}{\partial A_t} C_{SS}; \frac{\partial(2)}{\partial \sigma_t} C_{SS}; \frac{\partial(2)}{\partial \dot{z}_t} C_{SS}; \frac{\partial(2)}{\partial ip_t} C_{SS} \\ [Kp_{SS} \zeta (1 \ j \ \pm_k); 0; 0; 0; 0; 0; Ip_{SS}] \end{matrix}$$

$$\Psi_{13} : \begin{matrix} h & & & & & & & & i \\ \frac{\partial(3)}{\partial k_{pt_{t-1}}} C_{SS}; \frac{\partial(3)}{\partial kg_{t_{t-1}}} C_{SS}; \frac{\partial(3)}{\partial z_t} C_{SS}; \frac{\partial(3)}{\partial A_t} C_{SS}; \frac{\partial(3)}{\partial \sigma_t} C_{SS}; \frac{\partial(3)}{\partial \dot{z}_t} C_{SS}; \frac{\partial(3)}{\partial ip_t} C_{SS} \\ \frac{\partial(3)}{\partial k_{pt_{t-1}}} C_{SS} = (1 \ j \ \bar{\Phi}) \zeta \bar{\Gamma} \zeta Y_{SS} \zeta \otimes \\ \frac{\partial(3)}{\partial kg_{t_{t-1}}} C_{SS} = (1 \ j \ \bar{\Phi}) \zeta \bar{\Gamma} \zeta Y_{SS} \zeta \otimes g + (1 \ j \ \pm_g) \zeta Kg_{SS} \\ \frac{\partial(3)}{\partial z_t} C_{SS} = (1 \ j \ \bar{\Phi}) \zeta \bar{\Gamma} \zeta Y_{SS} \\ \frac{\partial(3)}{\partial A_t} C_{SS} = \bar{\Gamma} \zeta Y_{SS} \zeta \bar{\Phi} \zeta (1 \ j \ \bar{\Phi}) \zeta \otimes g \zeta \zeta \alpha \\ \frac{\partial(3)}{\partial \sigma_t} C_{SS} = (1 \ j \ \bar{\Phi}) \zeta \bar{\Gamma} \zeta Y_{SS} \end{matrix}$$

262CAPÍTULO 4 EFECTOS CÍCLICOS DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

$$\frac{\partial(3)}{\partial z_t} C_{SS} = 0$$

$$\frac{\partial(3)}{\partial ip_t} C_{SS} = 0$$

$$\Psi_{14} : \begin{matrix} h & & & & & & & & i \\ \frac{\partial(4)}{\partial kp_{t-1}} C_{SS}; & \frac{\partial(4)}{\partial kg_{t-1}} C_{SS}; & \frac{\partial(4)}{\partial z_t} C_{SS}; & \frac{\partial(4)}{\partial A_t} C_{SS}; & \frac{\partial(4)}{\partial \sigma_t} C_{SS}; & \frac{\partial(4)}{\partial z_t} C_{SS}; & \frac{\partial(4)}{\partial ip_t} C_{SS} \\ [0; 0; \frac{1}{2}; 0; 0; 0; 0] \end{matrix}$$

$$\Psi_{15} : \begin{matrix} h & & & & & & & & i \\ \frac{\partial(5)}{\partial kp_{t-1}} C_{SS}; & \frac{\partial(5)}{\partial kg_{t-1}} C_{SS}; & \frac{\partial(5)}{\partial z_t} C_{SS}; & \frac{\partial(5)}{\partial A_t} C_{SS}; & \frac{\partial(5)}{\partial \sigma_t} C_{SS}; & \frac{\partial(5)}{\partial z_t} C_{SS}; & \frac{\partial(5)}{\partial ip_t} C_{SS} \\ [0; 0; 0; \frac{1}{2}; 0; 0; 0] \end{matrix}$$

$$\Psi_{16} : \begin{matrix} h & & & & & & & & i \\ \frac{\partial(6)}{\partial kp_{t-1}} C_{SS}; & \frac{\partial(6)}{\partial kg_{t-1}} C_{SS}; & \frac{\partial(6)}{\partial z_t} C_{SS}; & \frac{\partial(6)}{\partial A_t} C_{SS}; & \frac{\partial(6)}{\partial \sigma_t} C_{SS}; & \frac{\partial(6)}{\partial z_t} C_{SS}; & \frac{\partial(6)}{\partial ip_t} C_{SS} \\ [0; 0; 0; 0; \frac{1}{2}; 0; 0] \end{matrix}$$

$$\Psi_{17} : \begin{matrix} h & & & & & & & & i \\ \frac{\partial(7)}{\partial kp_{t-1}} C_{SS}; & \frac{\partial(7)}{\partial kg_{t-1}} C_{SS}; & \frac{\partial(7)}{\partial z_t} C_{SS}; & \frac{\partial(7)}{\partial A_t} C_{SS}; & \frac{\partial(7)}{\partial \sigma_t} C_{SS}; & \frac{\partial(7)}{\partial z_t} C_{SS}; & \frac{\partial(7)}{\partial ip_t} C_{SS} \\ [0; 0; 0; 0; 0; \frac{1}{2}; 0] \end{matrix}$$

$$\Psi_2 : \begin{matrix} & 2 & & 3 \\ & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \textcircled{6} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \textcircled{6} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \textcircled{6} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \textcircled{6} & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \textcircled{6} & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \textcircled{6} & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \textcircled{4} & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix}$$

En el caso de que variaciones en el gasto público se financien con impuestos distorsionantes:

$$\gamma_t = \bar{\gamma} + (\Gamma_t - \bar{\Gamma})$$

Se ven alteradas las siguientes ecuaciones:

$$z_t = \bar{\gamma}^{-1} \Gamma \bar{\gamma} \sigma_t$$

$$\Psi_{01} : \frac{\partial(1)}{\partial \sigma_{t+1}} C_{SS} = \frac{1}{4} C_{SS}^{-1} \bar{\Gamma} \sigma_{ss} - R_{SS}^{-1} \bar{\Gamma} \sigma_{ss} \frac{Y_{SS}}{K_{pSS}}$$

En el caso de que las variaciones del tipo impositivo se destinen a incrementos del gasto público:

$$\Gamma_t = \bar{\Gamma} + (\gamma_t - \bar{\gamma})$$

Se ven alteradas las siguientes ecuaciones:

$$\dot{z}_t = \bar{\Gamma}^{-1} \bar{\Upsilon} z_t$$

$$\Psi_{01} : \frac{\partial(1)}{\partial z_{t+1}} c_{ss} = \bar{\Gamma} \bar{\Upsilon} \frac{Y_{ss}}{K p_{ss}} R_{ss}^{-1} \bar{\Gamma}^{-1} \bar{\Upsilon} \bar{Y}$$

$$\Psi_{11} : \frac{\partial(1)}{\partial z_t} c_{ss} = \bar{\Gamma} \bar{\Upsilon} \bar{Y}$$

$$\Psi_{13} : \frac{\partial(3)}{\partial z_t} c_{ss} = (1 \mid \bar{\Phi}) \bar{\Upsilon} \bar{Y}$$

Capítulo 5

COMPOSICIÓN ÓPTIMA DEL GASTO PÚBLICO

5.1 INTRODUCCIÓN

A lo largo del capítulo analizaremos un conjunto de cuestiones normativas de política fiscal, centrándonos en la optimalidad de la composición del gasto y considerando que el tamaño del gasto público y la política impositiva vienen dadas de forma exógena.

Siguiendo a Cassou (1995), utilizamos un enfoque de optimización restringido, en lugar de la optimización global a lo Ramsey (27). La optimización restringida propuesta por Cassou consiste en suponer que el gobierno sólo puede elegir los parámetros correspondientes a la regla exógena que determina la evolución de las variables fiscales, pero manteniendo la estructura estocástica del proceso, por lo general representado mediante un modelo ARIMA. Justificamos este supuesto argumentando que, debido a condicionantes políticos, el gobierno no puede alterar bruscamente en todos los periodos la política fiscal aplicada, sino que ésta debe mantener una cierta estabilidad.

Por tanto, partimos del vector autorregresivo que representa los procesos estocásticos de las perturbaciones exógenas del modelo (tecnología, composición del gasto público, tamaño del gasto público y presión fiscal), ver sección 3.4.3:

$$\ln(\Omega_t) = (1 - \Delta_1) \ln(\bar{\Omega}) + \Delta_1 \ln(\Omega_{t-1}) + \epsilon_t \quad (5.1)$$

donde Δ_1 es una matriz estacionaria (4x4) de parámetros y para el vector de perturbaciones tecnológicas se supone una distribución $N(0; \Sigma)$, siendo Σ una matriz de varianzas y covarianzas llena. $\epsilon_t = [\epsilon_{1t}; \epsilon_{2t}; \epsilon_{3t}; \epsilon_{4t}]'$ es el vector de procesos estocásticos exógenos y $\bar{\Omega} = [\bar{z}; \bar{\Phi}; \bar{\Gamma}; \bar{\Upsilon}]'$ es el vector de los niveles de estado estacionario determinista para las variables (o niveles medios en el largo plazo).

A partir de dicha formulación, en cada uno de los apartados que siguen a continuación se realiza un ejercicio de optimización de alguno de los parámetros que definen la estructura estocástica del modelo. En este sentido, seguiremos el enfoque 'second-best' de Cassou, según el cual suponemos que el gobierno debe ajustarse básicamente a

la estructura ...scal existente y puede cambiar sólo un parámetro ...scal, manteniendo el resto constante. Este autor también plantea un enfoque de 'búsqueda completa' en el que optimiza simultáneamente un vector de parámetros que define la evolución temporal de la política ...scal. No obstante, el enfoque de second-best tiene la ventaja de poder aislar el papel o efecto de cada parámetro en el comportamiento del modelo.

La optimización a la Cassou (1995) es un segundo óptimo y por tanto, metodológicamente hablando inferior al enfoque de Ramsey (1927), la cual realiza una elección no restringida del valor de la variable de política en todo el espacio paramétrico factible. De hecho, la primera extensión propuesta en la tesis consiste en la reproducción del análisis normativo aplicando la metodología de Ramsey. Con todo, la optimización a la Cassou presenta algunas ventajas, entre las que destacamos las siguientes:

1. Su implementación computacional es notablemente más sencilla.
2. Se ajusta más a la realidad modelizar un gobierno que se ve obligado, por condicionantes políticos, a mantener una cierta inercia en la política económica que utiliza.
3. Al imponer estabilidad en la estructura ...scal óptima, carece de problemas de inconsistencia temporal, de los cuales adolece el enfoque Ramsey estándar.
4. Nos provee de condiciones iniciales para la optimización no restringida, pudiendo emplearse como referencia con la que comparar los resultados de esta última.

Cada uno de los parámetros que vamos a optimizar tiene una interpretación muy concreta en términos de política económica, como exponemos seguidamente. En el capítulo analizamos un conjunto de cuestiones normativas desde una doble perspectiva:

1. Optimalidad desde el punto de vista del largo plazo: Obtendremos el coste de bienestar de aplicar políticas de reparto del gasto público subóptimas. Para ello, compararemos la utilidad de estado estacionario de la situación subóptima (mantener la composición actual del gasto) y la óptima (resultante de la aplicación de la regla de oro enunciada en el capítulo 3). Posteriormente, siguiendo el enfoque de Cooley y Hansen (1992) evaluaremos los efectos durante la transición desde la política subóptima a la óptima, y en qué medida dichos efectos alteran las ganancias de bienestar generadas por la aplicación de la regla de oro de reparto del gasto público. En base a los resultados anteriores, comprobaremos si existen ganancias de bienestar no explotadas cuando el gobierno aplica dicha regla, es decir, si es posible mejorar el bienestar agregado aplicando leyes de reparto diferentes.
2. Optimalidad en el corto plazo: En este segundo ejercicio, se optimizarán las matrices Δ_1 (parámetros autorregresivos de las variables de política, que representan la persistencia de los efectos de perturbaciones no anticipadas en la política ...scal) y Σ (matriz de varianzas y covarianzas, que recoge la volatilidad de las variables de política ...scal, así como la correlación cruzada instantánea entre las variables ...scales y la tecnología).

Las principales conclusiones obtenidas en ambos ámbitos pueden resumirse en los siguientes puntos:

1. Composición óptima del gasto público desde una perspectiva de largo plazo. Concluiremos que:
 1. Existen ganancias de bienestar no despreciables si el gobierno optimiza el reparto del gasto público entre sus componentes de consumo e inversión, utilizando para ello la regla de oro definida en el capítulo 3.
 2. Las ganancias de bienestar derivadas de la aplicación de la regla de oro disminuyen si se evalúan los efectos sobre el consumo privado durante la transición desde la composición inicial hasta la composición que maximiza la utilidad de estado estacionario.
 3. El ratio de composición (definido como consumo público sobre gasto público) que maximiza la utilidad descontada durante la transición desde el estado estacionario inicial (definido por la composición actual) hasta el nuevo estado estacionario (resultante de una redistribución del gasto) es más elevado que el ratio que maximiza la utilidad de estado estacionario.
 4. Tanto si se consideran los efectos durante la transición como si no, la composición óptima del gasto público está determinada fundamentalmente por el equilibrio entre el efecto eficiencia y el efecto desplazamiento que ejerce el consumo público sobre las infraestructuras nominativas (lo que viene explicado por el parámetro α de complementariedad).
 5. Para los valores paramétricos calibrados en la economía americana debería reasignarse el gasto público a favor de la inversión en las partidas de sanidad y educación, así como en las de policía, justicia y seguridad civil; en cambio, debería redistribuirse a favor del consumo público productivo en las partidas de transporte, recursos naturales y energía.
 6. Cuando comparamos los consejos normativos de largo plazo de nuestro modelo con la política seguida en economías reales (Estados Unidos, Eurozona y España), comprobamos que ambas coinciden en términos cualitativos: la caída tendencial en el tamaño del gasto público y el aumento de la presión fiscal han ido acompañados de un aumento paralelo en el ratio de composición (consumo sobre gasto).

2. Optimalidad de Corto plazo:

Los modelos de ciclo real previos que analizan desde una perspectiva normativa los efectos diferenciados de los gastos públicos de consumo e inversión son los de Lansing (1998) y Ambler y Paquet (1996). Ambos trabajos concluyen que tanto el consumo público (que proporciona utilidad) como la inversión pública deben ser procíclicos, fluctuando sensiblemente a lo largo del ciclo. En la misma línea, Rojas (1993) encuentra que la evolución óptima de la inversión pública es procíclica y también Manzano (1999, capítulo III) cuando no endogeneiza el impuesto sobre el capital.

Basándonos en Lucas (1987), identificamos la política que maximiza el bienestar de la economía sometida a perturbaciones estocásticas, con aquella que minimiza la volatilidad del consumo privado.

En base al análisis de corto plazo realizado concluiremos que:

1. La respuesta óptima de la composición del gasto (Φ) al ciclo económico será procíclica (aumento de consumo) o contracíclica (reducción de consumo) dependiendo del valor que tomen los parámetros ρ y $\bar{\Phi}$. Dichos parámetros determinan el balance dinámico entre el efecto eficiencia y desplazamiento que ejerce el consumo público sobre las infraestructuras nominativas. Para los valores paramétricos calibrados, resulta óptimo aplicar una política de composición procíclica (aumentos del consumo público simultáneos a una perturbación tecnológica positiva) en las partidas de gasto en 'sanidad y educación'; en cambio, la respuesta óptima es contracíclica en las funciones de gasto en 'transporte, energía y recursos naturales', así como en 'policía y justicia'.
2. La respuesta óptima de la composición a perturbaciones no anticipadas de gasto es de una correlación positiva perfecta, sea cual sea la forma en que se financian las desviaciones del gasto y si se producen perturbaciones de los impuestos, la respuesta óptima de la composición es de una correlación positiva perfecta si las desviaciones de los impuestos financian gasto público exhaustivo y contracíclica si financian transferencias.
3. Respecto de la optimalidad de corto plazo, comprobamos que la política de composición estadounidense se ha caracterizado por una reducción progresiva de su volatilidad y persistencia, en línea con los resultados normativos de nuestro modelo. Estos resultados suponen, además, aumentar la relevancia de las conclusiones de optimalidad determinista o de largo plazo.

Es necesario hacer notar una limitación importante del análisis de optimalidad realizado. En el modelo se considera que todo el consumo público es de carácter productivo y que no presenta efecto directo alguno sobre la utilidad. Ambos supuestos son bastante restrictivos. Por un lado, en la realidad existe una componente no despreciable del consumo público que no tiene un papel productivo directo (construcción de parques o jardines, por ejemplo). Por otro, es evidente el efecto directo sobre la utilidad de ciertas partidas de consumo público, sean o no productivas (sanidad, educación o cultura, por ejemplo). Por tanto, un análisis completo de optimalidad pasaría por la consideración de dos características relevantes del gasto público: su productividad y su utilidad, pudiendo distinguirse entre gasto productivo y no productivo, y a su vez, útil o no. Asumiendo que la distribución entre gasto productivo y no productivo fuese la óptima, la pregunta relevante sería entonces el reparto óptimo del gasto productivo entre consumo e inversión, considerando además los posibles efectos directos sobre la utilidad de la componente de consumo. La inclusión de los efectos sobre la utilidad del consumo público es una de las líneas de investigación futura sugeridas.

5.2 COMPOSICIÓN ÓPTIMA DEL GASTO PÚBLICO EN EL LARGO PLAZO

En esta sección vamos a optimizar la composición del gasto público en el largo plazo (Φ), es decir, la media del proceso autorregresivo que define su ley de movimiento. Seguiremos por tanto un enfoque de tipo determinista, en el que no van a intervenir los parámetros incluidos en la matriz autorregresiva, Δ_1 ; o la matriz de varianzas y covarianzas, Σ .

5.2.1 COMPOSICIÓN ÓPTIMA PARA LOS NIVELES ACTUALES DE TAMAÑO DEL GASTO Y PRESIÓN FISCAL

Comenzamos evaluando los costes de bienestar en que incurre un gobierno por la aplicación de una política de composición subóptima (la actual, que viene dada por el nivel Φ_0 calibrado para Estados Unidos) frente a la resultante de la Regla de oro (Φ^* , definida en el capítulo 3). Para ello, compararemos el bienestar de estado estacionario bajo ambas alternativas. Posteriormente evaluaremos los efectos durante la transición desde la política actual hacia Φ^* y analizaremos si existen ganancias de bienestar no explotadas cuando el gobierno implementa la regla de oro de reparto del gasto.

5.2.1.1 COSTES DE BIENESTAR DE POLÍTICAS SUBÓPTIMAS DE REPARTO DEL GASTO PÚBLICO: COMPARANDO ESTADOS ESTACIONARIOS

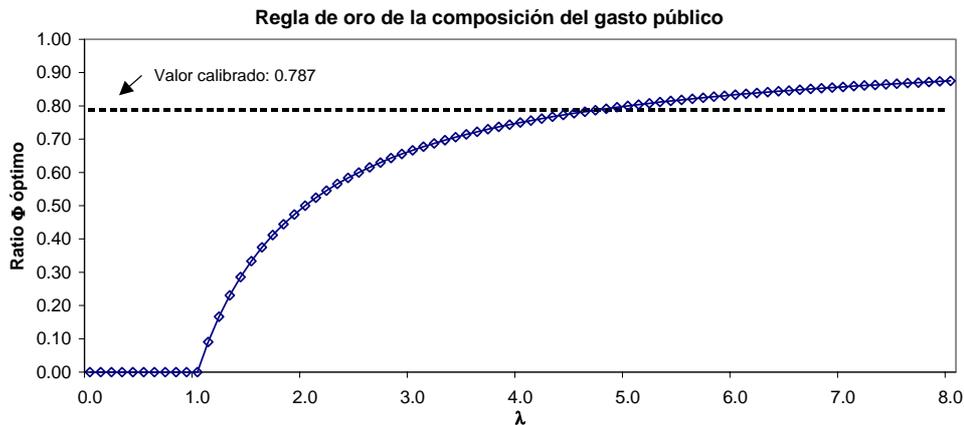
En primer lugar, recordamos que la regla de oro de reparto del gasto público, que determinaba la proporción óptima de gasto destinada a consumo, venía definida por la siguiente ecuación (capítulo 3):

$$\Phi^* = \frac{\mu_{Cg} \pi_{ix}}{G} = 1 + \frac{1}{s} \quad (5.2)$$

Esta regla permite identificar el volumen de consumo público que debe ser destinado a la explotación y mantenimiento de cada unidad de inversión pública: el exceso de 'efecto eficiencia' sobre 'efecto desplazamiento' que ejerce el consumo público sobre la inversión pública.

$$\frac{\mu_{Cg} \pi_{ix}}{I_g} = s + 1$$

En ese punto se verifica que un aumento marginal de Φ genera un efecto eficiencia sobre el stock de infraestructuras nominativas que coincide con el efecto desplazamiento marginal sobre dicho stock. El perfil del reparto óptimo del gasto como función del parámetro de eficiencia del consumo público está recogido en el gráfico:



A continuación, nos planteamos analizar cuál es la magnitud de los costes de bienestar en que incurre un gobierno que aplica políticas subóptimas de composición del gasto público (es decir, que no reparte e...cientemente el gasto total entre consumo e inversión). Para evaluar estos costes de bienestar calculamos el porcentaje en que debería ser incrementado el nivel de consumo en el estado estacionario correspondiente a la política subóptima (dejar inalterada la composición actual del gasto, $\Phi_0 = 0.787$) para equipararlo al nivel de consumo en el estado estacionario correspondiente a la política resultante de aplicar la Regla de oro ($\Phi^* = 1$; $1 = \dots$) y lo expresamos en términos del producto de estado estacionario bajo la política subóptima¹.

En la siguiente tabla se resumen los valores óptimos del ratio de composición para los valores calibrados en la economía norteamericana \dots 2 (1:3; 3:5)²; también se muestran los costes de bienestar de...nidos anteriormente y la variación (en términos de producto) de los stocks nominativos y efectivos de infraestructuras públicas:

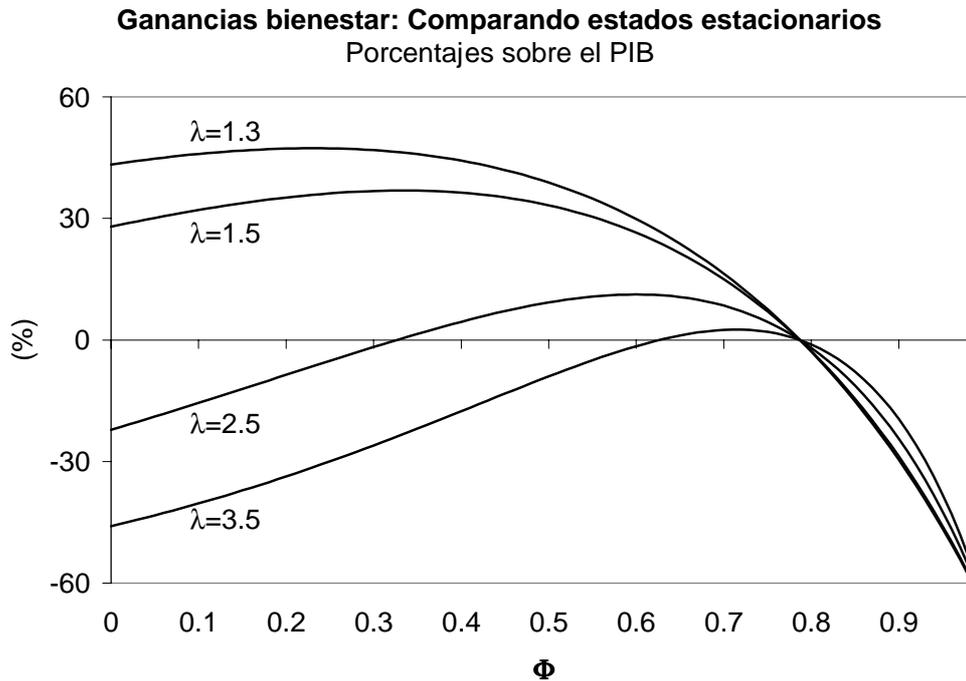
\dots	Φ^*	Coste bienestar ^y	$4K_{py}$	$4K_{g_{nom}y}$	$4K_{g_{efect}y}$
1.3	0.23	47.31%	169.32%	287.99%	308.64%
1.5	0.33	36.89%	132.01%	215.03%	264.62%
2.5	0.60	11.24%	40.21%	66.64%	149.22%
3.5	0.71	2.55%	9.13%	21.94%	69.77%

^yExpresados como porcentaje sobre el PIB

En el grá...co aparecen las ganancias (o pérdidas) de bienestar derivadas de desviaciones del ratio de composición respecto del calibrado (0.787), para distintos valores del parámetro \dots . El punto máximo de cada línea corresponde a la ganancia de bienestar para la composición óptima, recogida en la tabla.

¹ Coste de bienestar = Variación Equivalente del consumo privado = $\frac{h}{Y_{SS}(\Theta = \Theta_0)} \frac{C_{SS}(\Theta = 1; \dots)}{C_{SS}(\Theta = \Theta_0)}$ $\times 100$

² Los valores paramétricos empleados corresponden a las estimaciones de la función de producción del capítulo 3 (sección 3.4.4). El valor $\dots = 1:5$ aproxima la estimación media para el consumo público en sanidad y educación, $\dots = 2:5$ la correspondiente a consumo en transporte, energía y recursos naturales, $\dots = 3:5$ se obtuvo para los gastos en policía, seguridad civil y administración de justicia y, ...nalmente, $\dots = 1:3$ aproxima el grado de complementariedad para el total de consumo público productivo.



Las ganancias de bienestar potenciales de la optimización de la composición del gasto público son bastante considerables si las comparamos con las reseñadas por otros autores: por ejemplo, Cooley y Hansen (1992) valoran el coste de bienestar de la estructura ...scal calibrada para Estados Unidos (frente a una imposición no distorsionante) en un 13.3% del PIB. Por su parte, Cassou (1995) obtiene unas ganancias de bienestar del 7.7% como resultado de la optimización del nivel medio de los tipos impositivos que gravan las rentas personales y empresariales.

Cooley y Hansen (1992) muestran también las ganancias de bienestar (reducción de los costes de la imposición distorsionante) de reformas ...scales que sustituyen los impuestos de capital por otras ...guras impositivas. Seguidamente demuestran que la existencia de costes durante la transición entre estructuras ...scales (caídas de consumo y ocio) implican reducciones considerables en dichas ganancias.

En la medida en que nuestro modelo también implica que los efectos de corto plazo en la alteración del ratio de composición del gasto son opuestos a los de largo plazo, resulta interesante reproducir el ejercicio realizado por Cooley y Hansen. Ahora la pregunta sería: las ganancias potenciales de bienestar resultantes de sustituir la política actual de composición del gasto ($\Phi_0 = 0.787$) por la derivada de la regla de oro ($\Phi^* = 1$), ¿disminuyen cuando tenemos en cuenta los efectos sobre el bienestar durante la transición entre ambas políticas?. El análisis de esta cuestión será el objeto de estudio del siguiente apartado. Podemos anticipar que la respuesta será afirmativa: en el capítulo previo comprobamos que una caída permanente de la composición podía tener efectos nulos en términos de consumo privado de estado estacionario, y en cambio generar pérdidas de bienestar cuando se evaluaba la transición desde el estado estacionario inicial al ...nal.

5.2.1.2 GANANCIAS DE BIENESTAR DERIVADAS DE APLICAR LA REGLA DE ORO: EVALUANDO EFECTOS DURANTE LA TRANSICIÓN

Siguiendo a Cooley y Hansen (1992), suponemos que un gobierno parte de una situación inicial, dada por una composición $\Phi = \Phi_0$, y decide implementar la regla de oro a partir del periodo siguiente. Es decir, suponemos que la reforma fiscal se produce en un solo periodo. El ejercicio consistirá en evaluar la ganancia o pérdida de bienestar derivada de la aplicación de esta reforma, para lo cual seguimos las siguientes etapas:

1. Generar la senda temporal de consumo privado consistente con la siguiente senda exógena para la composición: $\Phi_t = \Phi_0; 1; \dots; 1; \dots; 1; \dots$
2. Evaluar la utilidad descontada de dicha senda de consumo: $\tilde{U} = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(C_t(\Phi_{t=0} = \Phi_0; \Phi_{t=1, \dots, \infty} = 1; \dots; 1; \dots))$
3. Calcular el nivel constante de consumo equivalente a dicho flujo descontado de utilidades³: $\tilde{C} = [(1 + r) \beta (1 + \tau) \tilde{U}]^{1/(1 + \tau)}$; y
4. Calcular el porcentaje en que habría que incrementar el nivel de consumo inicial ($C_{ss}(\Phi_t = \Phi_0)$) para obtener el nivel \tilde{C} .

El coste de bienestar así calculado (expresado en términos de producto) para los óptimos del apartado previo es (a efectos comparativos se añade una cuarta columna con el coste de bienestar calculado por comparaciones de eed):

τ	Φ^a	Coste bienestar ₂ ^y	Coste bienestar ₁ ^y
1.3	0.23	7.88%	47.31%
1.5	0.33	5.17%	36.89%
2.5	0.60	-1.20%	11.24%
3.5	0.71	-2.12%	2.55%

^yExpresado en términos de producto

Coste₂=evaluando transiciones

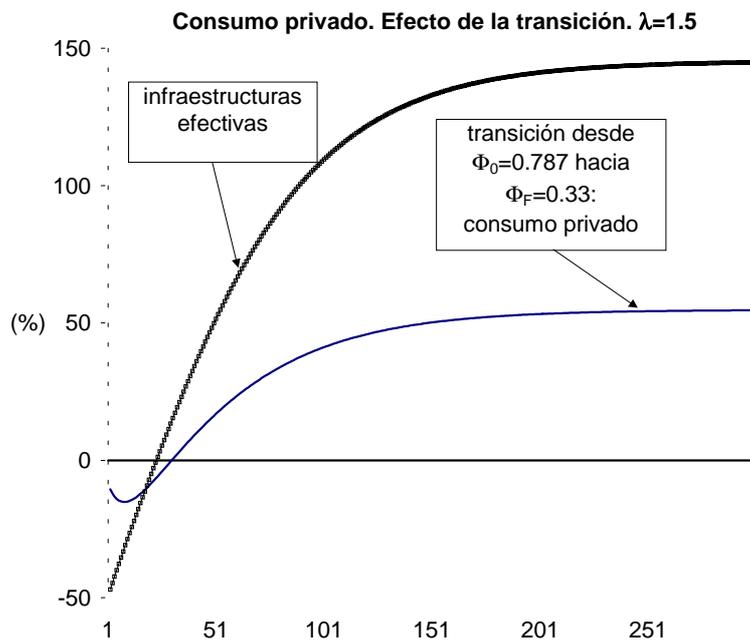
Coste₁=evaluando estados estacionarios

Podemos comprobar que considerar los efectos que se producen durante la transición desde la situación inicial calibrada para la economía americana ($\Phi_0 = 0.787$) hasta la política resultante de aplicar la regla de oro ($\Phi_F = \Phi^a$) implica una reducción drástica en las ganancias potenciales de bienestar que se derivarían de aplicar la reforma. De hecho, para los valores de τ elevados sería mejor mantener la composición actual que aplicar la regla de oro.

³Dada la formulación de la utilidad: $U_t = \frac{C_t^{1-\frac{1}{\sigma}} - 1}{1-\frac{1}{\sigma}}$, en el caso de $\frac{1}{\sigma} = 1$: $C = \exp((1 + r) \beta (1 + \tau) U)$:

¿A qué se deben estos resultados?. Tal y como analizamos en el capítulo previo, la reducción del ratio de composición implica efectos negativos en el corto plazo sobre las infraestructuras efectivas, lo que supone efectos contractivos directos sobre la producción agregada ($\partial Y = \partial K g^E > 0$) e indirectos por el desincentivo a la inversión privada que origina la caída en el producto marginal del capital privado ($\partial [\partial Y = \partial K p] = \partial K g^E > 0$). Todo ello conduce a pérdidas de consumo privado y bienestar en los primeros periodos tras la implementación de la reforma impositiva.

En el gráfico siguiente se muestra la evolución temporal del consumo privado, correspondiente a un valor $\lambda = 1.5$, para una senda temporal exógena de la composición dada por: $\Phi_t = \Phi_0; 1; \frac{1}{\lambda}; 1; \frac{1}{\lambda}; \dots = 0.787; 0.33; 0.33; \dots$:



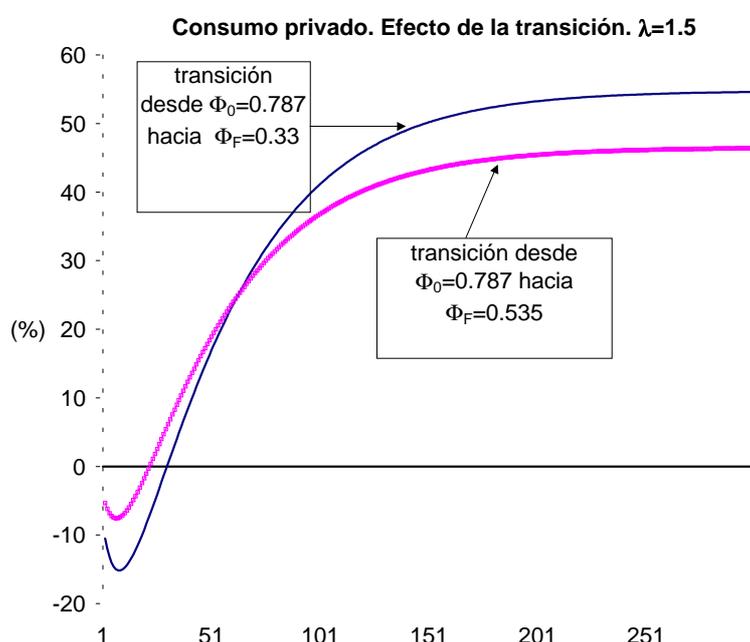
La principal conclusión de este ejercicio es poner de manifiesto la transcendencia de considerar los costes durante la transición entre dos políticas alternativas de composición si pretendemos evaluar las ganancias de bienestar obtenidas por el paso de una a otra. A partir de aquí nos planteamos si existen políticas de reparto del gasto alternativas a la regla de oro que permitan mejorar los resultados en términos de bienestar. Es decir, queremos evaluar si la regla de oro deja aún ganancias potenciales de bienestar sin explotar, pregunta que afrontamos en el siguiente apartado.

5.2.1.3 COMPOSICIÓN ÓPTIMA SI CONSIDERAMOS LOS EFECTOS DURANTE LA TRANSICIÓN: REGLA DE ORO DINÁMICA

En un modelo determinista (no sometido a perturbaciones estocásticas periodo a periodo) y partiendo del ratio actual de composición del gasto público (Φ_0), obtenemos la dinámica del sistema y el valor de la utilidad descontada en el supuesto de que a partir del periodo siguiente el ratio de composición adoptara un nuevo valor (Φ_F). Repetimos este ejercicio para una rejilla de valores numéricos alternativos del ratio de composición,

en el intervalo $[0,1)^4$ y se elegirá como óptimo aquél valor $\hat{\Phi}_F$ que maximice la utilidad descontada a lo largo de la transición.⁵ Puntualizamos que este ejercicio se ha realizado dejando inalterados los valores calibrados para $\bar{\Gamma}$ y \bar{Y} .

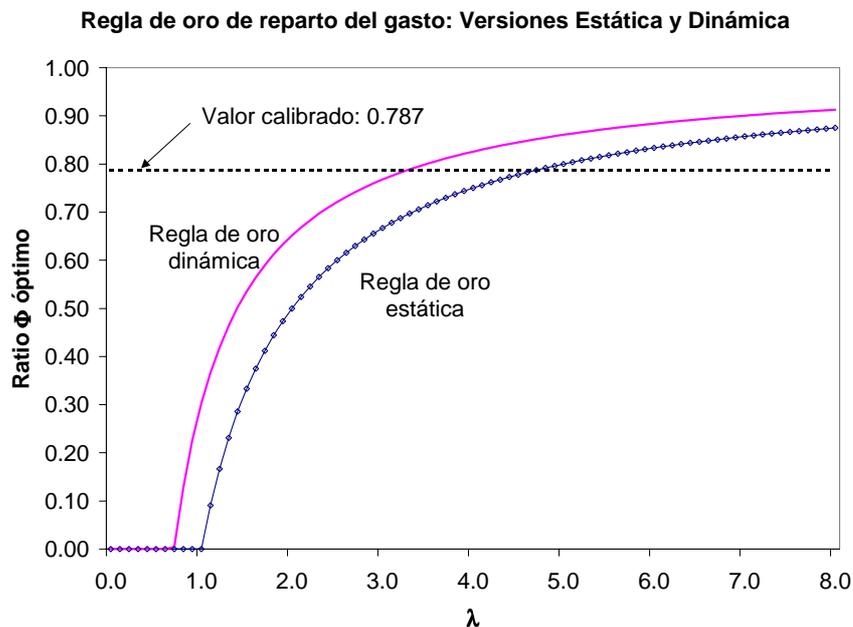
Cuando hacemos este ejercicio para el valor $\lambda = 1.5$ considerado anteriormente, obtenemos como valor $\hat{\Phi}_F$ un ratio de 0.535, sensiblemente más elevado que el 0.33 de la regla de oro. En el siguiente gráfico se muestra la senda de consumo privado para ambas alternativas, $\Phi_t^0 = \bar{\Phi}_0; \Phi^s; \Phi^s; \dots; g$ y $\Phi_t^{00} = \bar{\Phi}_0; \hat{\Phi}_F; \hat{\Phi}_F; \dots$. Podemos comprobar que la senda correspondiente a $\hat{\Phi}_F$ permite reducir las pérdidas de bienestar de corto plazo respecto de las generadas por Φ^s , aunque también consigue un menor aumento del bienestar de largo plazo.



Hemos repetido este ejercicio para un conjunto de valores alternativos de λ , y el resultado obtenido se presenta en el siguiente gráfico. En él se compara el valor óptimo del ratio de composición obtenido según las dos funciones objetivo expuestas: a) el ratio que maximiza la utilidad del estado estacionario determinista (Φ^s) y, b) el que maximiza la utilidad descontada durante la transición desde la composición inicial hasta la reformada ($\hat{\Phi}_F$). Al primero lo identificaremos como Regla de oro estática, al segundo como Regla de oro dinámica.

⁴No incluimos el 1 porque la solución en este caso es degenerada ($Kg = Y = 0$).

⁵Cooley y Hansen (1992) señalan la importancia de utilizar una longitud de las simulaciones suficientemente elevada para garantizar que, al alcanzar el periodo T (longitud de la simulación), la economía está suficientemente próxima al nuevo estado estacionario. Ellos utilizan un tamaño muestral de 500 años y evalúan el flujo de utilidades descontadas desde $t=0, \dots, 500$. Nosotros empleamos un tamaño de 300 años, pero evaluamos el flujo de utilidades descontadas en $t=0, \dots, 300$ más la utilidad del nuevo estado estacionario descontada en $t=301, \dots, 1$. Hemos comprobado que nuestros resultados son robustos si ampliamos el tamaño muestral a 500 y consideramos o no la utilidad en $t=501, \dots, 1$: el ratio óptimo resultante no cambia hasta el sexto decimal.



En el gráfico se muestra también con línea discontinua el valor calibrado para el ratio $\bar{\Phi}$ en la economía estadounidense. Dicha línea delimita el valor del parámetro de eficiencia del consumo público (λ) por encima del cual resulta óptimo redistribuir el gasto público en favor del consumo (aumentando Φ) y por debajo del cual sería óptimo hacerlo en favor de la inversión (reduciendo Φ). Según los resultados obtenidos, si tenemos en cuenta los efectos durante la transición, sería óptimo reducir el ratio actual de composición del gasto público (0.787) para todos aquellos valores de λ inferiores a 3.28.

La similitud entre los perfiles de la Regla de oro estática y la dinámica, nos muestra que la segunda supone básicamente sólo una extrapolación intertemporal de la regla de equilibrio entre los efectos eficiencia y desplazamiento del consumo público sobre las infraestructuras nominativas.

En línea con el gráfico comparativo de transiciones para Φ^a y $\hat{\Phi}_F$, podemos comprobar cómo, para cualquier valor del parámetro λ , el ratio de composición que maximiza la utilidad descontada durante la transición es más alto que aquél que maximiza la utilidad de estado estacionario. Ello se debe a que la importancia relativa de los efectos derivados del efecto eficiencia es mayor en los primeros periodos tras la recomposición mientras que el efecto desplazamiento gana importancia en el medio y largo plazo, conforme se produce la transición hacia el nuevo stock de infraestructuras nominativas. El efecto eficiencia actúa a favor de un mayor ratio $C_g=G$ en el óptimo, ocurriendo lo contrario con el efecto desplazamiento. El descuento progresivo del consumo en el tiempo y la distribución temporal de los efectos eficiencia y desplazamiento hacen que el equilibrio intertemporal entre ambos se logre para una composición que prima más el consumo público en términos de inversión pública frente a la que garantiza el equilibrio estático.

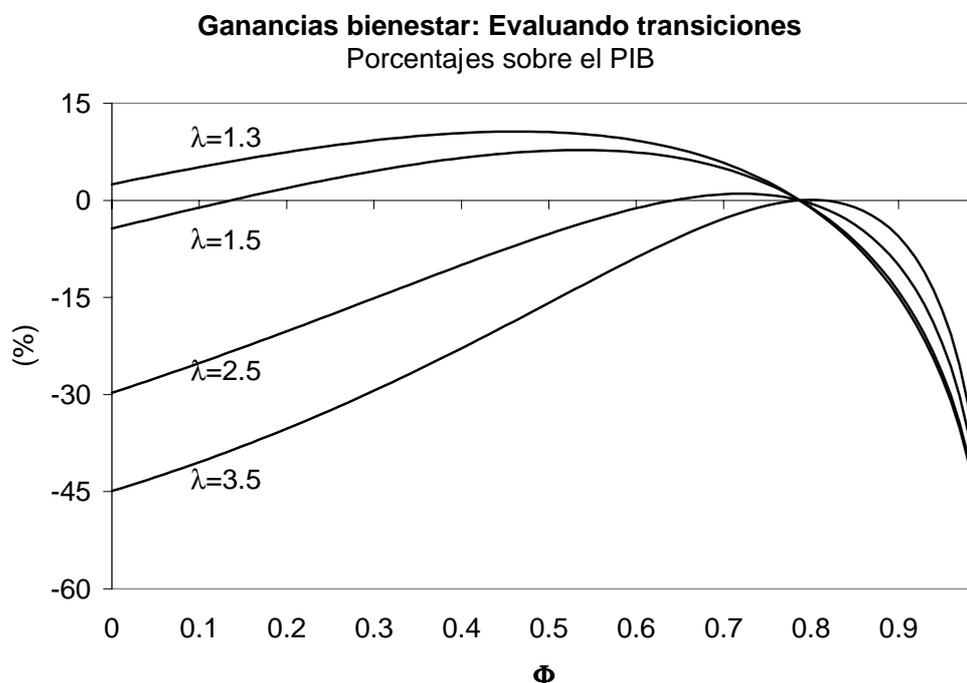
5.2.1.4 COMPARACIÓN DE LAS REGLAS DE ORO ESTÁTICA Y DINÁMICA EN TÉRMINOS DE BIENESTAR

Al igual que hicimos con la Regla de oro estática, analizamos ahora cuáles son las ganancias de bienestar derivadas de la reforma fiscal consistente en pasar del valor calibrado ($\Phi_0=0.787$) al valor óptimo ($\hat{\Phi}_F$). Para ello se usa la definición 2 de coste de bienestar para la política subóptima, que resumimos en la tabla inferior para los valores de λ escogidos, junto con la diferencia entre la derivada de ambas reglas de oro.

λ	$\hat{\Phi}_F$	Coste bienestar ₂	Ganancias ^z $\hat{\Phi}_F$ vs Φ^a
1.3	0.46	10.40%	2.5%
1.5	0.54	7.60%	2.4%
2.5	0.72	1.01%	2.2%
3.5	0.80	0.07%	2.2%

^zGanancia: Coste de bienestar₂($\hat{\Phi}_F$)-Coste de bienestar₂(Φ^a)

En el gráfico inferior mostramos también las ganancias de bienestar (según la segunda definición) correspondientes al posible espectro de ratios de composición, para cada uno de los valores de complementariedad considerados. De nuevo, el máximo para cada curva se da en el reparto óptimo del gasto.



Respecto del gráfico homólogo de ganancias de estado estacionario, podemos concluir que las ganancias máximas (cuando $\Phi = \hat{\Phi}_F$) son ahora inferiores para cualquier valor de λ . Observamos también que la ganancia de bienestar aumenta con la distancia entre el ratio de composición inicial ($\Phi_0 = 0.787$) y el valor óptimo del ratio: la ganancia es cero cuando el óptimo coincide con el ratio inicial (cuando $\lambda = 3.5$, el valor $\hat{\Phi}_F = 0.80 \approx \Phi_0$)

y aumenta cuando disminuye α . Por otro lado, parece que las ganancias de bienestar caen más rápidamente a la derecha del óptimo que a la izquierda. Es decir, que hay más riesgos si nos quedamos a la derecha del óptimo que si nos quedamos a la izquierda de éste.

Cabe preguntarse en qué medida es destacable en términos macroeconómicos el beneficio derivado de la optimización del ratio de composición del gasto. Antes lo evaluamos por comparación con las ganancias de bienestar obtenidas por otros autores en el contexto de modelos distintos. Ahora lo hacemos en el contexto de nuestro propio modelo, comparándolo con el beneficio derivado de la optimización del tamaño del gasto público (Γ). El tamaño óptimo del gasto público depende crucialmente del valor fijado para la elasticidad-producto de las infraestructuras y de la forma elegida para financiar las expansiones (o contracciones) del gasto respecto de su valor inicial. Así, supuesta una financiación no distorsionante y para el valor de referencia ($\alpha^g = 0.32$), el tamaño óptimo sería de 0.251 y la ganancia de bienestar derivada de su optimización (desde la condición inicial $\Gamma_0 = 0.13$) es de un 7.1% (en términos de producto agregado). En cambio, si consideramos un α^g más bajo (0.16), el tamaño óptimo sería de 0.126, lo que implica que la ganancia de bienestar de optimizarlo sería casi nula (0.007%). Por tanto, el beneficio macroeconómico derivado de la optimización de la composición del gasto es mayor que el obtenido de la optimización del tamaño del sector público para valores de α económicamente realistas (1.3, 1.5), de lo que podría deducirse que la política de reparto del gasto público es un instrumento nada despreciable en la búsqueda de la eficiencia económica.

Por último, si evaluamos las ganancias en términos de variación del nivel de consumo entre los estados estacionarios inicial y final, comprobamos que el ratio Φ_F logra peores resultados al ratio Φ^a (como ya anticipamos al analizar las transiciones de consumo). Por ejemplo, para $\alpha = 1.5$, si aplicamos Φ_F (0.54), el consumo del nuevo estado estacionario es sólo un 31.32% superior al de Φ_0 , en cambio si aplicamos Φ^a (0.33), el consumo del nuevo estado estacionario era un 36.9% superior al inicial:

α	Φ_F	Coste bienestar ^y ₁	Ganancias ^z Φ^a vs Φ_F
1.3	0.46	41.19%	6.12%
1.5	0.54	31.32%	5.57%
2.5	0.72	7.04%	4.20%
3.5	0.80	-1.18%	3.73%

^yCoste₁: comparando estados estacionarios

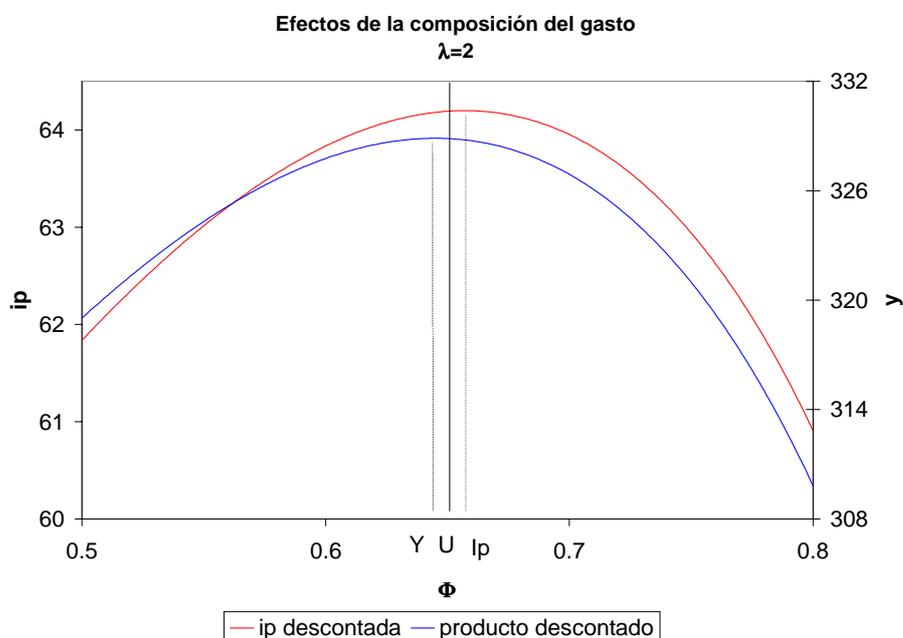
^zCoste bienestar₁(Φ^a) - Coste bienestar₁(Φ_F)

5.2.1.5 PRINCIPIOS IDENTIFICATIVOS DE LA POLÍTICA DE COMPOSICIÓN ÓPTIMA

A continuación nos planteamos la siguiente pregunta: ¿es posible identificar la política óptima de composición con una política que maximiza la inversión privada o el nivel de

producto?. Cassou (1995), por ejemplo, concluye que los dos principios que representan las principales características de la política impositiva óptima son la consecución de un elevado nivel de inversión privada y la minimización de la volatilidad de ésta.

Tal y como analizamos en el capítulo 3, la regla de oro estática implica un reparto del gasto que maximiza el monto de infraestructuras efectivas, y con ello los niveles de producción, consumo privado e inversión privada. ¿Podemos extrapolar una conclusión similar respecto de la composición óptima resultante de la regla de oro dinámica?. En el siguiente gráfico mostramos el perfil que muestra el valor descontado de la inversión privada y el producto para los posibles valores del ratio Φ , supuesto un valor de $\lambda = 2$ (el gráfico se ha centrado en un intervalo de Φ cercano al valor óptimo, $\Phi^* = 0.65$).



Para los valores calibrados, el ratio que maximiza la utilidad descontada (representado en el gráfico mediante \hat{U}) es ligeramente superior al que maximiza el valor descontado del producto (\hat{Y}) y ligeramente inferior al que maximiza el valor descontado de la inversión privada ($\hat{\Phi}$). En cualquier caso, no sería muy inexacto identificar el ratio de composición óptimo con una política pública que busca la consecución de elevados niveles de ahorro o inversión privada a través de los efectos de las infraestructuras efectivas sobre la productividad del capital privado.

En la siguiente tabla resumimos los efectos sobre el nivel de capital privado y público en los estados estacionarios a los que converge la economía tras la redistribución del gasto público (variaciones en términos de la producción del estado estacionario inicial). Podemos concluir que los aumentos de capital son muy considerables para los tres primeros casos:

λ	Φ	4Kpz	4Kg _{nom} Z	4Kg _{effect} Z
1.3	0.46	147.42%	171.09%	259.19%
1.5	0.54	112.10%	122.92%	216.99%
2.5	0.72	25.20%	24.97%	90.66%
3.5	0.80	-4.23%	-4.54%	-31.38%

z Comparando valores de estado estacionario

5.2.1.6 ADECUACIÓN DE LA POLÍTICA DE REPARTO ESTADOUNIDENSE

Resulta interesante tratar de obtener conclusiones respecto de la optimalidad de la política de composición del gasto aplicada en la economía estadounidense. Para ello, acudimos a los valores paramétricos (λ y Φ) obtenidos para los grupos de consumo público sobre los cuales hicimos los ejercicios de calibración en el capítulo 3. En relación con esto se podrían extraer las siguientes conclusiones:

- ² El valor de λ para el grupo 1 de consumo (sanidad y educación) se estimó en el entorno del 1.5, y según los resultados de nuestro modelo, el ratio de composición óptimo sería del 33% si consideramos la regla de oro estática y del 54% si consideramos la dinámica. El valor de este ratio para la economía americana, calculado como proporción de consumo en sanidad y educación sobre total de gasto exhaustivo (consumo más inversión) en sanidad y educación es del 87.6%. Por tanto, a partir de este análisis sería óptimo redistribuir el total de gasto público dedicado a sanidad y educación hacia la inversión en infraestructuras destinadas a estas funciones.
- ² Para el grupo 2 (transporte y comunicaciones), el valor estimado de λ fue aproximadamente de 2.5, lo que implica un valor óptimo del 60% ó el 72% según consideremos las versiones estática o dinámica de la regla de reparto. En la economía estadounidense, el porcentaje de gasto público en transporte y comunicaciones destinado a consumo corriente es sólo del 53.3% y por consiguiente, en este tipo de funciones sería conveniente reducir los gastos de inversión en favor de los gastos de consumo dedicados a su explotación y mantenimiento.
- ² En el caso de los gastos destinados a 'policía, seguridad civil y administración de justicia' (grupo 3), el valor calibrado para λ está en torno al 3.5, al cual le correspondería una proporción Φ óptima del 71% ó del 80% también dependiendo del criterio de optimalidad, estático o dinámico, empleado. El ratio de consumo grupo 3 sobre gasto grupo 3 calibrado con datos estadounidenses es del 96.2%, lo que implicaría que podrían obtenerse ganancias de eficiencia si se realizara una pequeña redistribución del gasto grupo 3 en favor de gastos de inversión.
- ² Respecto del conjunto de gastos públicos productivos (grupos 1, 2 y 3), el ratio λ estimado se situaba en el entorno del 1.3, para el cual correspondería un ratio

óptimo del 23% (regla estática) ó el 43% (regla dinámica), inferior al ratio 78% calibrado con los datos.

En relación a estos resultados, quisiéramos recordar que el ejercicio realizado busca el reparto óptimo del gasto únicamente como resultado de su función en el proceso productivo. En cambio, no se han considerado cuestiones relativas a los posibles efectos directos del consumo público sobre la utilidad de los agentes, es decir, no se ha incluido como argumento en la función de utilidad o bienestar social. El carácter de bien público útil en sí mismo es especialmente importante para el consumo público incluido en el grupo 1, por lo que tener en cuenta esta cuestión implicaría previsiblemente obtener un ratio de composición (definido como consumo sobre gasto) sensiblemente más elevado.

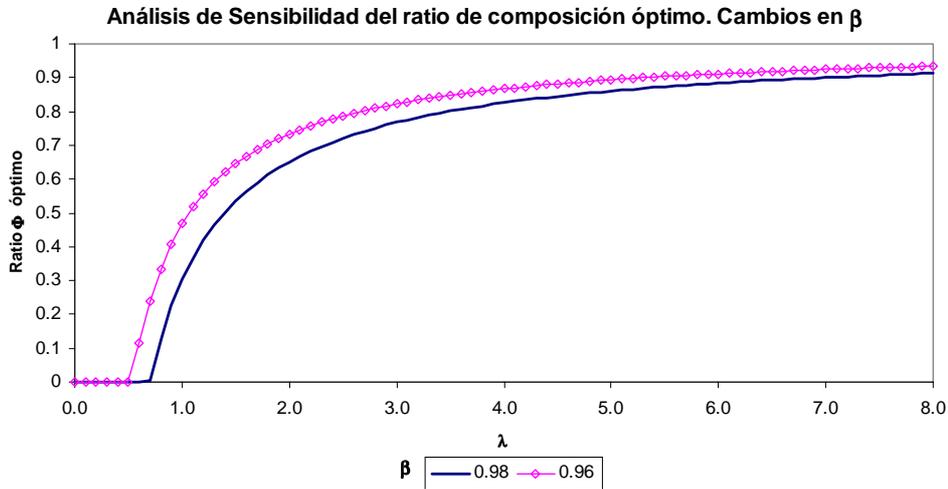
El siguiente punto consiste en un análisis de sensibilidad de los resultados de optimalidad presentados. Si el gobierno decidiera adaptar su política de reparto del gasto a la regla estática, para su aplicación sólo tendría que tener en cuenta el grado de complementariedad entre el consumo público y las infraestructuras nominativas, ya que es el único parámetro del que depende. En cambio, si el gobierno está preocupado por los efectos durante la transición al nuevo estado estacionario derivado de la reforma, su decisión sobre el reparto óptimo puede verse condicionada por todos aquellos parámetros que afecten al equilibrio intertemporal entre el efecto eficiencia y el efecto desplazamiento que generará la redistribución del gasto. Plasmamos a continuación el análisis de sensibilidad del ratio de composición óptimo para cambios en los siguientes parámetros estructurales: la tasa de descuento o preferencia temporal, la aversión relativa al riesgo y la elasticidad-producto del capital público. También nos preguntamos qué decisión tomaría un gobierno preocupado por el corto plazo (ya hemos visto que los efectos son opuestos en el corto y en el largo). Por último, analizamos si cambian los resultados en el caso de que el ratio inicial de composición sea distinto al considerado aquí. En los siguientes apartados, cuando comparemos resultados de optimalidad, tomaremos siempre como referencia el óptimo dinámico ($\hat{\Phi}_F$).

5.2.1.7 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS RESULTADOS DE OPTIMALIDAD

Es importante hacer notar que la consideración de ratios iniciales (Φ_0) diferentes al calibrado no altera los resultados. Ello se debe a que el nivel $\bar{\Phi}$ no altera la disposición del agente a la sustitución intertemporal de consumo (ver condiciones de estabilidad), por lo que no se modifica el equilibrio intertemporal entre los efectos eficiencia y desplazamiento que una alteración en Φ genera sobre las infraestructuras nominativas. Esta característica es una ventaja importante en cuanto a la robustez de los resultados normativos obtenidos.

5.2.1.7.1 Cambios en la tasa de descuento. Consideramos el caso de un menor valor paramétrico para la tasa de descuento, por ejemplo, $\bar{\tau}=0.96$. Ello supone que se valora más el consumo presente en relación al consumo futuro (se descuenta más el consumo futuro, aumentando el rendimiento exigido al capital). Por tanto, será mucho más importante para el consumidor en este caso evitar las pérdidas de utilidad

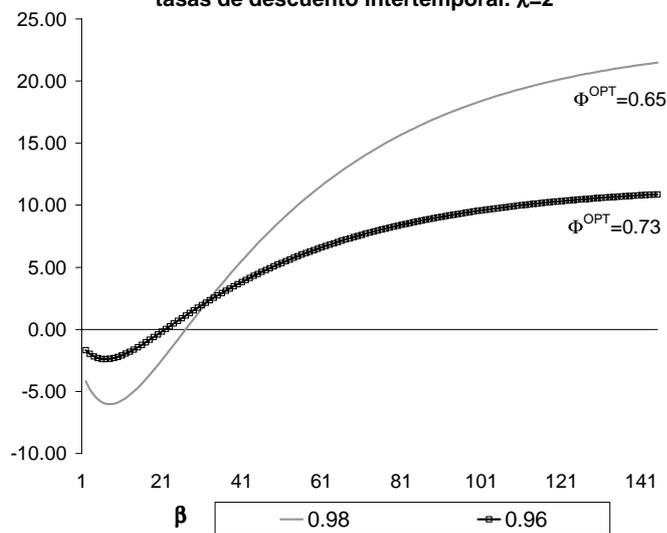
(o maximizar las ganancias) en los primeros periodos tras la redistribución del gasto total. Ello supone que el ratio de composición óptimo aumenta para cualquier valor de λ , en relación al caso de referencia ($\beta = 0.98$), como puede verse en el siguiente gráfico.



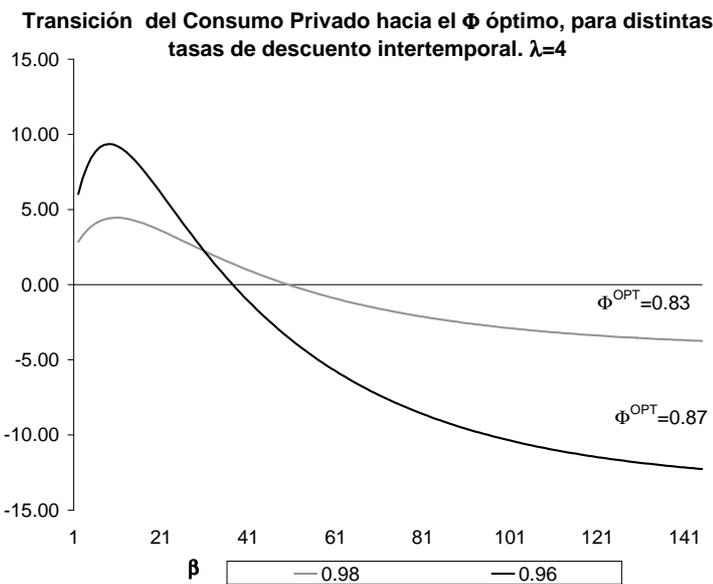
Por ejemplo, para un valor $\lambda = 3.28$ y $\beta = 0.96$, el valor óptimo para el ratio de composición asciende desde el 0.787 hasta un 0.84. La causa radica en que cuanto menor sea β , mayor peso tienen las pérdidas (ganancias) iniciales de utilidad y menos las ganancias (pérdidas) futuras en el balance intertemporal que determina el ratio óptimo:

- 2 Si el ratio óptimo ($\hat{\Phi}_F$) está por debajo de 0.787 hay pérdidas de utilidad en el corto plazo, derivadas de un uso menos eficiente de las infraestructuras y ganancias en el largo plazo. Las pérdidas son tanto menores cuanto menor sea la caída de Φ , por lo que con $\beta = 0.96$ la distancia de $\hat{\Phi}_F$ respecto de Φ_0 será menor que con $\beta = 0.98$ [$(0.787 - \hat{\Phi}_F^{0.96}) < (0.787 - \hat{\Phi}_F^{0.98})$], porque las ganancias futuras compensan en menor medida las pérdidas iniciales.

Transición del Consumo Privado hacia el Φ óptimo, para distintas tasas de descuento intertemporal. $\lambda=2$

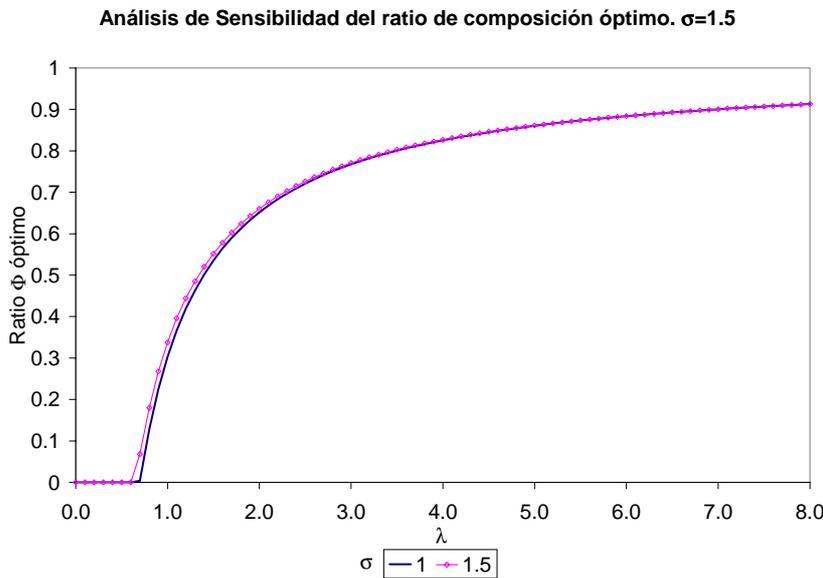


² Si el óptimo ($\hat{\Phi}_F$) es superior a 0.787 hay ganancias de utilidad en el corto plazo, por el incremento de las infraestructuras efectivas y, por lo general, pérdidas en el largo plazo (si también se verifica que $\bar{\Phi} > 0.787$). Cuanto mayor sea el incremento inicial de Φ , mayor será la ganancia de utilidad en los primeros periodos vía eficiencia, aunque también será mayor la pérdida en el largo plazo vía desplazamiento. En este caso, la distancia de $\hat{\Phi}_F$ respecto de Φ_0 será también mayor con $\bar{\Phi} = 0.96$, porque las ganancias iniciales compensarán mayores pérdidas en largo plazo.

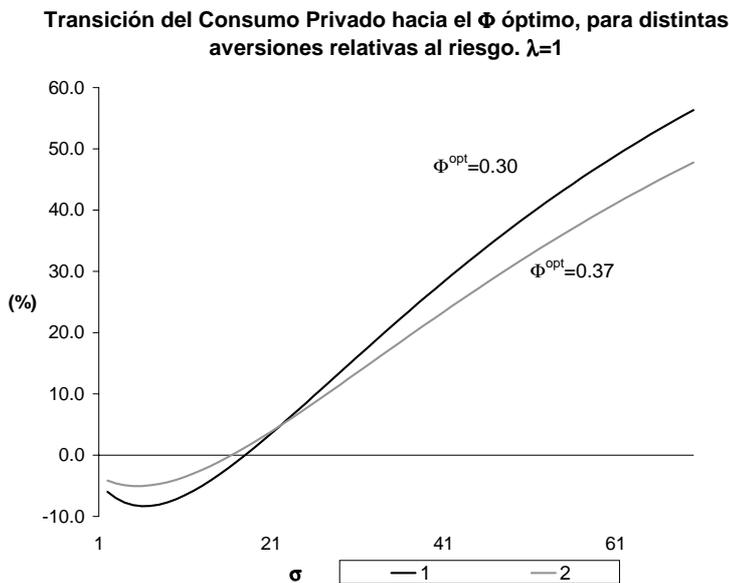


En la medida en que el valor de $\bar{\Phi}$ altera bastante los resultados, es interesante preguntarse cómo cambiarían las acciones óptimas para los valores calibrados en los grupos 1, 2 y 3. Para el grupo 1 ($\gamma = 1.5$), la composición óptima pasaría a ser 0.65 (frente al 0.88 de los datos); para el grupo 2 de gasto ($\gamma = 2.5$), el ratio Φ óptimo sería de 0.79 (lo que implicaría aún mayor redistribución a favor del consumo respecto del ratio 0.53 calibrado); ...nalmente, el grupo 3 ($\gamma = 3.5$) sólo requeriría ahora una reducción desde el 0.96 calibrado hasta un 0.85, valor óptimo para el nuevo valor de $\bar{\Phi}$.

5.2.1.7.2 Cambios en la aversión relativa al riesgo. Ahora consideramos valores alternativos de aversión al riesgo. Cuanto mayor sea el valor del parámetro γ , mayor es la aversión relativa al riesgo del consumidor. Cuando $\gamma > 1$, el agente valora de forma asimétrica las pérdidas y las ganancias de utilidad, penalizando las primeras. El resultado es que encontramos que $\hat{\Phi}_F^{\gamma > 1} > \hat{\Phi}_F^{\gamma = 1}$ para aquellos valores de γ que implicarían reducciones de Φ respecto de la composición inicial, y con ello, pérdidas de bienestar en el corto plazo. En cambio, la composición óptima apenas varía para los valores de γ que suponen aumentos iniciales de la composición y consiguientemente aumentos del consumo privado.



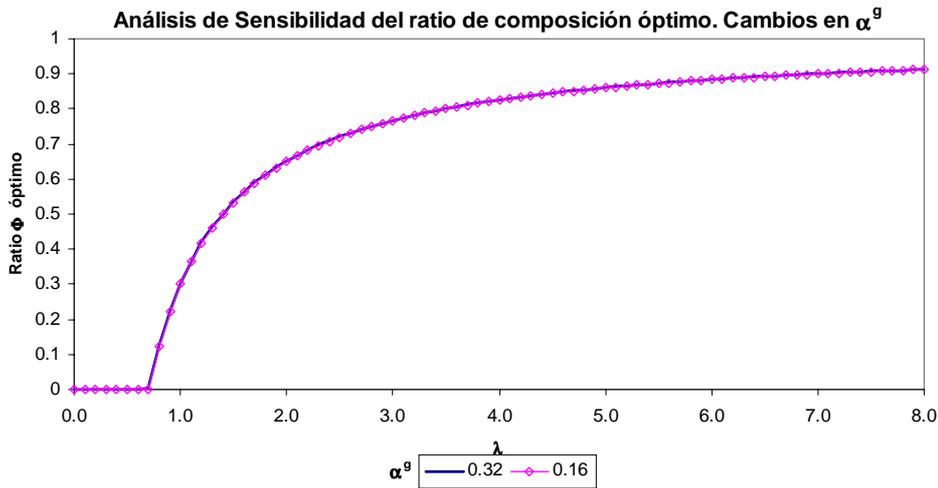
En el siguiente gráfico vemos la transición desde la posición inicial ($\Phi_0=0.787$) hasta el ratio óptimo para un $\sigma=1$ y los dos valores considerados de λ (1, 2). En el caso de $\lambda=2$, la reducción del ratio Φ es menor, lo que permite una senda de consumo más suave: menor caída inicial y menor incremento en el largo plazo.



5.2.1.7.3 Cambios en la elasticidad-producto del capital público. En el siguiente gráfico podemos comprobar que la optimalidad del ratio de composición es prácticamente invariante al valor calibrado para el parámetro de elasticidad-producto del capital público. No obstante, en términos numéricos es ligeramente inferior el valor $\hat{\Phi}_F^{@g}=:16$ que $\hat{\Phi}_F^{@g}=:32$.

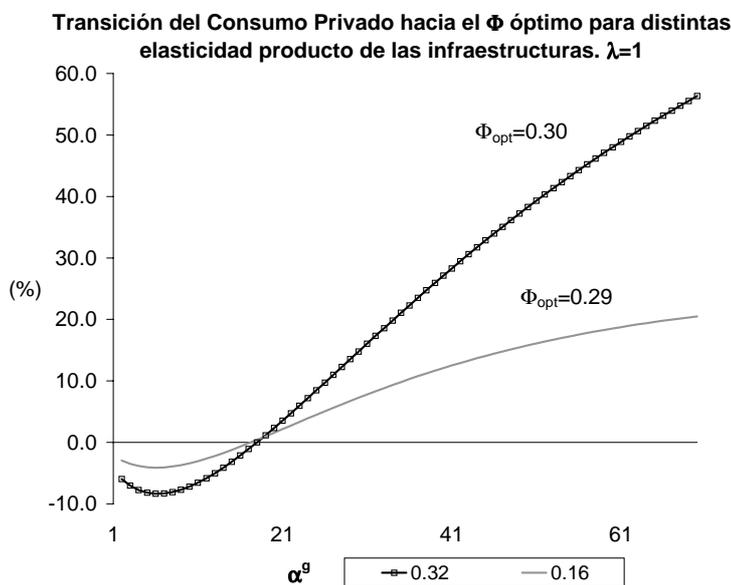
Esta invarianza a cambios en $@g$ no debe extrañar, ya que en términos estáticos habíamos comprobado (capítulo 3) que la composición óptima viene determinada por el equilibrio entre el 'efecto eficiencia' y el 'efecto desplazamiento' del consumo público

sobre las infraestructuras nominativas, en la búsqueda de la maximización del stock de infraestructuras efectivas. Este intercambio óptimo se produce en una primera etapa de producción del bien público (infraestructuras efectivas), independiente y previa a la etapa posterior de intervención de las infraestructuras efectivas en el proceso agregado de producción.



Ahora bien, ¿por qué es ligeramente inferior el ratio óptimo cuando consideramos un α^g más reducido?

En el siguiente gráfico mostramos la respuesta de las variables cuando el ratio Φ pasa de su valor inicial (0.787) al valor óptimo ($\hat{\Phi}_F$), para los casos de $\alpha^g = 0.32$ y $\alpha^g = 0.16$.



Cuanto menor sea α^g , menor es la disposición del agente a la sustitución intertemporal del consumo ante una pérdida de capital privado (ver condiciones de estabilidad del capítulo 4). Es decir, que disminuye la caída inicial de consumo cuando una reducción de Φ implica una caída de las infraestructuras efectivas y del rendimiento del capital privado, con el consiguiente proceso de desacumulación de éste. Por ello, la pérdida inicial de utilidad es menor ante una misma reducción en Φ , y el equilibrio intertemporal

entre efecto e...ciencia y desplazamiento se da para niveles más bajos de $\hat{\Phi}_F$. Dicho de otra forma, cuando cae $\hat{\Phi}_F$, el efecto e...ciencia pierde importancia relativa respecto del efecto desplazamiento, favoreciendo el reparto del gasto público hacia la inversión.

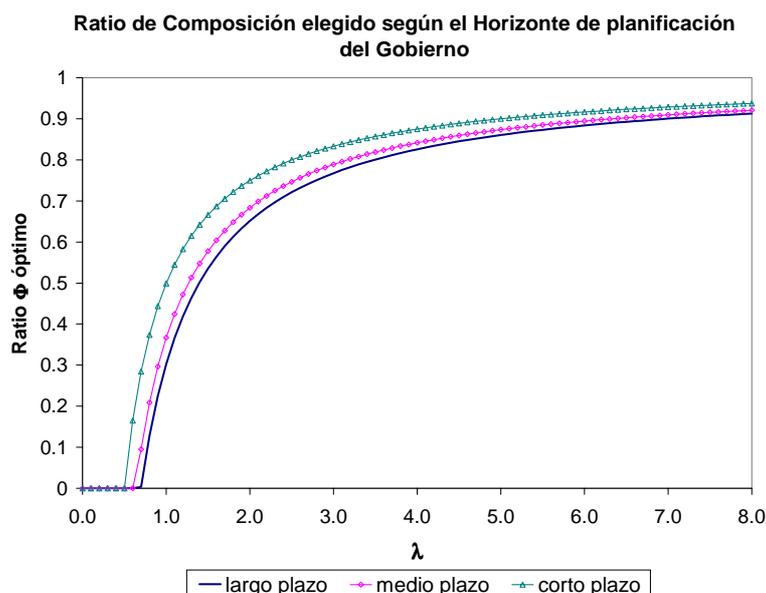
5.2.1.8 EL CASO DE UN GOBIERNO PREOCUPADO POR EL LARGO PLAZO

Un ejercicio que hemos considerado igualmente interesante es el análisis de en qué medida cambiaría la decisión sobre composición del gasto el hecho de que el gobierno tuviera en cuenta sólo los efectos de corto plazo. Esta posibilidad reñiría el caso de un gobierno cuya función objetivo es la maximización del apoyo político, que depende fundamentalmente del bienestar de las generaciones presentes.

Para ello, hemos repetido el ejercicio anterior, pero cambiando el periodo temporal a lo largo del cual se desea maximizar el valor de la utilidad intertemporal. Así, consideramos tres alternativas:

1. La que veníamos empleando, que implica tener como función objetivo la maximización de la utilidad descontada a lo largo de todo el ciclo vital de un consumidor de vida in...nita (lo que hemos denominado como caso de largo plazo).
2. Buscar la maximización de la utilidad descontada a lo largo de los 100 primeros periodos desde que se produce el cambio en la política de composición del gasto público (medio plazo).
3. Maximizar la utilidad descontada a lo largo de los 50 primeros periodos (corto plazo).

Los resultados obtenidos se plasman en el gráfico:



La conclusión obtenida es que cuanto más corto sea el periodo considerado, mayor será el ratio de composición elegido. Este resultado se debe a que cuanto más corto sea

el periodo de planificación del gobierno, se ponderarán más los efectos de los primeros periodos: es decir, las pérdidas de utilidad inicial si se produce una caída respecto del valor inicialmente calibrado o las ganancias si se incrementa el ratio respecto del inicial. Por ello, se van a tratar de minimizar las pérdidas de utilidad del corto plazo (lo cual se conseguirá reduciendo menos el ratio respecto del inicial) o maximizar las ganancias de utilidad del corto plazo (lo que se logra incrementando más el ratio en relación al inicial). Este ejercicio es equivalente al de reducción en el parámetro de descuento, aunque tiene la ventaja de no implicar alteraciones en el tipo de interés de estado estacionario, como sí ocurre cuando se altera β .

5.2.2 COMPOSICIÓN ÓPTIMA PARA DISTINTOS TAMAÑOS DEL GASTO O LA PRESIÓN FISCAL

Nos preguntamos si la composición óptima del gasto público debe coincidir para economías con distintos tamaños del gasto ($\bar{\Gamma}$) o de la presión fiscal ($\bar{\Upsilon}$). Por ejemplo, ¿debe aplicarse el mismo reparto del gasto en EEUU, con $(\bar{\Gamma}, \bar{\Upsilon}) = (0.13, 0.28)$, que en la Eurozona, con $(\bar{\Gamma}, \bar{\Upsilon}) = (0.25, 0.43)$? Este ejercicio también resulta interesante en la medida en que los últimos años se han caracterizado por una reducción sostenida en el ratio Γ y un incremento sostenido en Υ en ambas áreas económicas, como ilustraremos posteriormente.

Podemos considerar dos supuestos alternativos respecto de la forma en que el gobierno equilibra su presupuesto cuando decide reducir el gasto público. La primera posibilidad consiste en suponer que el gobierno reduce el tipo impositivo de forma paralela a la caída en el ratio Γ . Esta opción implica que el déficit público permanecería constante en términos de PIB. La segunda posibilidad es mantener constante la presión fiscal, lo que supondría reducir el déficit público en términos de PIB.⁶ Esta segunda posibilidad parece la más cercana a la evolución tendencial mostrada por las economías americana y europea, como mostramos un poco más adelante.

Por otro lado, puesto que la tendencia histórica en las economías americana y europeas ha sido de incremento tendencial en la recaudación impositiva y las transferencias corrientes (como porcentaje del PIB) mientras que los gastos exhaustivos han disminuido en proporción del PIB, nos ceñimos al supuesto de que las variaciones en la presión fiscal irán destinadas a transferencias corrientes (además, el otro supuesto sería equivalente al primer caso).

⁶Dado el presupuesto público:

$$T_t + \text{Deficit} = G_t + TR_t$$

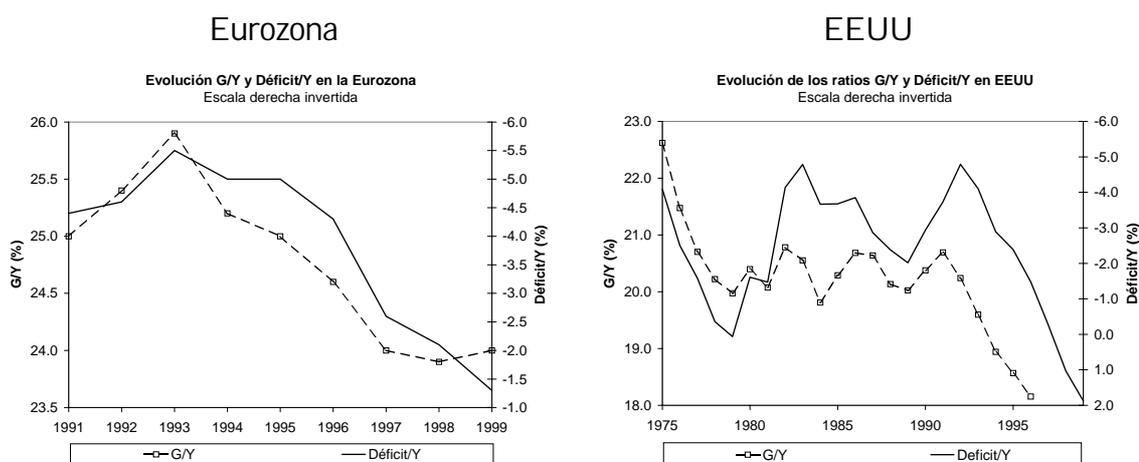
Reordenando obtendríamos que:

$$\text{Deficit} = G_t + TR_t - T_t$$

Supuesto que la presión fiscal ($T_t = Y_t$) se mantiene constante, las reducciones del gasto público permitirían caídas del déficit (todo ello expresado en términos de PIB). En cambio, la reducción de la presión fiscal paralela a la caída del gasto ($\tau_{t+1} = \tau_t + (\tau_{t+1} - \tau_t)$) implicaría el mantenimiento de un déficit constante en términos de PIB.

5.2.2.1 Valores alternativos de Γ , con presión ...scal invariante

En los grá...cos que se muestran a continuación se plasma la evolución del gasto público y el dé...cit para las economías americana y la eurozona. Ambas áreas económicas se han caracterizado por una reducción sostenida del dé...cit público paralela a la caída del gasto público⁷. Este comportamiento es compatible con el mantenimiento de un nivel constante de presión ...scal tras la reducción en el tamaño del gasto público en nuestra ecuación de presupuesto público (ver nota a pie previa).



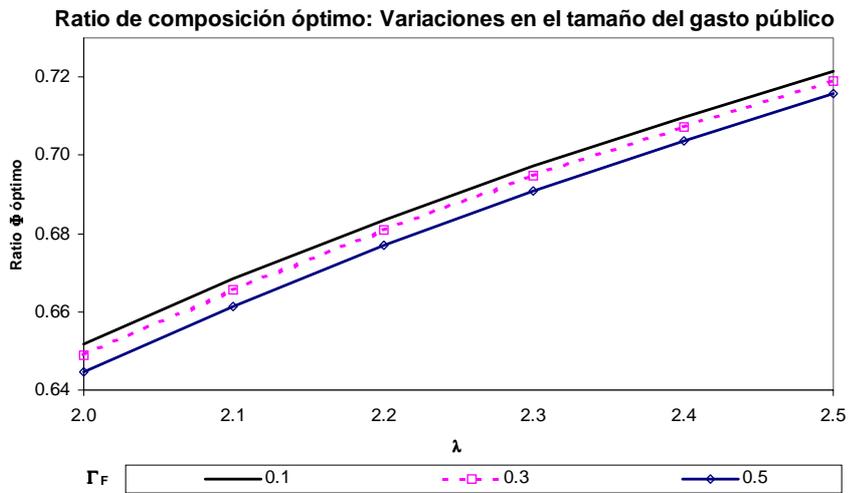
Si empleásemos la regla de oro estática para optimizar el reparto del gasto público, la decisión no resultaría alterada cuando considerásemos distintos tamaños del gasto público ($\Phi^a = 1$; $1 = \dots$). Pero, nos planteamos qué ocurriría si el gobierno desea tener en cuenta los costes de bienestar durante la transición desde la situación inicial a la nueva. En este caso, volvemos a realizar el ejercicio consistente en calcular el ratio Φ_F que maximiza la utilidad descontada a lo largo de la transición entre los estados estacionarios inicial y ...nal, considerando ahora tamaños del gasto público alternativos.

En el siguiente grá...co se compara el ratio Φ_F para tres valores de Γ : el valor de referencia 0.3, un valor más bajo (0.1) y uno más alto (0.5) (sólo mostramos un pequeño intervalo de valores de \dots , para que la escala permita apreciar las diferencias en el ratio óptimo, pero el per...l mostrado es extrapolable a todos los valores de \dots).

⁷Definición de variables:

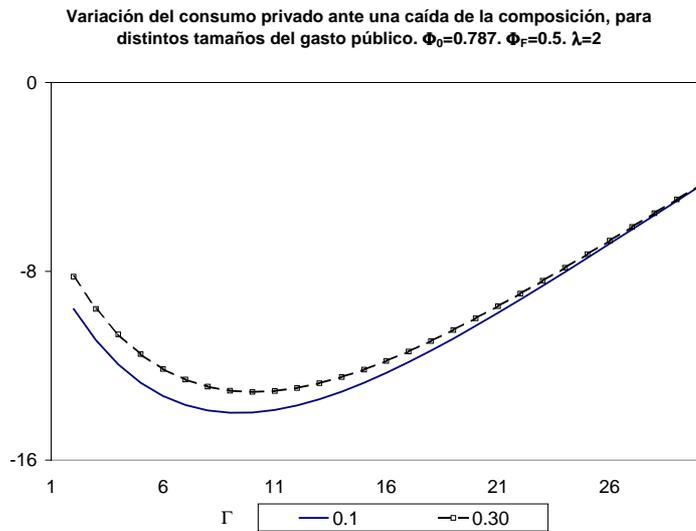
1. Para la Eurozona: G/Y=Consumo público del gobierno general, según ESA 95, más total gasto de capital (inversión más transferencias de capital), como % sobre PIB. Dé...cit/Y= dé...cit (-) o superávit (+) total, como % sobre PIB. Fuente: Banco Central Europeo, Boletín Mensual, octubre 2000 (anexo estadístico página 44).

2. Para EEUU: G=Gasto público en PIB (consumo más inversión). Dé...cit= Dé...cit total del gobierno (gobierno federal más gobiernos estatales y locales). Y= PIB. Fuente: Bureau of Economic Analysis.



Podemos comprobar cómo la respuesta del ratio de composición óptimo es de signo opuesto a la variación de Γ . Es decir, un sector público pequeño debe destinar una mayor proporción de su gasto a consumo.

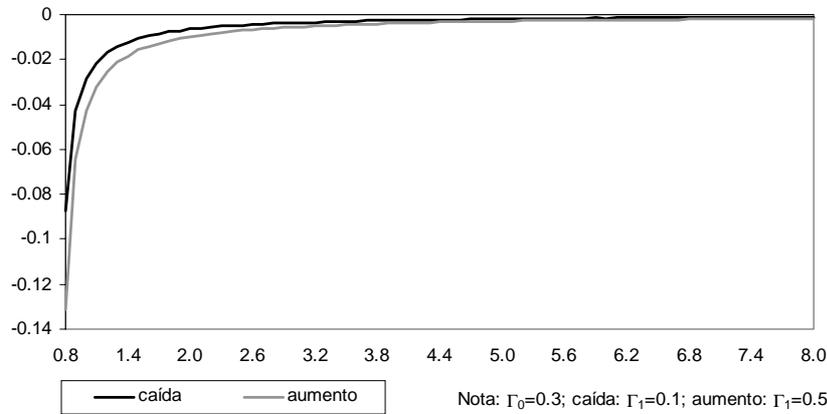
La explicación de este resultado es la siguiente. Cuando el tamaño del gasto público es inferior al de referencia (manteniendo constante la presión ...scal), aumenta la proporción de renta nacional que percibe el consumidor. Ello deriva en un aumento de la disposición del agente a la sustitución intertemporal del consumo (ver condiciones de estabilidad), es decir, está dispuesto a renunciar a más consumo presente si se produce una caída en el stock de capital, para volver a alcanzar el equilibrio más rápidamente. La alteración en la velocidad de ajuste del sistema modi...ca el balance dinámico entre los efectos e...ciencia y desplazamiento que genera una recomposición del gasto sobre las infraestructuras nominativas. Concretamente, gana importancia relativa el efecto e...ciencia en los primeros periodos tras la recomposición del gasto, lo que provoca que el equilibrio intertemporal se logre para valores más elevados de $C_g=G$ (permite menores pérdidas iniciales si $\Phi_F < \Phi_0$ o logra mayores ganancias si $\Phi_F > \Phi_0$). En el grá...co se muestra cómo la respuesta del consumo privado ante una misma caída de Φ , aumenta para sectores públicos pequeños, incrementándose la magnitud del efecto e...ciencia de la recomposición en los primeros periodos.



En el siguiente gráfico se muestra la elasticidad del ratio de composición óptimo respecto del tamaño del gasto, es decir, la variación porcentual de $\hat{\Phi}_F$ ante un cambio de un 1% en Γ . Las principales conclusiones son las siguientes:

1. La variación en $\hat{\Phi}_F$ es siempre de signo opuesto a la de Γ , lo cual ya habíamos adelantado.
2. La magnitud del cambio es bastante pequeña (menos de un 0.15% de variación en $\hat{\Phi}_F$ por un 1% de variación en Γ ; es decir, en términos porcentuales, la variación en $\hat{\Phi}$ es como máximo una décimoquinta parte de la de Γ para los casos paramétricos analizados); es decir, es mucho más determinante de la composición óptima el efecto eficiencia que el tamaño de Γ :
3. La elasticidad de $\hat{\Phi}_F$ es mayor ante aumentos del tamaño del gasto que ante caídas (si aumenta el peso de la demanda del sector público, es más importante redistribuir el gasto en favor de la inversión).
4. La elasticidad de $\hat{\Phi}_F$ es inversamente proporcional al valor de λ : cuanto mayor sea el carácter complementario del consumo público, menos determinante es el tamaño del gasto público en la decisión de reparto óptimo.
5. Puede también comprobarse que la elasticidad del ratio de composición óptimo crece con la magnitud de la variación en el tamaño del gasto público (Γ).

Elasticidad del ratio de composición óptimo respecto del tamaño del gasto



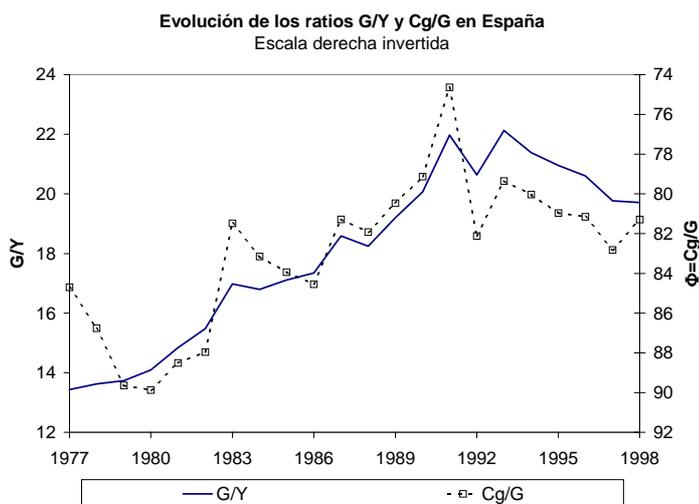
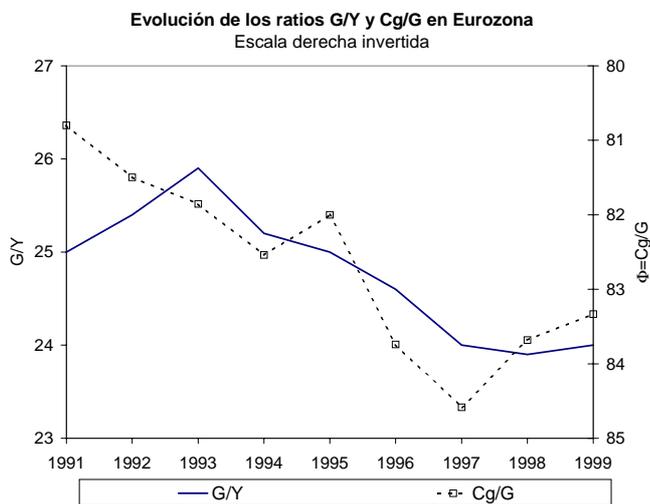
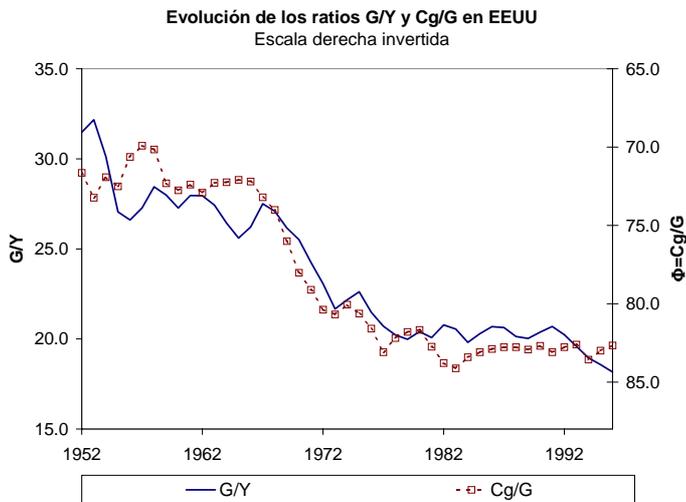
Ahora bien, ¿es interesante alterar la política de composición óptima en términos de ganancias de bienestar?. En la siguiente tabla se comparan, para $\Gamma = 0:1$ las ganancias de bienestar respecto de la situación inicial (Φ_0) si se utiliza los niveles Φ_F frente a Φ_F . Podemos concluir que los beneficios agregados son puramente marginales, en línea con la reducida elasticidad de la composición óptima respecto del tamaño del gasto público.

Φ_F	Φ_F _{i=0:1}	Ganancia bienestar ₁	Φ_F _{i=0:3}	Ganancia bienestar ₂	Ganancia ₁ -Ganancia ₂
1.3	0.4642	11.0807%	0.4598	11.0795%	0.00124%
1.5	0.5356	8.0873%	0.5318	8.0891%	0.00119%
2.5	0.7214	1.0704%	0.7191	1.0693%	0.00109%
3.5	0.8010	0.07591%	0.7994	0.07484%	0.00107%

Como ejemplos particulares mostramos a continuación cuál ha sido la evolución de los ratios Φ y Γ en Estados Unidos, la Eurozona y España en los últimos años, para tratar de evaluar la optimalidad de la política seguida.⁸

⁸Variables:

1. Estados Unidos: C_g/G = Consumo público no militar sobre el total de gasto público no militar. Fuente: Bureau of Economic Analysis.
2. Eurozona: C_g = Consumo público total, según ESA 95. Fuente: Banco Central Europeo, Boletín Mensual, octubre 2000, (pág 44 apéndice estadístico).
3. España: C_g = Consumo público (remuneración de personal más compras de bienes y servicios). G = Consumo público más inversiones reales. Y =PIB. Fuente: Dirección General de Previsión y Coyuntura, Ministerio de Economía y Hacienda.



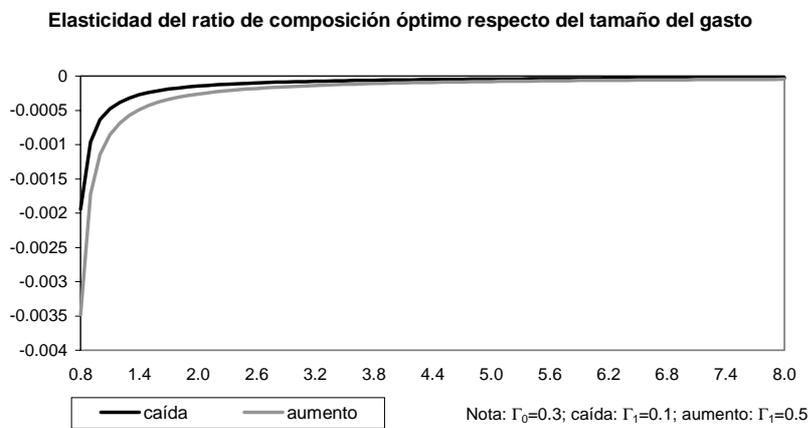
En los tres ejemplos mostrados podemos comprobar cómo la tendencia reciente es la de una reducción del tamaño del gasto público exhaustivo (consumo más inversión) sobre el producto agregado.

Además, en los tres casos la tendencia seguida por los ratios Γ y Φ parece sintonizar con los resultados de optimalidad que hemos encontrado, ya que la caída en la proporción de producto destinada a gasto público ha ido acompañada de un incremento en Φ (nótese que la escala de la derecha se muestra invertida).

5.2.2.2 Valores alternativos de Γ , con cambios de la presión ...scal

Como hemos anticipado, este supuesto corresponde a una disminución del gasto público con presupuesto equilibrado, lo que implica mantener constante el volumen de dé...cit público en términos de producción agregada.

Los resultados que obtenemos son cualitativamente los mismos que en el caso de mantenimiento de la presión ...scal, pero la elasticidad de la composición óptima es mucho más reducida, tal y como se muestra en el grá...co siguiente:



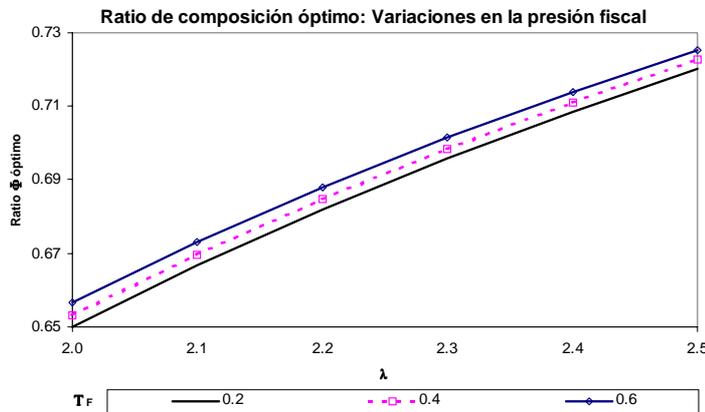
En el caso de que variemos simultáneamente Γ y Υ respecto de los casos de referencia, no está claro qué ocurrirá con el ratio de consumo privado sobre renta agregada. Por ello, tampoco está determinado el efecto sobre la sustitución intertemporal de consumo o sobre la velocidad de ajuste del sistema. En el caso paramétrico utilizado por nosotros, el ratio de composición para el cual se llega al equilibrio intertemporal entre efecto e...ciencia y efecto desplazamiento apenas cambia respecto del óptimo para el Γ de la economía de referencia. A partir de aquí podemos concluir que las ganancias de bienestar derivadas de ajustar la composición óptima al nuevo tamaño del gasto público son prácticamente despreciables.

5.2.2.3 Valores alternativos de Υ , con tamaño del gasto invariante

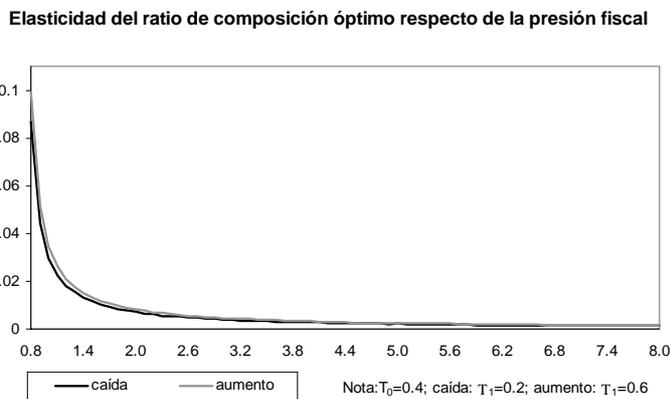
A continuación replicamos el mismo ejercicio realizado en el apartado anterior, para distintos niveles de presión ...scal. Suponemos como caso de referencia $\Upsilon_0 = 0.4$, y analizamos los casos alternativos de una presión más reducida (0.2) y una más elevada (0.6). Como antes, el procedimiento consiste en buscar la senda $[\bar{\Phi}_{t=0}=0.787, \bar{\Phi}_{t>0}=\bar{\Phi}^{OPT}]$ que maximiza el flujo descontado de utilidades, condicionado a un valor de ψ para cada valor de la presión ...scal, siguiendo la metodología expuesta en el primer apartado.

En el grá...co se muestra la relación entre el ratio $\hat{\Phi}_F$ y distintos valores del parámetro ψ (puede aplicarse el mismo comentario que en el caso anterior: se elige un rango reducido

de valores para que resulte apreciable la diferencia en el ratio óptimo).



Igualmente, se muestra gráficamente el valor de la elasticidad del ratio de composición óptimo para los casos de caída o aumento en la presión fiscal.

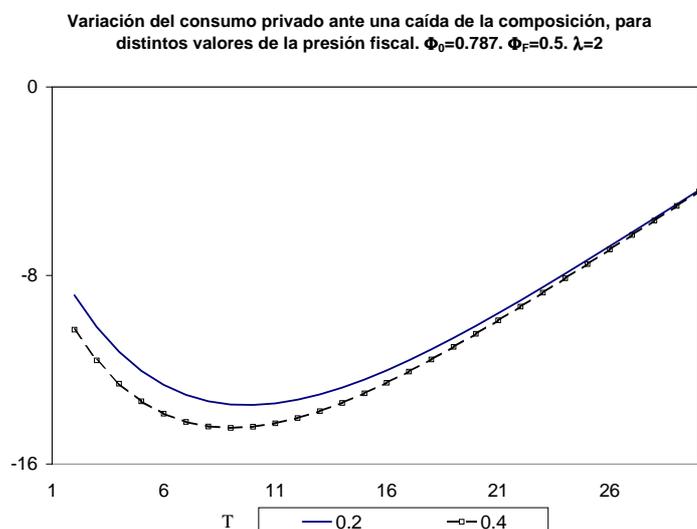


En este caso, la elasticidad del ratio óptimo de composición respecto de la presión fiscal es positiva, lo que implica que cuanto mayor sea la presión fiscal mayor es la proporción de gasto público que debería dedicarse a consumo (aumenta $\hat{\Phi}_F$). Las magnitudes de las elasticidades son similares a las que se dan en el caso de variaciones en el tamaño del gasto (el máximo se encuentra en una variación de $\hat{\Phi}_F$ que es aproximadamente una décima parte de la variación de la presión fiscal).

Como ocurría en el ejercicio anterior, la elasticidad del cambio en la composición óptima es algo superior en el caso de aumentos en la presión fiscal que en el caso de reducciones en ésta. Igualmente, la magnitud de la elasticidad es inversamente proporcional al efecto eficiencia que ejerce el consumo público sobre las infraestructuras. Además puede comprobarse que, para cualquier λ , la elasticidad del $\hat{\Phi}_F$ es tanto mayor cuanto mayor sea la magnitud del cambio en la presión fiscal.

Cuanto mayor sea la presión fiscal de una economía, utilizado en mayores transferencias al sector privado (es lo que se ha producido de forma general en Europa y Estados Unidos), mayor es el ratio de $C=Y$ en el estado estacionario. Ello genera un aumento de la disposición del agente a la sustitución intertemporal del consumo ante una caída del capital privado. Como consecuencia, los efectos eficiencia iniciales de una reducción de Φ (caída de Kg^E , r , Kp) aumentan su importancia relativa. Ello determina que el equilibrio intertemporal entre el efecto eficiencia y desplazamiento se logre para niveles

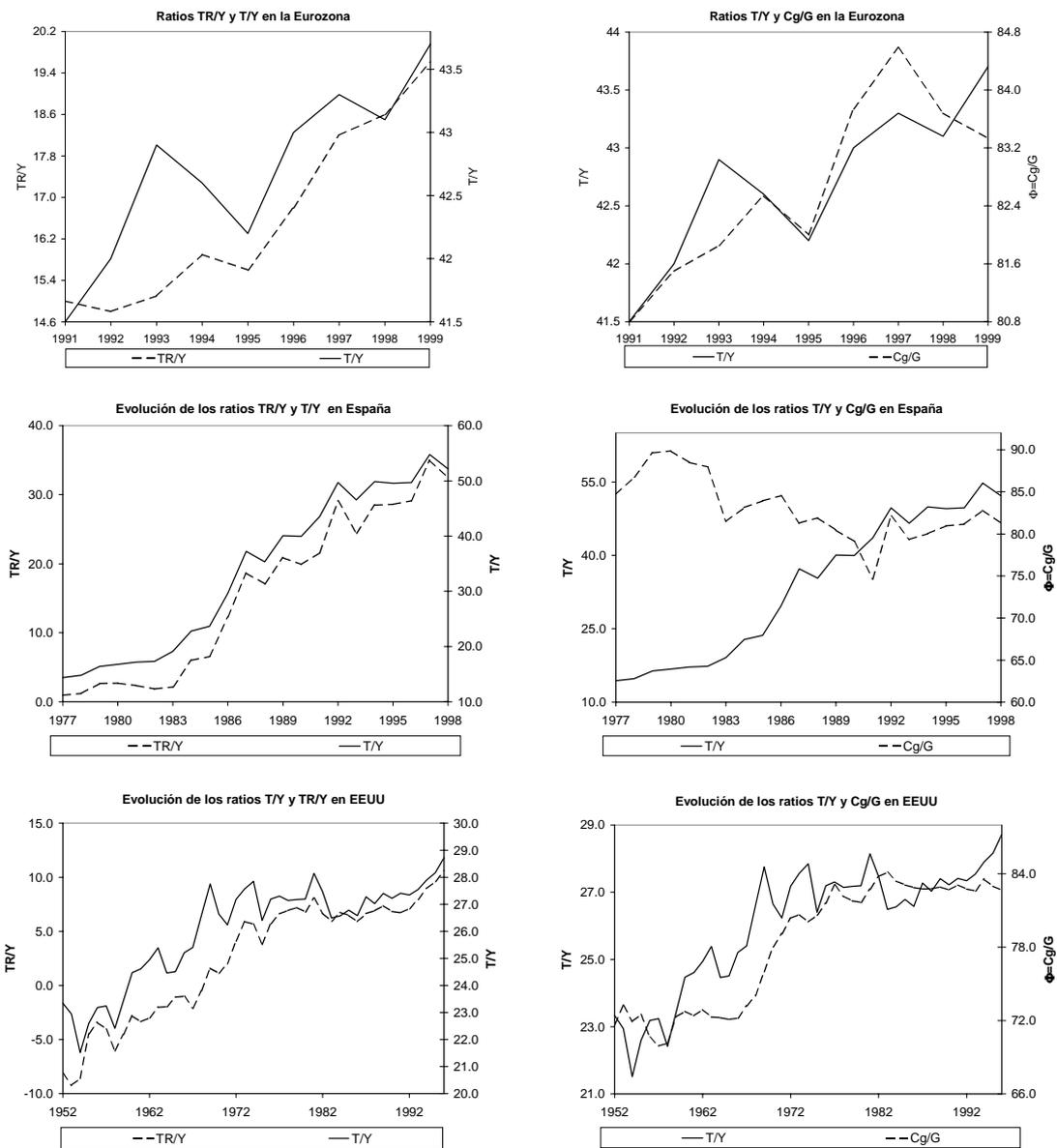
más elevados de la composición.



El beneficio en términos de bienestar de ajustar la composición óptima frente a la que corresponde a la economía de referencia es, como en el caso de cambios en el tamaño del gasto, considerablemente reducida. En la siguiente tabla se comparan, para $\Upsilon = 0:6$ las ganancias de bienestar respecto de la situación inicial (Φ_0) si se utiliza los niveles $\Phi_F = 0:6$ frente a $\Phi_F = 0:4$.

Υ	$\Phi_F = 0:6$	Ganancia bienestar ₁	$\Phi_F = 0:4$	Ganancia bienestar ₂	Ganancia ₁ -Ganancia ₂
1.3	0.4719	11.6316%	0.4665	11.6296%	0.00208%
1.5	0.5423	8.4423%	0.5376	8.4403%	0.00203%
2.5	0.7254	1.0398%	0.7226	1.0380%	0.00179%
3.5	0.8038	0.1215%	0.8018	0.1196%	0.00187%

También ilustramos el análisis con la evolución reciente de los ratios de presión fiscal y composición del gasto en EEUU, la Eurozona y España. En todas las economías se han calculado las transferencias como diferencia entre los impuestos (directos, indirectos y contribuciones sociales) y los gastos exhaustivos (consumo más inversión), para hacerlas equivalentes a las transferencias de nuestro modelo.



En la eurozona vemos que se ha producido en los últimos años un crecimiento de los impuestos (directos+indirectos+contribuciones sociales) acompañado de un crecimiento de las transferencias. También vemos que el incremento en la presión ...scal ha ido acompañada de un crecimiento paralelo en la proporción de consumo público sobre gasto público (nuestro ratio Φ). En este sentido, la política seguida coincide de nuevo en términos cualitativos con los resultados de optimalidad que hemos encontrado nosotros. Probablemente en magnitud no, porque en nuestro modelo la elasticidad del ratio Φ óptimo es muy pequeña respecto de cambios en el ratio de presión ...scal.

En el caso español, el primero de los grá...cos muestra una evolución de las transferencias y la presión ...scal muy similar a la europea, siendo destacable la similitud entre la senda de ambas series. Respecto de la evolución de los impuestos frente al ratio de composición, podemos observar dos etapas claramente diferenciadas: a) el periodo 77-90, en el que el ratio de composición evoluciona de forma inversa a los resultados

cualitativos de nuestro modelo y b) el periodo 91 en adelante, en el que ambas series evolucionan de forma paralela, como ocurría en la Eurozona.

Como en el caso de la Eurozona, encontramos que la evolución reciente de las transferencias y los impuestos en EEUU ha sido creciente. Respecto de la tendencia seguida por el ratio de composición en relación al de presión ...scal, parece intuirse que el primero reacciona con cierto retraso a variaciones en la segunda, la cual por otra parte, parece ser más volátil. En cualquier caso, el ratio de composición parece seguir las conclusiones normativas de nuestro modelo.

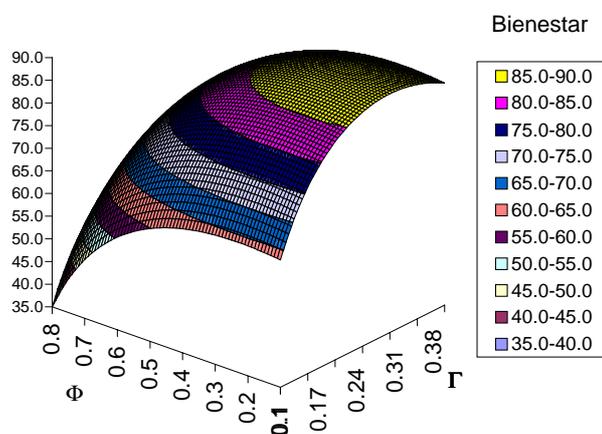
Como extensión interesante al análisis realizado queda la determinación de la política de composición óptima sin imponer restricciones respecto de la magnitud o momento temporal en que se produce la reforma. Es decir, que la extensión natural al estudio sería la realización de un ejercicio de optimización a lo Ramsey, cuyos resultados compararíamos con los de nuestro estudio preliminar.

5.2.3 INTERCAMBIO ENTRE COMPOSICIÓN Y TAMAÑO DEL GASTO

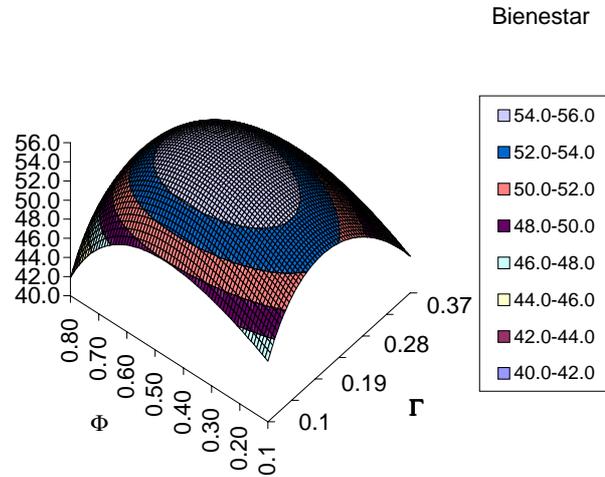
En los siguientes gráficos mostramos los niveles de bienestar logrados para distintas combinaciones de composición y tamaño del gasto. Las curvas corresponden a combinaciones que permiten obtener un mismo nivel de bienestar, más alto conforme nos desplazamos al noreste.

El ejercicio se ha realizado evaluando el bienestar de estado estacionario, y también evaluando la utilidad descontada durante la transición desde el estado inicial $(\Phi_0; \Gamma_0) = (0.78, 0.13)$ hasta el estado estacionario correspondiente a cada combinación del gráfico $(\Phi_i; \Gamma_j)$. El análisis se ha llevado a cabo para un valor de $\beta^9 = 0.32$ y de $\delta = 1.3$. Además, se impone presupuesto equilibrado para el gobierno $(\Upsilon_{j;t} = 0.283 + (\Gamma_{j;t} - 0.13))$. El resto de valores paramétricos coinciden con el caso de referencia.

Curvas de Indiferencia entre Composición y Tamaño del Gasto: Evaluando estados estacionarios



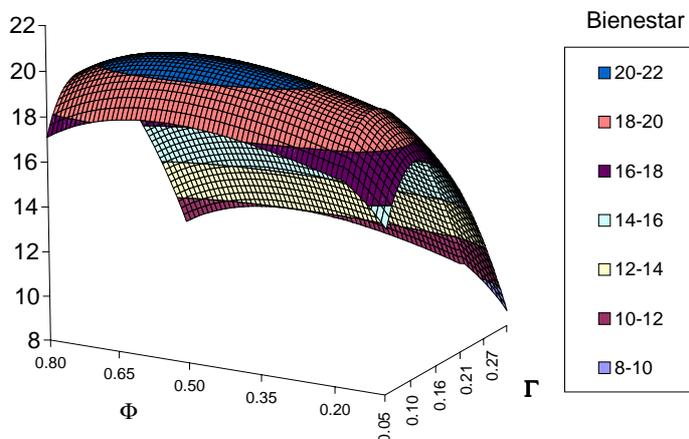
Curvas de Indiferencia entre Composición y Tamaño del Gasto: Evaluando transiciones



En línea con los resultados previos, comprobamos que tener en cuenta los efectos durante la transición implica la necesidad de optar por un valor más alto de composición. Un resultado adicional de este ejercicio se encuentra en los resultados de optimalidad obtenidos en relación al tamaño del gasto público. Podemos comprobar que tener en cuenta los efectos durante la transición reduce sustancialmente el tamaño óptimo del gasto (cayendo desde el 30% al 21.5%).

Centrándonos ya en el experimento que evalúa la dinámica de transición, obtenemos algunos otros resultados. Se verifica la ortogonalidad del tamaño óptimo del gasto respecto del ratio de composición. También se da una fuerte dependencia del tamaño óptimo respecto del valor impuesto para el parámetro α^g , como puede verse en el siguiente gráfico donde se ha reproducido el mismo ejercicio para un valor $\alpha^g = 0.16$.

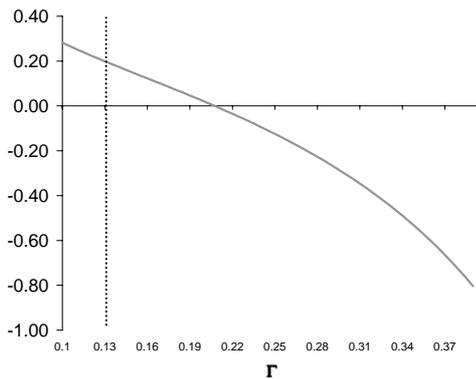
Curvas de Indiferencia entre Composición y Tamaño del Gasto: Evaluando transiciones ($\alpha^g=0.16$)



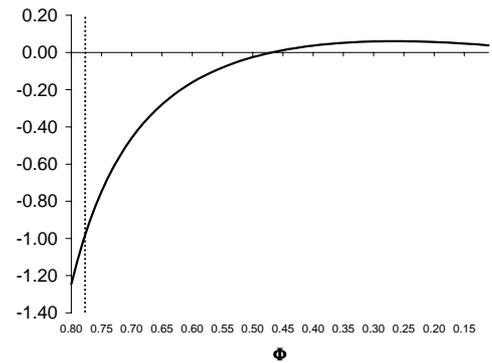
Para evaluar el perjuicio de posibles desviaciones respecto del óptimo, calculamos la elasticidad del bienestar respecto de los dos ratios de variable ...scal, manteniendo

la otra en su valor calibrado. En ambos grá...cos se muestra con una línea vertical el valor de la variable correspondiente al caso de referencia. Para la situación calibrada $(\Gamma; \Phi)=(0.13,0.78)$, el incremento potencial de bienestar es considerablemente mayor si se altera la composición actual un 1% en dirección a la situación óptima que si se hace con el tamaño del gasto. En cambio, si se evalúa el gradiente de la función respecto de cada una de las variables es algo mayor para variaciones en el tamaño del gasto público, tal como se muestra en los dos grá...cos inferiores.

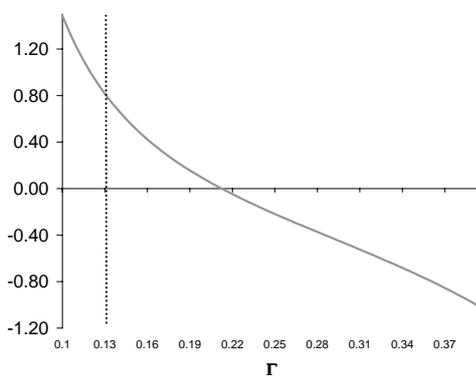
Elasticidad del bienestar respecto de Γ ($\Phi=0.787$)



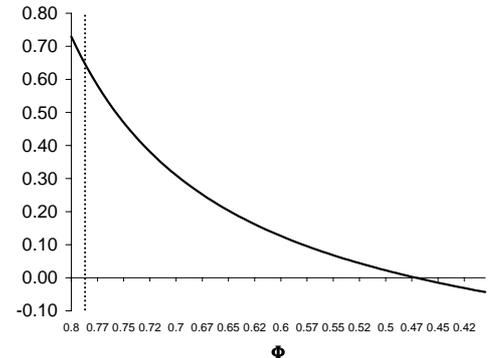
Elasticidad del bienestar respecto de Φ ($\Gamma=0.13$)



Gradiente del bienestar respecto de Γ ($\Phi=0.787$)



Gradiente del bienestar respecto de Φ ($\Gamma=0.13$)



5.3 POLÍTICAS DE ESTABILIZACIÓN

En esta sección nos ocupamos de analizar la optimalidad de las propiedades estocásticas del ratio de composición, frente a la sección previa cuyo análisis ha sido de tipo determinista. Por tanto, el objeto de análisis son ahora los parámetros contenidos en la matriz autorregresiva (Δ_1) y la matriz de varianzas y covarianzas (Σ) del proceso de...nido en la ecuación (5.1).

Por ello, el enfoque de ambas secciones es distinto, resultando conveniente hacer alguna puntualización antes de iniciar la exposición de los resultados.

Frente a los ejercicios previos, en los que se producían cambios permanentes en los niveles medios de las variables desde una situación inicial a otra nueva, aquí realizamos un ejercicio que implica alteraciones periodo a periodo de los ratios que de...nen la política ...scal. Estas alteraciones han sido originadas mediante perturbaciones estocás-

ticas estacionarias en torno al valor medio calibrado para las variables en la economía observada. En este segundo caso, por tanto, no nos interesa analizar el efecto de la política económica sobre el nivel de las variables sino la magnitud de sus desviaciones respecto del estado estacionario determinista. Hay que tener en cuenta que los efectos sobre el nivel de las variables son en media nulos, ya que las perturbaciones tienen media cero y, por tanto, los efectos positivos de un periodo se compensarán con los negativos de otros.

Comenzamos con el estudio de la respuesta óptima del ratio de composición del gasto público ante perturbaciones tecnológicas. Posteriormente, analizaremos la respuesta óptima a perturbaciones en el tamaño del gasto y la presión ...scal.

5.3.1 RESPUESTA ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO PÚBLICO AL CICLO ECONÓMICO

La pregunta que hay detrás de este ejercicio es la siguiente: ¿El ratio de composición del gasto público debe ser procíclico o contracíclico?

Basándonos en Lucas (1987), podemos aproximar el flujo incondicional de la utilidad de vivir en una economía con perturbaciones mediante una expansión de segundo orden de la función de utilidad en torno al estado estacionario determinista.

En el caso de que la utilidad instantánea sea logarítmica, las reglas de decisión log-lineales e independientes de la función de distribución de las perturbaciones y éstas sigan una distribución lognormal (como es nuestro caso), puede comprobarse que dicha aproximación es (Portier y Puch (1998)):

$$W^l = \frac{1}{1 - \beta} \left[\frac{1}{1 - \beta} C_{ss}^{1-\beta} - \frac{1}{2} \beta C_{ss}^{1-\beta} \sigma_c^2 \right]$$

siendo: σ_c^2 la varianza empírica de la serie de consumo.

El valor del consumo permanente asociado a esta economía con perturbaciones será:

$$C_{ss} = \frac{\beta}{(1 - \beta)(1 - \beta)} W^l \beta^{1-(1-\beta)}$$

Nuestro propósito no consiste en evaluar el coste del ciclo económico, objetivo del trabajo de Portier y Puch, pero está relacionado con ello. Buscamos aquel valor de la correlación cruzada entre la perturbación tecnológica y la de composición $\rho_{z,A}$ (suponemos que dicha es una variable de control del gobierno, es decir, que el gobierno puede controlar la respuesta del ratio de composición a las perturbaciones no anticipadas de la tecnología⁹) que permita maximizar el valor de W^l o, lo que es equivalente, minimizar el valor de σ_c^2 , puesto que el primer término entre paréntesis de la expresión de la utilidad

⁹El enfoque en este ejercicio es distinto al de la sección 4.4.2 (Propiedades cíclicas de la economía simulada), en la que el ratio de composición del gasto se modelizaba como un valor medio que representaba el nivel objetivo fijado por el gobierno más una desviación aleatoria no controlable. En el enfoque normativo del capítulo 5, en cambio, suponemos que la desviación respecto del valor medio es una variable de control, es decir, suponemos que en cada periodo el gobierno puede implementar movimientos discrecionales de la variable de política respecto del nivel objetivo de largo plazo.

incondicional coincide para todos los posibles valores de $\rho_{z;\hat{A}}$ (el valor de estado estacionario para las variables sólo depende de los niveles medios para el ratio de política fiscal, $\bar{\Pi} = \bar{\Phi}; \bar{\Gamma}; \bar{\Upsilon}$; pero no de las variables que controlan sus propiedades estocásticas: parámetros de volatilidad, autocorrelación o correlaciones cruzadas).

El ejercicio que llevamos a cabo es el siguiente: escogemos una rejilla de valores para la correlación cruzada entre la tecnología y la composición ($\rho_{z;\hat{A}} = \text{cov}(z; \hat{A}) = (\frac{3}{4}z \text{ } \frac{3}{4}\hat{A})$), simulamos cada uno de los casos 50 veces, con muestras de tamaño 2000¹⁰, y buscamos el valor de la correlación que maximiza el valor esperado de la utilidad incondicional (o de forma equivalente, minimiza la volatilidad del consumo), que aproximamos como la media muestral de ésta para las 50 simulaciones realizadas.

Para hacer el ejercicio construimos el ratio de composición de forma que garanticemos que la correlación entre éste y la tecnología es la deseada¹¹. Veremos que la respuesta óptima de la composición del gasto ante la perturbación tecnológica ($\rho_{z;\hat{A}}$) depende de los valores paramétricos elegidos para el par $(\rho; \bar{\Phi})$, por lo que comenzaremos exponiendo los resultados del caso de referencia $(\rho; \bar{\Phi}) = (0.61, 0.79)$.

5.3.1.1 Caso de referencia

Los resultados obtenidos se presentan a lo largo de los siguientes gráficos¹². En primer lugar se muestra la relación entre la volatilidad del consumo y la correlación entre tecnología y composición, como función del parámetro ρ , de eficiencia del consumo público.

¹⁰Es muy importante que la longitud de la serie simulada sea suficientemente elevada para garantizar la estabilidad de las realizaciones obtenidas para la varianza del consumo (se ha comprobado que para este tamaño de las simulaciones la media muestral de las realizaciones para la volatilidad del consumo es estacionaria, de forma que es prácticamente idéntica a la media muestral de simulaciones de tamaño 15.000).

¹¹A partir de dos variables aleatorias, X e Y, independientes e idénticamente distribuidas Normal(0,1), generamos las perturbaciones:

$$z_t^Z = \frac{3}{4}z \text{ } X_t$$

y

$$z_t^{\hat{A}} = \frac{3}{4}\hat{A} \text{ } \rho_{z;\hat{A}} \text{ } X_t + \frac{1}{(1 - \rho_{z;\hat{A}}^2)} \text{ } Y_t$$

A partir de las perturbaciones, los procesos para la tecnología y la composición se obtienen de la forma habitual:

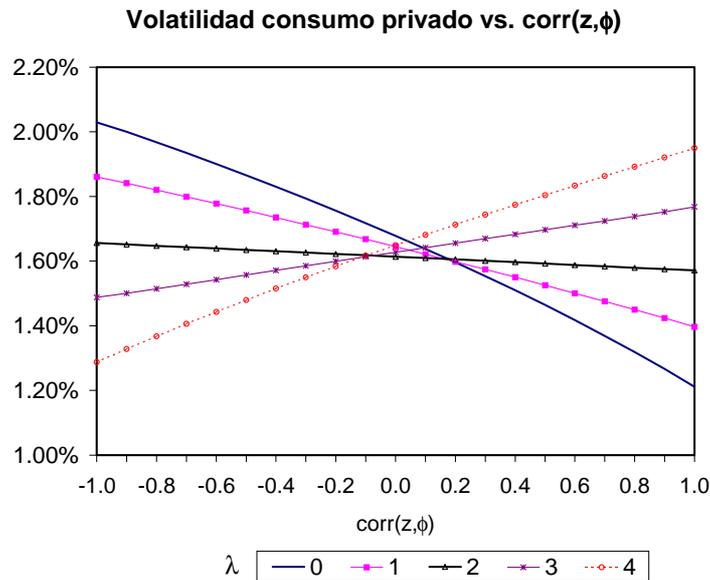
$$\ln V_t = (1 - \frac{1}{2}\nu) \ln(V) + \frac{1}{2}\nu \ln(V) + z_t^V$$

con $V_t = fz; \hat{A}g$

Es directo verificar que las series $z_t; \textcircled{z}_t$ así generadas cumplen que:

$$\text{Var}(z_t) = \frac{3}{4}z^2; \quad \text{Var}(\textcircled{z}_t) = \frac{3}{4}\hat{A}^2; \quad \text{Corr}(z_t; \textcircled{z}_t) = \rho_{z;\hat{A}}$$

¹²Para aislar los efectos derivados de alteraciones en la correlación cruzada hemos simulado el modelo sólo con la perturbación tecnológica y la de composición; es decir, a lo largo de las simulaciones, $z_t = z$ y $\textcircled{z}_t = \hat{A}$.

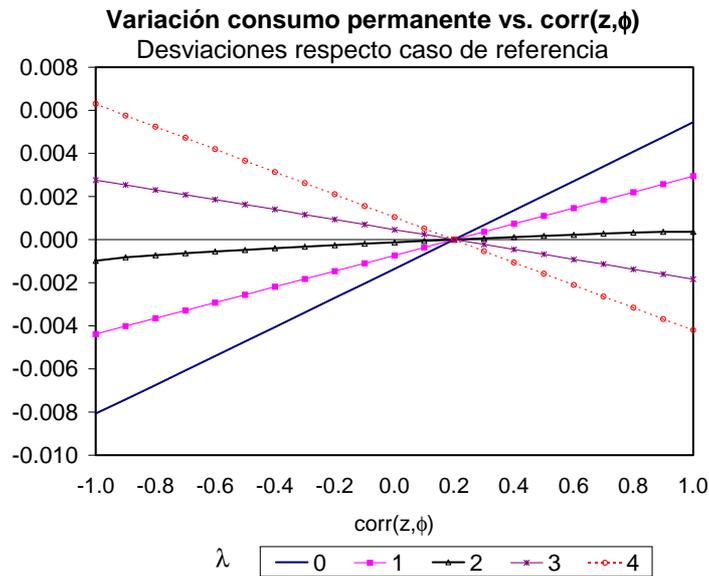


Podemos comprobar cómo los resultados que obtenemos dependen del grado de complementariedad del consumo público respecto de las infraestructuras, o lo que es igual, del efecto eficiencia que aquél pueda ejercer sobre éstas.

Si la complementariedad es nula o pequeña (hasta $\lambda \leq 2$), se minimiza la volatilidad del consumo mediante una correlación positiva perfecta entre las perturbaciones de tecnología y composición: es decir, una perturbación tecnológica positiva debe acompañarse de un incremento del ratio de composición (definido como consumo sobre total de gasto). Ello implicaría que el consumo público sería procíclico y la inversión contracíclica. En cambio, si la complementariedad es alta (λ superior a 3), la política que minimiza la volatilidad del consumo (maximiza la utilidad incondicional) es perfectamente contracíclica: es decir, la respuesta óptima de la composición del gasto es opuesta al signo de la perturbación tecnológica (si ésta es positiva, debe incrementarse la proporción de gasto dedicada a inversión en infraestructuras). En este segundo caso, el gasto público de inversión sería el procíclico y el de consumo contracíclico.

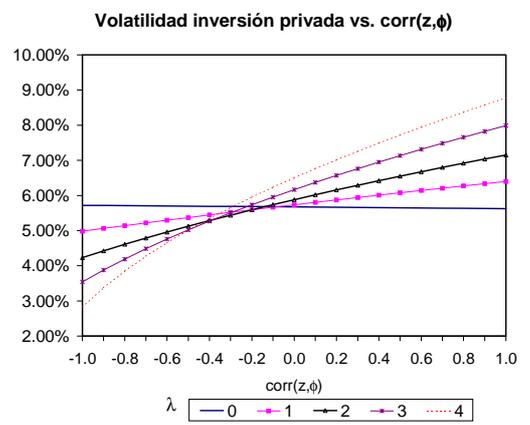
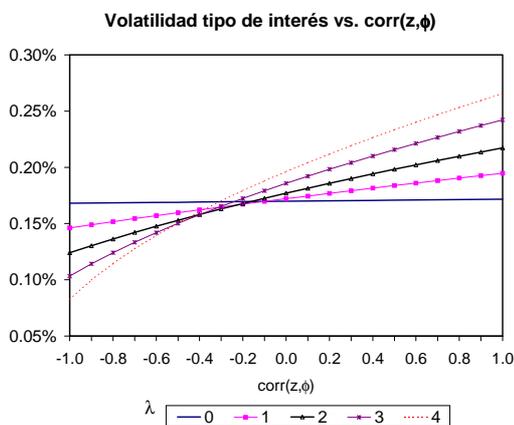
Podemos también observar que utilizar de forma discrecional el signo y magnitud de la respuesta de Φ a la tecnología puede ser un instrumento de reducción considerable de la amplitud del ciclo del consumo privado. La reducción de la volatilidad es particularmente significativa en los casos extremos de eficiencia: para el de eficiencia nula ($\lambda = 0$) la reducción de la volatilidad del consumo privado es del 40% y para la máxima ($\lambda = 4$) es del 34%.

El beneficio derivado de la optimización de la correlación entre tecnología y composición, en términos de consumo permanente, se presenta en el siguiente gráfico (se muestran las desviaciones respecto del caso calibrado, para el cual $\hat{z}_{z;A} = 0.2$).



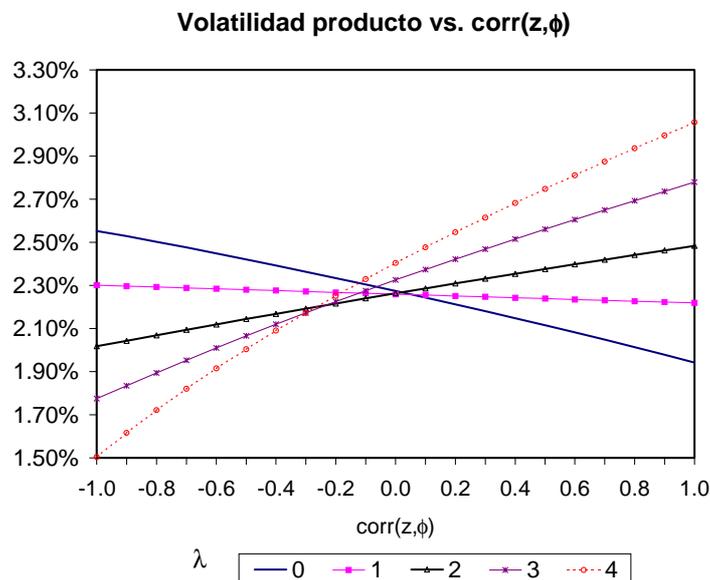
Podemos observar que los beneficios en términos de consumo permanente derivados de la optimización de \hat{z}_A son sensiblemente inferiores a los que obteníamos de la optimización del nivel medio de Φ . Este resultado ya ha sido apuntado por Cassou (1995), el cual concluía que los beneficios derivados de optimizar el nivel medio del impuesto eran muy superiores a los resultantes de optimizar alguna de sus propiedades estocásticas (autocorrelación, volatilidad, correlaciones cruzadas). Dicho resultado está también en la línea de los obtenidos por Lucas (1987, 1990) o McGrattan, Rogerson y Wright (1993). Esto se debe a que los efectos de cambios en los niveles medios de las variables de política son de primer orden, afectando a los niveles de estado estacionario determinista, mientras que los de las propiedades estocásticas son de segundo orden.

Cassou (1995) identifica las políticas impositivas óptimas (que obtiene siguiendo el mismo procedimiento que nosotros), con políticas que consiguen minimizar la volatilidad de la inversión privada. ¿Podemos también nosotros identificar la respuesta óptima de la composición con una política que permite minimizar la volatilidad de la inversión privada?. La respuesta, para el caso de referencia, es que sólo podemos equiparar la política óptima con la de minimización de la volatilidad de la inversión para algunos casos paramétricos. Para entenderlo, acudimos a los siguientes gráficos.



Para todos los valores de λ , la volatilidad del tipo de interés aumenta con la correlación entre tecnología y composición, lo que a su vez provoca incrementos en la volatilidad de la inversión privada. Por tanto, sólo en los casos de elevado grado de complementariedad entre el consumo público y las infraestructuras (efecto eficiencia alto) la política de composición óptima (contracíclica) consigue minimizar simultáneamente la volatilidad del consumo privado y de la inversión privada.

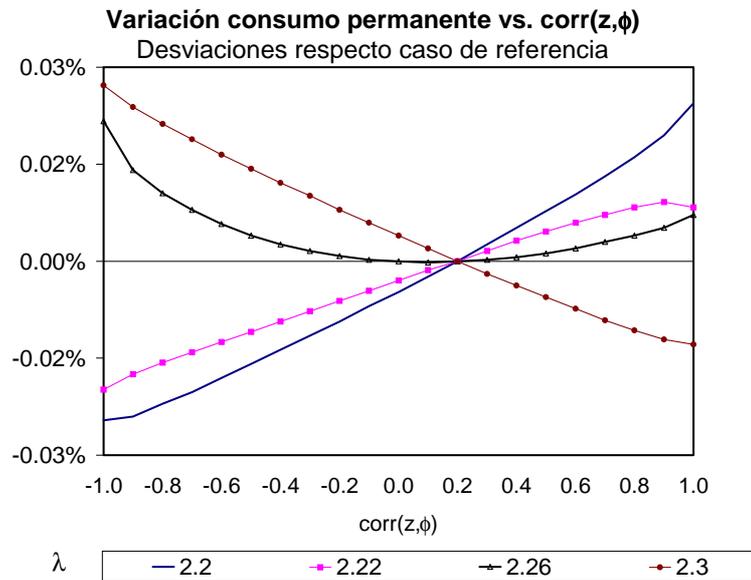
La relación entre la volatilidad del producto y el valor de \hat{z}_z^A depende del valor adoptado por λ , al igual que ocurría con el consumo privado. No obstante, el signo de la relación se convierte en positivo para valores de λ más reducidos que en el caso del consumo (si $\lambda = 2$, ya se verifica que $\partial \hat{z}_z^A / \partial \lambda > 0$ ¹³).



La posibilidad de reducir la amplitud del ciclo que muestra el PIB, medida a través de sus desviaciones respecto de su valor de estado estacionario, es mayor para los casos extremos de complementariedad (nula o alta) y muy reducida para los casos de complementariedad reducida ($\lambda \approx 1$): La optimización de \hat{z}_z^A permite una reducción de la volatilidad del producto del 23,9% para $\lambda = 0$, del 18,8%, 36,1% y 50,8% respectivamente para $\lambda = 2; 3; 4$ pero sólo el 3,6% para $\lambda = 1$.

En la medida en que se produce el paso de una pendiente negativa a pendiente positiva en la relación $\partial \hat{z}_z^A / \partial \lambda$, podemos intuir la existencia de casos en los que la política óptima no corresponda a una solución esquina, sino a soluciones interiores. De hecho así es: para el intervalo de valores de λ 2 (2.2, 2.3) encontramos casos en los que la relación entre la volatilidad del consumo y la correlación entre perturbaciones no es monótona, sino que pasa por un máximo o un mínimo:

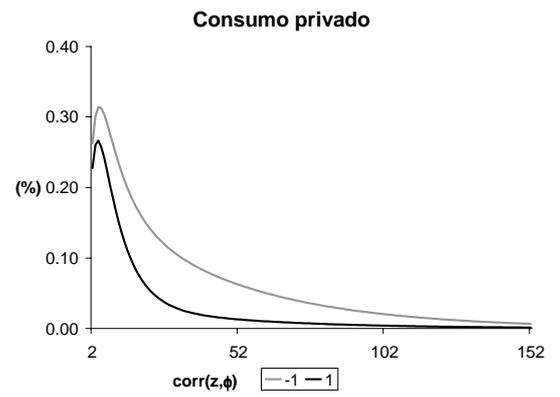
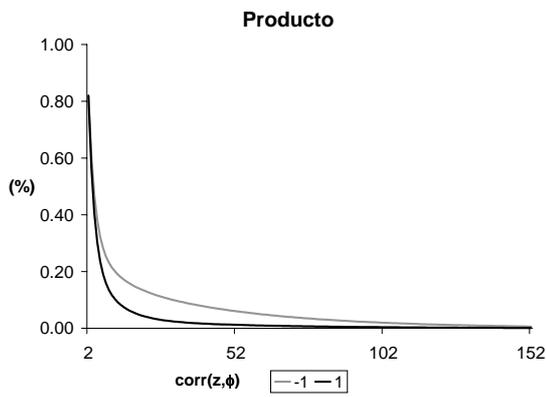
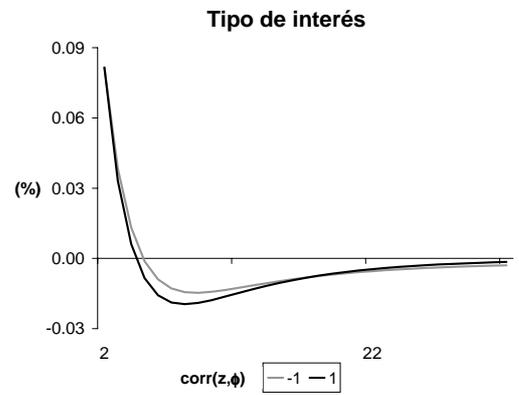
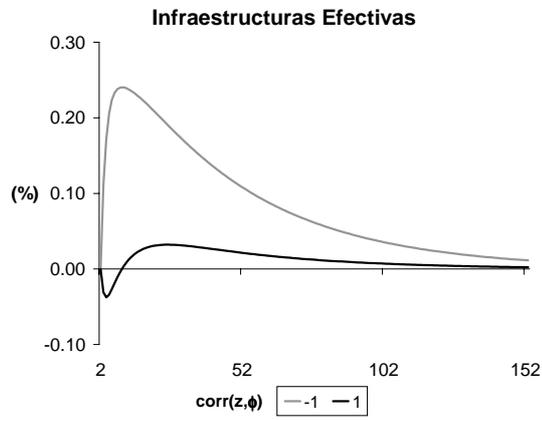
¹³La explicación es directa, si se tiene en cuenta que $\hat{z}_z^A = f(\hat{z}_c; \hat{z}_{ip})$, y para $\lambda = 2$, se verifica que $\partial \hat{z}_c / \partial \lambda < 0$, pero $\partial \hat{z}_{ip} / \partial \lambda > 0$.



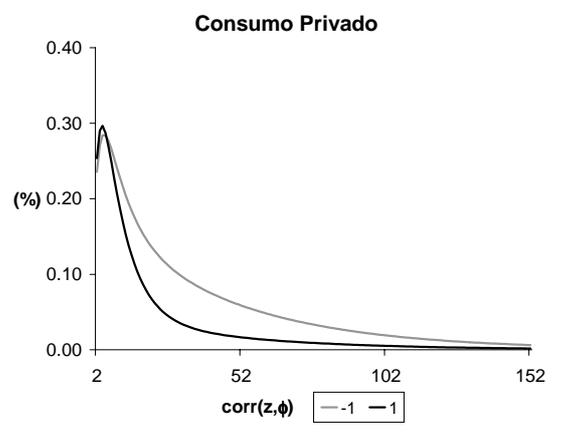
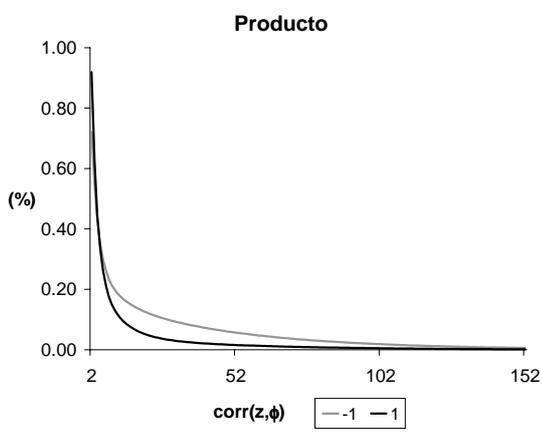
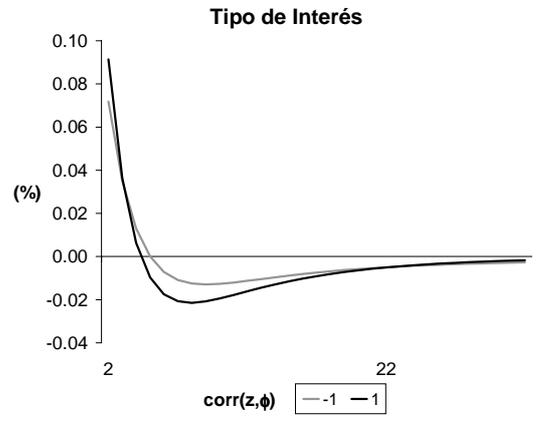
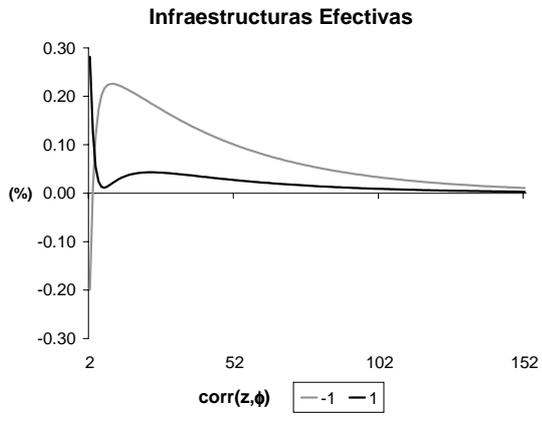
¿Cómo podemos justificar el cambio de signo en la relación entre volatilidad del consumo y \hat{z}_A cuando se altera el grado de complementariedad entre el consumo público y las infraestructuras (representado por λ)?. Para ilustrarlo mostramos la respuesta de las variables del sistema ante correlaciones perfectamente positiva y negativa entre tecnología y composición (para distintos valores de λ) y adelantamos la intuición del resultado: si λ es alto, podemos reducir la volatilidad del consumo si contrarrestamos los efectos sobre el rendimiento del capital privado derivados de cambios en la tecnología con efectos de signo contrario generados a través de las infraestructuras efectivas; en cambio, si λ es reducido, minimizamos $\frac{\partial \hat{z}_A}{\partial \lambda}$ contrarrestando incrementos de capital privado con caídas de capital público.

Funciones de respuesta a impulso positivo en tecnología y positivo ($\hat{z}_{z;\dot{A}}=1$) o negativo ($\hat{z}_{z;\dot{A}}=-1$) en Φ , para $\delta = 0, 1, 4$

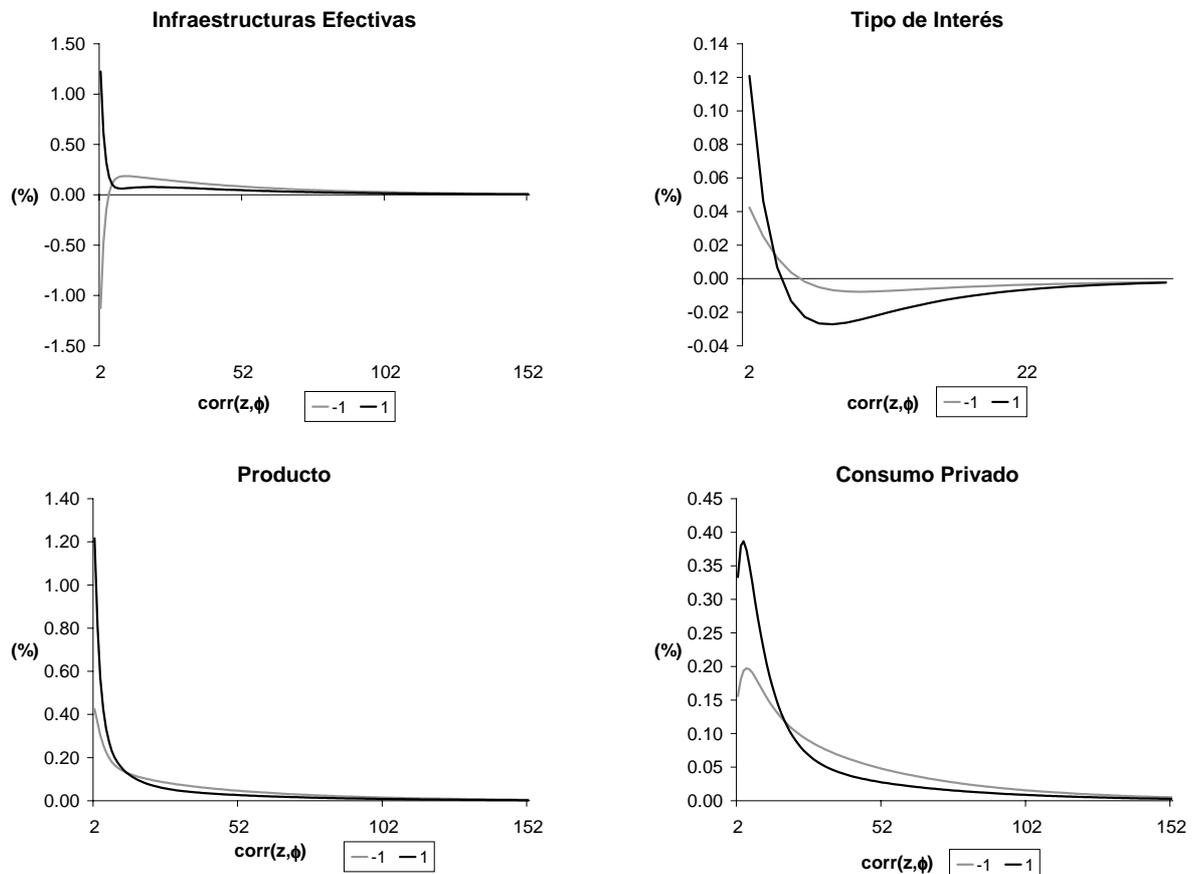
$$\delta = 0$$



$$s = 1$$



$$\delta = 4$$



De los gráficos podemos deducir que con $\delta > 0$, siempre que aplicamos políticas contracíclicas conseguimos reducir la volatilidad del tipo de interés y por tanto la inversión privada (disminuye la magnitud de las respuestas instantáneas ante la perturbación no anticipada). Esto es así porque contrarrestamos los efectos de la tecnología (Δz) sobre la productividad del capital privado (Δr) con efectos de signo contrario generados vía infraestructuras efectivas, a través de cambios en la composición del gasto ($r \Phi$).

Respecto de los efectos sobre el producto y el consumo privado, podemos hacer los siguientes comentarios.

Cambios en el ratio de composición (Φ) tienen dos tipos de consecuencias sobre las infraestructuras efectivas: un efecto eficiencia sobre las infraestructuras nominativas existentes (directamente proporcional a δ) y un efecto desplazamiento sobre las infraestructuras nominativas futuras (directamente proporcional a $\bar{\Phi}_0$).

Si el parámetro δ no es muy alto ($\delta = 1$), predomina el efecto desplazamiento sobre el eficiencia. En este caso, es más interesante redistribuir gasto público en favor del consumo ($\Delta \Phi$) para contrarrestar la acumulación de capital privado (derivado de Δz) con una desacumulación de infraestructuras nominativas. Ello permite minimizar los efectos sobre la producción y el consumo privado en el medio plazo, reduciendo la persistencia de los efectos derivados de las perturbaciones iniciales. Una menor persistencia de los efectos permite, en cada periodo, una menor acumulación de efectos generados en periodos anteriores, reduciendo con ello la volatilidad de las variables endógenas por

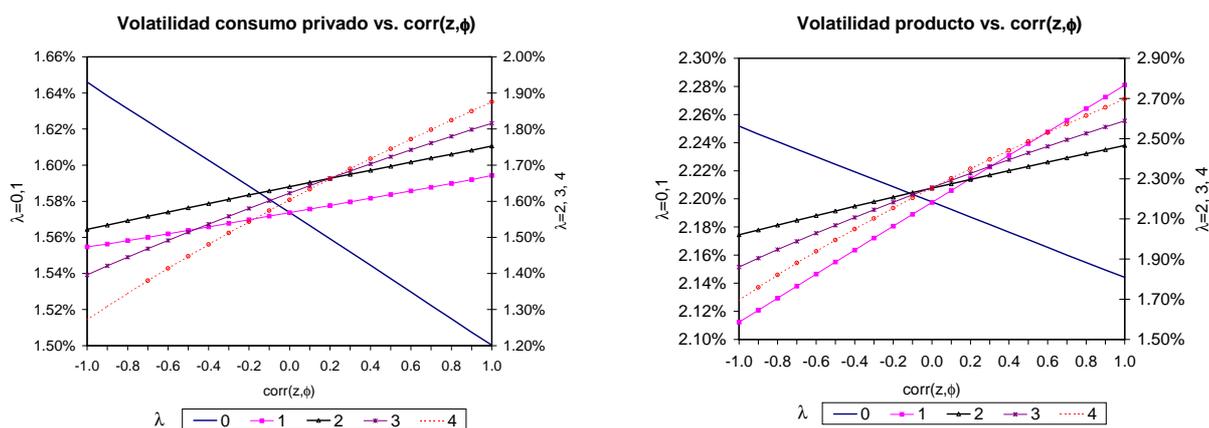
lo que resulta más interesante aplicar políticas procíclicas ($\Delta z; \Delta \Phi$).

En cambio, si λ es suficientemente elevado, predomina el efecto eficiencia de cambios en la composición sobre el efecto desplazamiento. En este caso, las políticas procíclicas incrementan muy sustancialmente la volatilidad inicial del tipo de interés y el consumo, mientras que las contracíclicas consiguen contrarrestar el efecto inicial de la tecnología (Δz) sobre el tipo de interés con efectos de signo contrario vía infraestructuras efectivas ($r \Phi$).

Para que resulte claro el modo en que interactúan los efectos eficiencia y desplazamiento de cambios en la composición sobre las infraestructuras nominativas, analizamos cómo se alteran los resultados cuando movemos el otro parámetro que incide en el equilibrio entre ambos efectos: el nivel medio del ratio de composición ($\bar{\Phi}$).

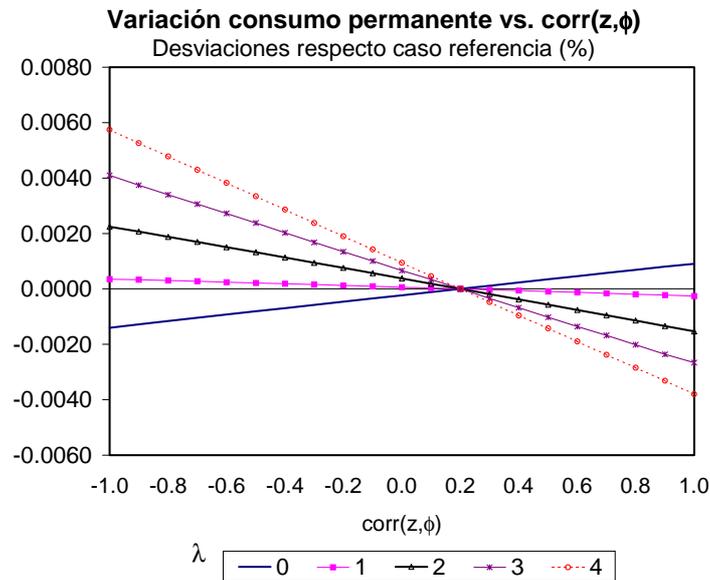
5.3.1.2 Sensibilidad de los resultados a cambios en el nivel medio del ratio de composición

¿Cómo se ven alterados los resultados si el tamaño medio del ratio de composición es distinto?, por ejemplo, $\bar{\Phi} = 0:4$: En el siguiente gráfico representamos el efecto sobre la volatilidad del consumo privado de la aplicación de valores alternativos de la correlación entre el ratio de composición y la perturbación tecnológica, para distintos valores del parámetro de complementariedad del consumo público (λ). También se muestra el gráfico correspondiente a la volatilidad del producto agregado, que tiene una correspondencia total con el de consumo privado.



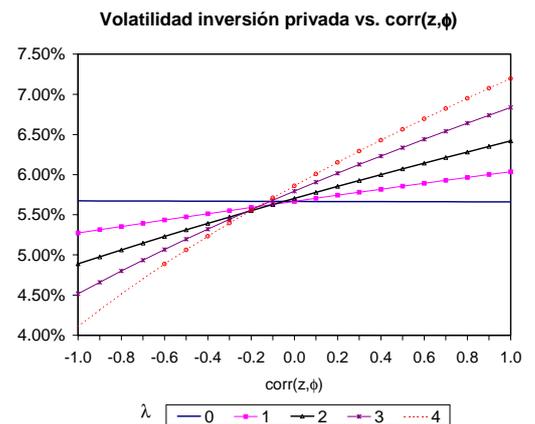
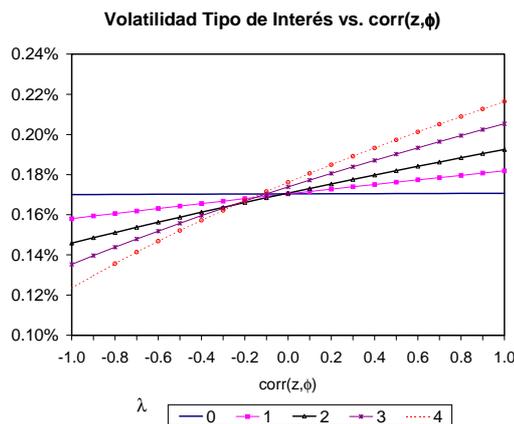
En este caso, las posibilidades de estabilización del ciclo son crecientes con el grado de complementariedad, variando entre el mínimo para $\lambda = 0$, con una reducción de un 4.8% de la volatilidad del producto agregado hasta la máxima (una reducción del 37.1%) para $\lambda = 4$.

En cuanto a los beneficios macroeconómicos derivados de la implementación de la respuesta óptima de la composición del gasto a la tecnología, la variación en términos de consumo privado permanente es de magnitud muy similar a los del caso $\bar{\Phi} = 0:8$:



Podemos comprobar que en este caso, las políticas contracíclicas son convenientes para grados de complementariedad mucho más bajos. De hecho, sólo es interesante una política procíclica de composición del gasto público en el caso de complementariedad nula ($\lambda = 0$); en los otros casos, reducimos la volatilidad del consumo privado tanto más cuanto más contracíclica sea la respuesta del ratio de composición (consumo/gasto) respecto de las perturbaciones tecnológicas.

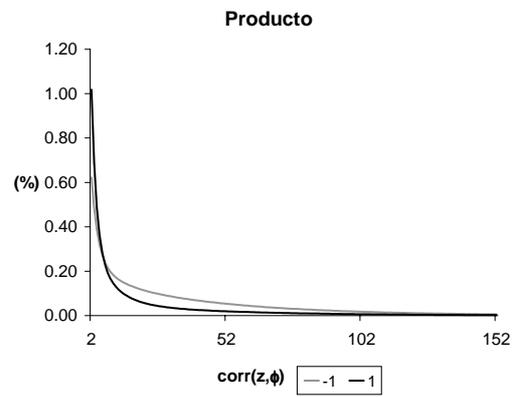
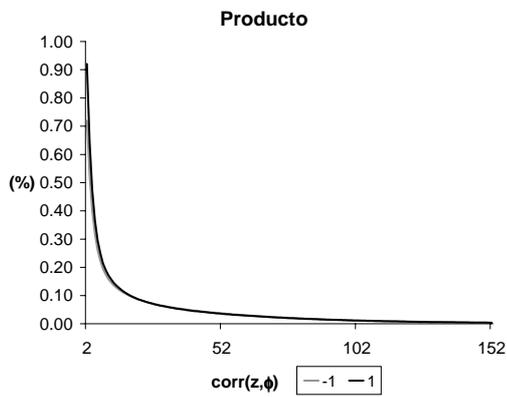
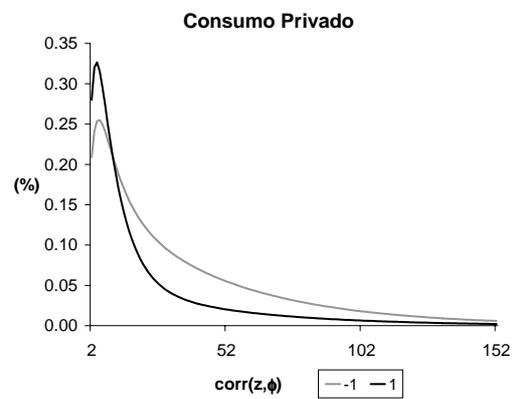
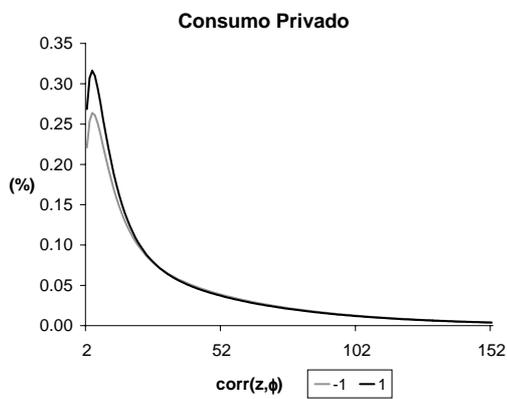
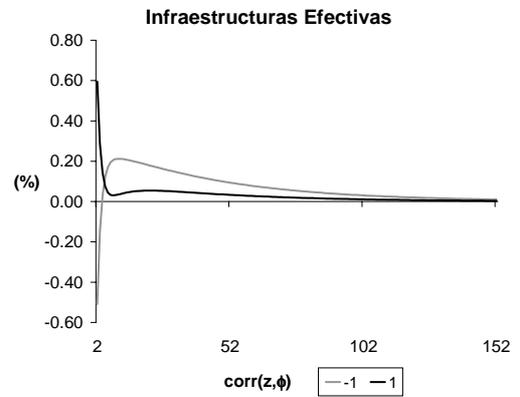
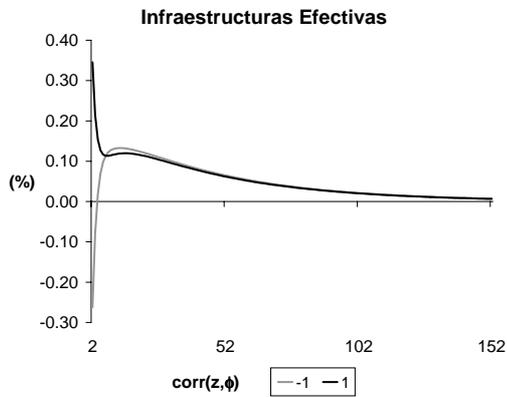
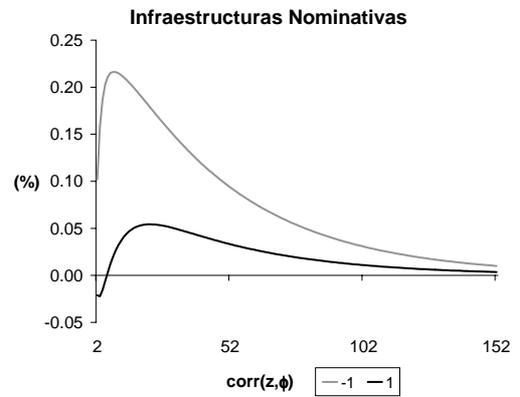
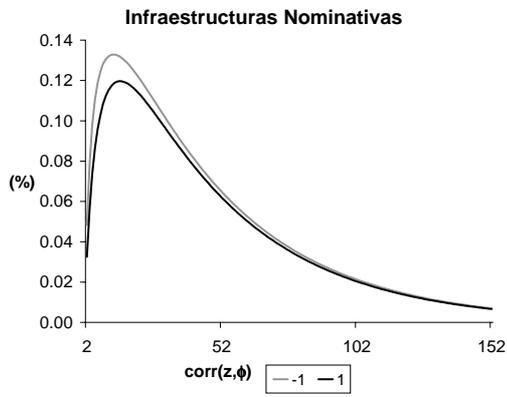
En los siguientes gráficos se muestra la relación monotónica creciente de la volatilidad del tipo de interés y la inversión respecto de la correlación $\text{corr}(z, \bar{A})$, para todos los valores de λ considerados.



A continuación mostramos las funciones de respuesta de las variables endógenas del sistema a un impulso positivo en tecnología y positivo ($\text{corr}(z, \bar{A}) = 1$) o negativo ($\text{corr}(z, \bar{A}) = -1$) en la composición del gasto, comparando el caso de una proporción pequeña de consumo sobre gasto total (columna de la izquierda) con el de una proporción elevada de consumo sobre gasto total (columna derecha). El ejemplo se ha realizado para un valor de $\lambda = 2$, para el cual resulta óptimo aplicar políticas procíclicas de $\bar{\Phi} = 0.8$ y anticíclicas si $\bar{\Phi} = 0.4$.

$\bar{\Phi} = 0:4$

$\bar{\Phi} = 0:8$



La intuición para entender el comportamiento diferencial del modelo en uno y otro caso sería la siguiente:

- ² Cuando Φ es pequeño, es mucho menos importante el efecto desplazamiento que redistribuciones del gasto ejercen sobre las infraestructuras nominativas de periodos siguientes que el efecto eficiencia sobre las infraestructuras nominativas existentes.
- ² Por ello, en términos de infraestructuras nominativas, apenas hay diferencia entre la respuesta procíclica o contracíclica de Φ ; en cambio sí hay efectos diferenciales relevantes en las infraestructuras efectivas en los periodos iniciales, cuando actúa el efecto eficiencia por la alteración en Φ .
- ² Esto genera efectos distintos en el consumo privado fundamentalmente en los primeros periodos (en cambio, no hay diferencias significativas en el medio plazo a través de la persistencia de los efectos por la acumulación de capital público), y consiguientemente, hay una relación mucho más directa entre la volatilidad de la inversión privada y la del producto o el consumo privado.

Resumiendo, cuando Φ es reducido y el consumo público es complementario de las infraestructuras, la aplicación de políticas contracíclicas de la composición permite reducir la volatilidad del producto y el consumo privado. Ello se debe a la compensación de los efectos de corto plazo sobre la inversión privada derivados de la tecnología con efectos, también de corto plazo y de signo contrario, derivados de alteraciones en las infraestructuras efectivas agregadas, mediante cambios en el grado de eficiencia con que éstas se explotan.

Después de haber realizado este análisis podemos sintetizar los resultados diciendo que la respuesta óptima del ratio de composición del gasto público (definido como porcentaje de éste dedicado a consumo de carácter corriente) ante las perturbaciones tecnológicas no anticipadas, depende del balance entre el efecto eficiencia y el efecto desplazamiento del consumo público sobre las infraestructuras:

1. Cuando predomina el efecto eficiencia sobre el desplazamiento, resulta más interesante aplicar políticas contracíclicas de la composición (consumo sobre gasto) ya que esto minimiza los efectos de corto plazo sobre la productividad del capital privado (y por tanto de la inversión privada), y con ello reducir la volatilidad del consumo: el incentivo a invertir de una perturbación positiva en la tecnología se compensaría con el desincentivo de una reducción en las infraestructuras efectivas.
2. Cuando predomina el efecto desplazamiento sobre el eficiencia, ocurre lo contrario: se consigue reducir la volatilidad del consumo y el producto aplicando políticas procíclicas (consumo sobre gasto) porque de esta forma se reduce el solapamiento de la acumulación de capital privado y público (en términos nominativos), lo que permite minimizar la persistencia en el medio plazo de los efectos debidos a las alteraciones en la composición, y con ello la volatilidad de las variables endógenas.

El caso 1) será tanto más probable cuanto mayor sea σ o menor sea el nivel medio de consumo público sobre gasto ($\bar{\Phi}$). En cambio, 2) será más factible cuanto menor sea σ o mayor sea la proporción media de gasto dedicada a consumo ($\bar{\Phi}$).

Para los valores calibrados en la economía americana, obtendríamos las siguientes conclusiones:

- ² El gasto tipo 1 (en sanidad y educación), se caracteriza por tener un par $(\sigma_1; \bar{\Phi}_1)$ $\frac{1}{4}$ (1.5,0.86). De acuerdo con lo anterior sería un gasto con escaso efecto e...ciencia y con mucho efecto desplazamiento. Consiguientemente, los resultados normativos nos indican que sería óptimo aplicar políticas procíclicas del ratio de composición. Es decir, que el consumo público sería procíclico, y por tanto, la inversión pública contracíclica. Lo mismo ocurriría con lo que hemos de...nido como consumo público productivo, que agrupa los tres subgrupos de gasto, ya que $(\sigma_4; \bar{\Phi}_4)$ $\frac{1}{4}$ (1.3,0.78), es decir, poco complementario y grande.
- ² El gasto en transporte, energía y recursos naturales (tipo 2) en cambio, sería asimilable a un gasto en el que predomina el efecto e...ciencia por tener un tamaño pequeño y tener una efectividad intermedia, ya que el par $(\sigma_2; \bar{\Phi}_2)$ $\frac{1}{4}$ (2.5,0.53). Ello implica que la política que minimiza la volatilidad del consumo y del producto es de tipo contracíclico y, por tanto, la inversión pública debería ser procíclica. Una conclusión idéntica corresponde al grupo 3 de gasto (policía, justicia y seguridad civil), para el que se ha calibrado un par $(\sigma_3; \bar{\Phi}_3)$ $\frac{1}{4}$ (3.5,0.96), correspondiendo a un consumo muy e...ciente aunque de gran tamaño.

5.3.2 RESPUESTA ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN A PERTURBACIONES DEL GASTO O LA PRESIÓN FISCAL

Los ejercicios que siguen a continuación implican, como en el apartado previo, alteraciones periodo a periodo de los ratios que de...nen la política ...scal y que hemos modelizado como procesos estocásticos exógenos, pero manteniendo inalterado el nivel medio de largo plazo para éstos en el nivel que hemos calibrado. Por tanto, cabe aplicar el mismo comentario que hicimos previamente: los efectos de las perturbaciones en la presión ...scal o en el tamaño del gasto sobre el nivel de las variables son en media nulos, ya que se modelizan como ruidos blancos de media cero.

Al hacer este ejercicio suponemos que hay perturbaciones imprevistas en el tamaño del gasto o la presión ...scal y que la composición del gasto se acomoda de forma óptima. ¿Es verosímil pensar en que dichas perturbaciones imprevistas se produzcan?: respecto de posibles desviaciones presupuestarias por el lado del gasto éstas pueden darse, por ejemplo, si hay distintos niveles de administración en un gobierno federal y los estados toman decisiones no anticipadas por el gobierno central, o si se producen eventos imprevistos -desastres naturales que afecten a una autovía y sea necesario acometer esa inversión- que obliguen a desviarse del presupuesto marcado; por el lado de los impuestos, puede haber desviaciones no anticipadas en los presupuestos si resulta necesario

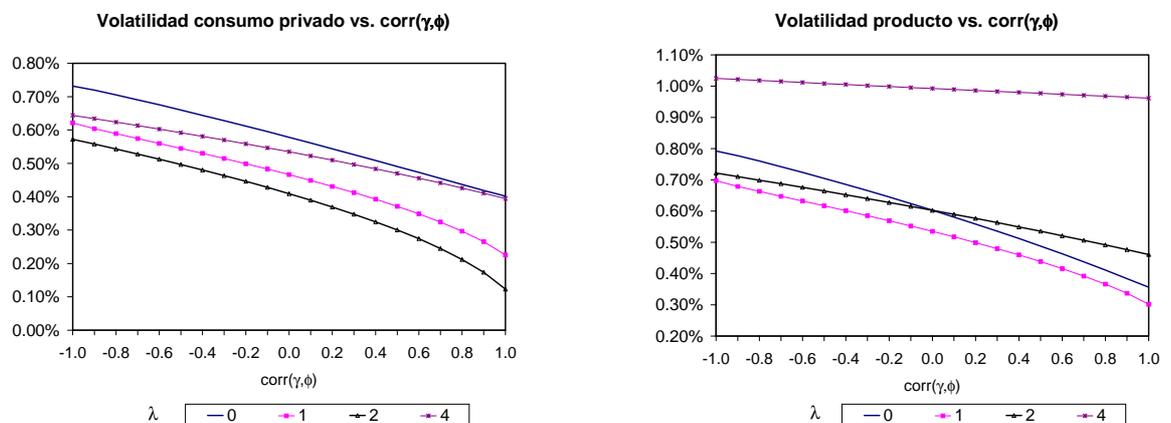
incrementar la recaudación para hacer frente a un incremento no previsto de las transferencias o el servicio de la deuda, o reducirla si se produce un ingreso extraordinario no impositivo.

En primer lugar nos preguntamos cuál es la respuesta óptima del ratio de composición a las perturbaciones no anticipadas en el tamaño del gasto público. Este ejercicio puede ser realizado haciendo dos supuestos alternativos:

- ² Las variaciones en el tamaño del gasto implican alteraciones en la presión fiscal (supuesto de déficit público constante en el ciclo)
- ² Las variaciones en el tamaño del gasto implican ajustes en las transferencias recibidas por el sector privado (déficit público variable a lo largo del ciclo).

5.3.2.1 RESPUESTA ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO PÚBLICO ANTE PERTURBACIONES DEL TAMAÑO DEL SECTOR PÚBLICO.

Caso 1: Las variaciones de gasto público se financian con impuestos distorsionantes. Los resultados obtenidos en cuanto a la relación entre correlación del ratio de composición y el tamaño del gasto público se plasman en el siguiente gráfico, mostrándose de nuevo las líneas correspondientes a diferentes grados de efecto e eficiencia (o distintos grados de complementariedad) del consumo público sobre las infraestructuras¹⁴. Igualmente se muestra el efecto sobre la volatilidad del producto agregado.

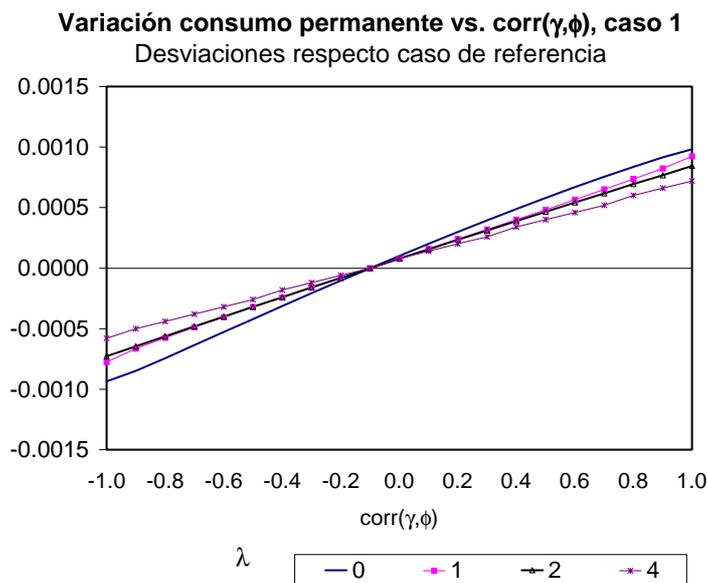


En este caso comprobamos que la relación entre el signo y magnitud de la respuesta de la composición del gasto a cambios en el peso de éste en la economía es siempre la misma, independientemente del efecto e eficiencia que ejerza el consumo público sobre las infraestructuras. Siempre logramos una menor volatilidad del consumo privado cuanto más correlacionada esté la composición del gasto público con la proporción de éste en la demanda agregada. Es decir, que aumentos en el tamaño del gasto público deben acompañarse de aumentos en la proporción de gasto destinada a consumo, y viceversa.

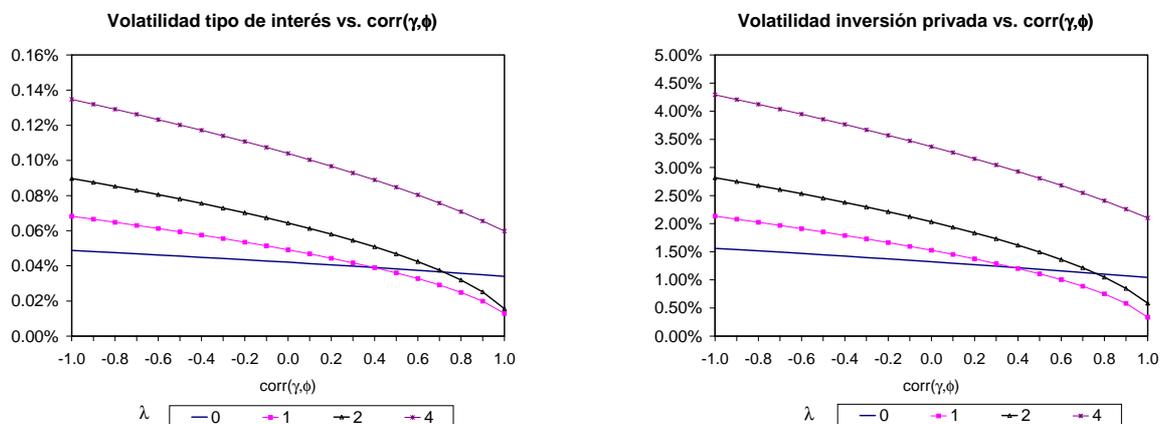
¹⁴ En todos los ejercicios contenidos en el apartado de correlación óptima del vector de política fiscal, y al igual que en el previo, para aislar los posibles efectos de la correlación cruzada que optimizamos hemos simulado el modelo sólo con la perturbación de composición y la de tamaño del gasto, o presión fiscal según el caso.

El perfil de la volatilidad del producto es similar al del consumo privado, y respecto de las posibilidades de estabilización del ciclo mediante la respuesta óptima $\hat{\gamma}, \hat{\Delta}$, son decrecientes en el valor de λ , oscilando entre una reducción de la volatilidad del producto del 55% para la complementariedad nula y una reducción de sólo el 6.2% para $\lambda = 4$.

En el siguiente gráfico se muestra el beneficio derivado de la acomodación óptima del ratio de composición a perturbaciones del tamaño del gasto. Cabe señalar, no obstante, que dicho beneficio es sensiblemente inferior al derivado de la acomodación del ratio Φ a las perturbaciones tecnológicas.



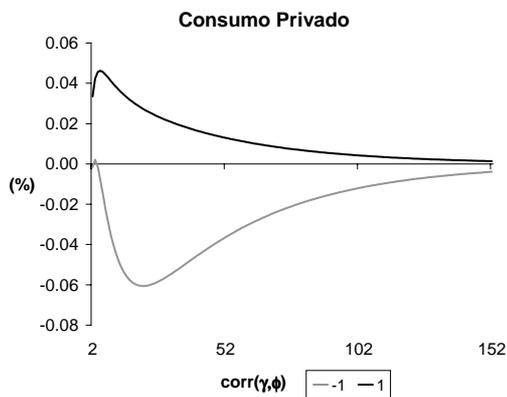
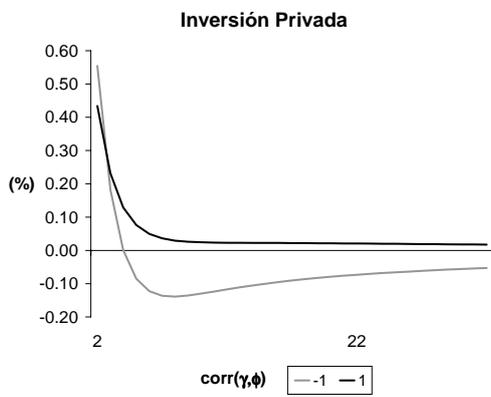
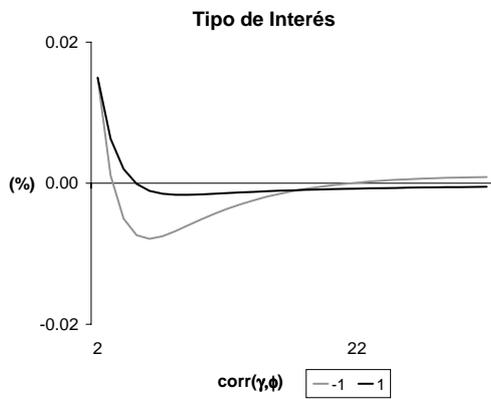
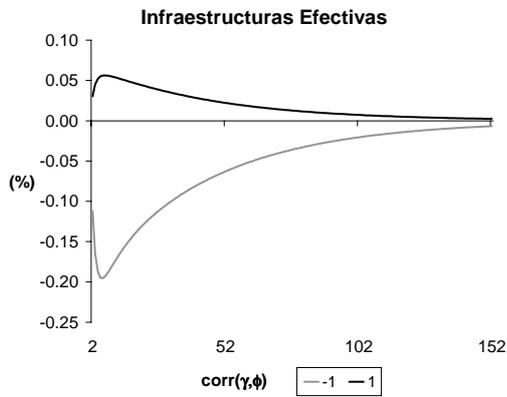
En este caso, sí que comprobamos que la política óptima (que minimiza la volatilidad del consumo privado) consigue para todos los valores de correlación minimizar simultáneamente la volatilidad de la inversión privada, tal y como se muestra en el siguiente gráfico. El perfil de volatilidad de la inversión coincide con el mostrado por la del tipo de interés, que decrece monótonicamente con la correlación entre los procesos estocásticos para Γ y Φ , al igual que ocurre con la volatilidad del producto.



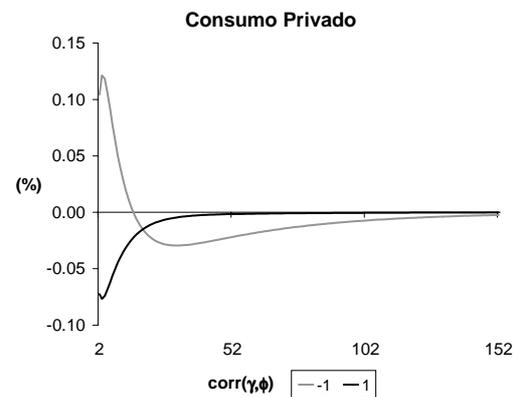
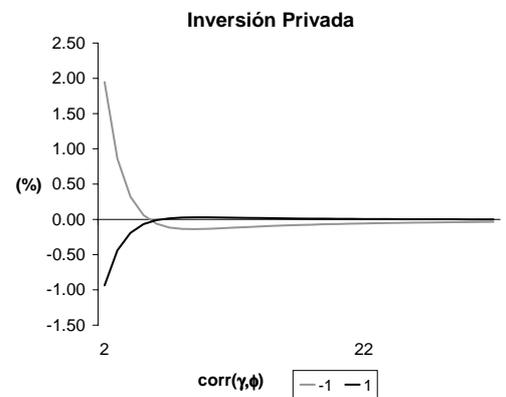
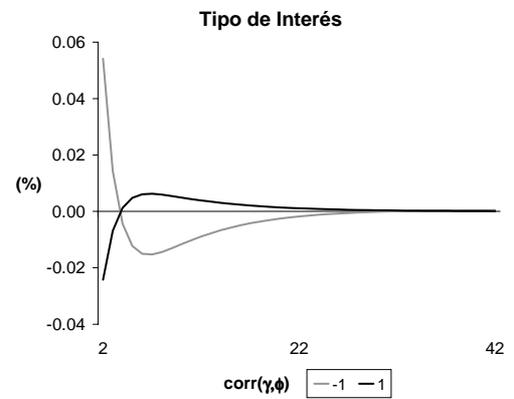
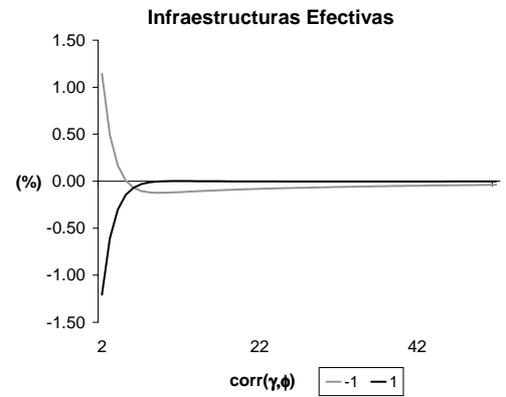
Como hemos hecho en los ejercicios previos, intentamos a continuación explicar el signo de la respuesta óptima de la composición ante cambios en el tamaño del gasto.

Para ello, analizaremos de nuevo las funciones de respuesta a impulso para el caso de perturbaciones simultáneas de Γ y Φ , con correlación perfecta positiva y negativa. Modelizamos un impulso negativo en Γ y negativo en Φ ($\epsilon_{\Gamma, \Phi} = 1$) o positivo en Φ ($\epsilon_{\Gamma, \Phi} = -1$), para $\epsilon_{\Gamma} = 0,4$.

$\rho = 0$



$\rho = 4$



Si no existe complementariedad entre consumo e infraestructuras, $\rho = 0$, se produce un mayor efecto sobre la inversión y el consumo (mayor desviación respecto del estado estacionario determinista) si añadimos los efectos derivados de una caída en Γ ($r \text{ Kg}^N = Y$) a los efectos derivados de un aumento en Φ ($r \text{ Ig} = G$). Igualmente, si el consumo público genera un 'efecto eficiencia' en el uso de las infraestructuras, $\rho > 0$, la volatilidad del consumo es mayor si los cambios son de signo contrario.

En el primer caso se debe a la caída de la producción por la pérdida de infraestructuras nominativas; en el segundo, por el importante efecto sobre el tipo de interés derivado de los cambios en el grado de eficiencia con que se emplean las infraestructuras. Aunque el signo de los efectos sobre el consumo en el corto plazo es bastante diferente para los distintos valores de ρ en función del signo de la correlación empleada, la volatilidad es más alta en el caso de políticas correladas negativamente que positivamente¹⁵.

Cuando aplicamos políticas del mismo signo entre Γ y Φ conseguimos reducir la volatilidad del consumo privado porque:

- ² Si $\rho = 0$, el efecto instantáneo sobre el tipo de interés neto de impuestos (por la aplicación de presupuesto equilibrado) no depende del signo de $\rho_{\Phi, \Gamma}$, por lo que sólo nos interesan los efectos diferenciados en periodos siguientes. Aumentando la proporción de gasto público dedicado a inversión ($r \Phi$) contrarrestamos la reducción de gasto público total sobre PIB ($r \Gamma$), y por tanto la caída en las infraestructuras (nominativas o efectivas, ya que coinciden) es menor (para el ejemplo, de hecho, aumentan). Ello consigue reducir la magnitud de los efectos negativos sobre la producción, el tipo de interés y el consumo.
- ² Si $\rho > 0$, hay efectos instantáneos sobre la productividad neta del capital privado cualitativamente diferentes en función del signo de $\rho_{\Phi, \Gamma}$, ya que actúa el 'efecto complementariedad o eficiencia'. En este caso, una respuesta del mismo signo en Φ ante un cambio en Γ permite reducir los efectos sobre la productividad del capital privado:
 1. Supuesta una caída en Γ , ello lleva aparejado una caída en la presión fiscal y por tanto un efecto positivo instantáneo en el tipo de interés neto.
 2. Si imponemos $\rho_{\Phi, \Gamma} = 1$ la caída en Φ deriva en un efecto negativo sobre la productividad del capital privado, vía infraestructuras efectivas, contrarrestando el efecto 1).
 3. Por ello, el efecto sobre tipo de interés, inversión privada y producto es menor con políticas del mismo signo que si son de signo contrario, lo que implicaría una acumulación de ambos efectos.

Luego, las políticas acomodaticias de composición del gasto ante perturbaciones no anticipadas de Γ , reducen las desviaciones de las variables respecto de su nivel de

¹⁵Recordamos que al tratarse de un contexto con perturbaciones en todos los periodos y de media cero, el efecto sobre la media del consumo resultante de la aplicación de políticas de uno u otro signo es nulo.

estado estacionario: cambios del mismo signo en Φ y Γ contrarrestan los efectos sobre la inversión privada (vía infraestructuras efectivas $-\Phi$ - y presión fiscal $-\Gamma$ - respectivamente), y de forma derivada, sobre el consumo privado.

Caso 2: Las variaciones de gasto público se financian con impuestos de suma neta. Este caso muestra el mismo perfil entre la volatilidad de las variables endógenas y σ_{Δ} que en el caso 1 (cuando las perturbaciones de gasto se financiaban con impuestos distorsionantes). Por ello, los gráficos se incluyen en un apéndice del capítulo.

Como en el apartado anterior, podemos comprobar que la relación entre la volatilidad del consumo y la correlación del ratio de composición con el tamaño del gasto también es monótonamente decreciente, para todo valor de σ . Por ello, sería óptimo aplicar una respuesta de la composición del gasto perfectamente correlacionada ($\sigma_{\Delta}=1$) con la variación no anticipada del gasto público. Respecto a los beneficios derivados de la optimización del signo y magnitud de σ_{Δ} , son similares a los del caso 1, y por tanto, considerablemente más pequeños que los obtenidos con la optimización de la respuesta de la composición a la perturbación tecnológica.

Para entender los efectos sobre el modelo puede acudir a las funciones de respuesta a impulso de las variables endógenas, que mostramos también en un apéndice.

En este caso, la aplicación de políticas del mismo signo en Γ y Φ también logra reducir la volatilidad del consumo privado. Así, ante una caída en Γ , acompañada de un aumento de las transferencias al sector privado:

1. Si $\sigma = 0$, el efecto instantáneo sobre la productividad neta del capital privado es nulo (Υ constante) para cualquier σ_{Δ} , por lo que resultan determinantes los efectos en periodos posteriores. Si aumenta Φ , esto genera una caída de las infraestructuras (nominativas y efectivas) que se acumula a la derivada de la caída en Γ , provocando importantes caídas del tipo de interés neto y la producción en el medio plazo. Ello genera a su vez importantes desviaciones del consumo respecto de su nivel de estado estacionario. En cambio, una caída de Φ compensa la reducción de la demanda pública ($r \Gamma$) con la redistribución del gasto público a favor de la inversión, reduciendo la magnitud de las desviaciones de consumo y producto.
2. Si $\sigma > 0$, en cambio, el efecto instantáneo sobre el tipo de interés procede únicamente del signo aplicado a la política de composición del gasto (presión fiscal constante). Si aumenta Φ , aquél también lo hará derivado del incremento de las infraestructuras efectivas. Ello genera un importante aumento inicial de la inversión privada, el producto y el consumo (apoyado además por el incremento de las transferencias). En cambio, si disminuye Φ , resultan perjudicadas inicialmente las infraestructuras efectivas, la productividad del capital privado, la inversión y el producto. Ello a su vez genera un efecto negativo sobre el consumo privado que contrarresta el positivo derivado del aumento de las transferencias corrientes, por lo que la desviación respecto del estado estacionario es menor en este caso.

Resumiendo, políticas del mismo signo en Φ y Γ permiten contrarrestar los efectos sobre el consumo, indirectos (Φ) vía infraestructuras efectivas (inversión privada y producto) y directos (Γ) vía transferencias al sector privado.

Una vez analizados los dos casos posibles de cambios en el tamaño del gasto público, la conclusión extraíble es que resulta óptimo acomodar toda expansión transitoria del gasto (sea cual sea el modo elegido para su financiación) con incrementos del ratio de composición, es decir, con una redistribución del gasto en favor del consumo. Esta política de corto plazo es contrapuesta a la obtenida para variaciones permanentes en el tamaño del gasto, cuando concluimos que la respuesta del ratio de composición debía ser de signo contrario a la variación del ratio Γ . La diferencia estriba en que la política de corto plazo busca minimizar las desviaciones respecto de los niveles de estado estacionario, mientras que la de largo plazo busca maximizar el nivel al que convergen las variables.

5.3.2.2 RESPUESTA ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO PÚBLICO ANTE PERTURBACIONES DE LA PRESIÓN FISCAL.

Aquí podemos de nuevo concebir que los cambios de presión fiscal se destinan a incrementar el gasto público o bien a aumentar las transferencias corrientes.

Caso 1: Variaciones de presión fiscal destinados a gasto público. Este caso es totalmente equivalente al analizado previamente de perturbaciones en gasto público financiadas con impuestos distorsionantes, por lo que las conclusiones aquí son idénticas (los gráficos correspondientes a las volatilidades de las variables endógenas y las funciones de respuesta a impulso no se incluyen para evitar redundancias, ya que son cualitativamente idénticos). Por ello, son válidos los argumentos utilizados entonces, que resumimos a continuación.

Ante una caída de los impuestos distorsionantes, compensada con caídas del gasto público, cuando aplicamos políticas del mismo signo entre Υ y Φ conseguimos reducir la volatilidad del consumo privado porque:

² Si $\sigma = 0$, el efecto instantáneo sobre el tipo de interés neto de impuestos es independiente de $\hat{\epsilon}_{\Delta}$. Respecto de los efectos posteriores, reduciendo la proporción de gasto público dedicado a consumo ($r\Phi$) contrarrestamos la caída en las infraestructuras (nominativas o efectivas, ya que coinciden) que acompaña a la reducción del gasto público ($r\Gamma$). Ello consigue reducir la magnitud de los efectos negativos sobre la producción, el tipo de interés y el consumo.

² Si $\sigma > 0$, sí hay efectos instantáneos sobre el tipo de interés neto diferentes según el signo de $\hat{\epsilon}_{\Delta}$, vía infraestructuras efectivas. En este caso, una respuesta del mismo signo en Φ ante un cambio en Υ permite reducir los efectos sobre la productividad del capital privado y el consumo:

1. La caída en Υ conlleva un efecto positivo instantáneo en el tipo de interés neto.
2. Si además se reduce Φ , esto provoca un efecto negativo sobre la productividad del capital privado que contrarresta al anterior.
3. Por ello, el efecto sobre tipo de interés, inversión privada y producto es menor con políticas del mismo signo que de signo contrario, la cual implicaría una acumulación de ambos efectos.

Luego, las respuestas de la composición del gasto de igual signo que las perturbaciones no anticipadas de Υ , reducen los efectos sobre la inversión privada y con ello las desviaciones del consumo y el producto respecto del estado estacionario.

Caso 2. Variaciones de la presión ...scal destinadas a transferencias. En este ejercicio los resultados son menos concluyentes que en los anteriores. El motivo está en la pequeña magnitud de la respuesta de las variables del modelo a perturbaciones en el tipo impositivo (ver elasticidades en el capítulo 4).

Obtenemos soluciones interiores para todos los valores del parámetro de eficiencia utilizados, y los resultados parecen orientarse hacia la plasmación de valores negativos de correlación entre composición e impuestos (ver gráficos de volatilidades y de funciones de respuesta a impulso en el apéndice).

Ante un incremento en la presión ...scal destinada a transferencias corrientes:

- ² Si $\rho = 0$, el efecto instantáneo sobre el tipo de interés neto es independiente de la respuesta del ratio de composición. En periodos siguientes, una caída del ratio Φ permite un incremento de las infraestructuras que contrarresta el desincentivo a la inversión privada generado por el aumento de la presión ...scal. Ello consigue que la desviación del producto y el consumo respecto del estado estacionario sea inferior al caso en que se acumulen los efectos perniciosos sobre la inversión privada y el producto, como ocurre si se reducen las infraestructuras (aumento de Φ) de forma simultánea al aumento en la presión ...scal.
- ² Si $\rho > 0$, resulta más claro el beneficio de aplicar una política de signo contrario para la composición ante una perturbación de Υ . Un incremento en Φ implica un aumento significativo de la rentabilidad del capital privado y ello provoca desviaciones importantes en la inversión, el producto y el consumo.

En cualquier caso, el beneficio obtenido de la optimización de la respuesta es mucho menor que en los casos anteriores, de hecho, casi nula. Este resultado nos lleva a concluir que no resulta muy relevante en términos macroeconómicos optimizar la respuesta de la composición en este caso, al menos para la modelización empleada.

5.3.3 PERSISTENCIA Y VOLATILIDAD ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO

Como en el caso de correlaciones óptimas, analizaremos sólo las características estocásticas óptimas para la composición del gasto público.

5.3.3.1 PERSISTENCIA ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO PÚBLICO

Aproximaremos el concepto de persistencia del ratio de composición mediante el parámetro de autocorrelación del proceso estocástico exógeno que genera el ratio de composición.

Dado el proceso¹⁶:

$$\ln \Phi_t = (1 - \lambda^A) \ln \bar{\Phi} + \lambda^A \ln \Phi_{t-1} + \varepsilon_t^A$$

una persistencia mínima consistirá en un proceso con autocorrelación nula, es decir, un modelo en que la composición del gasto sería un valor constante (la media del proceso) sometida a perturbaciones ruido blanco; esto supone que una perturbación aleatoria ocurrida en el instante t sólo tiene efectos sobre el nivel del ratio Φ dentro de dicho periodo t :

$$\ln \Phi_t = \ln \bar{\Phi} + \varepsilon_t^A$$

en el extremo opuesto, la persistencia máxima se dará para una serie de composición del gasto no estacionaria (con raíz unitaria), lo que implicaría que los efectos sobre el nivel del ratio Φ de cualquier perturbación aleatoria ocurrido en un instante t se extenderían hasta el infinito (correspondería a lo que se define como paseo aleatorio):

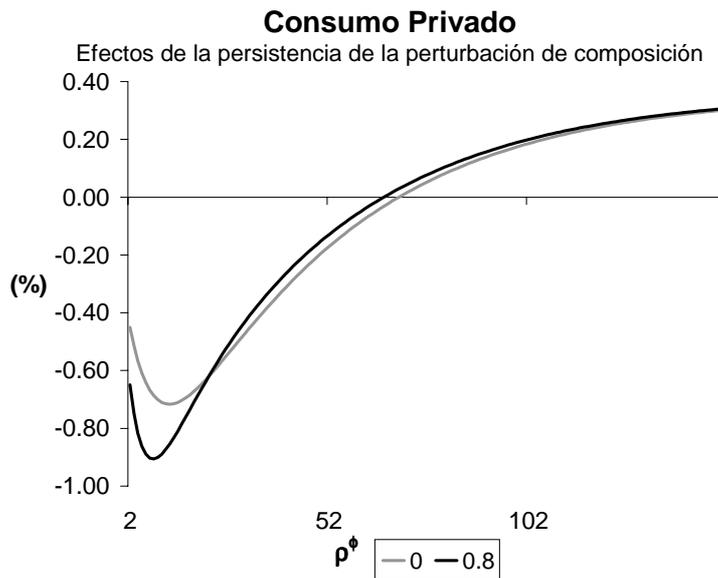
$$\ln \Phi_t = \ln \Phi_{t-1} + \varepsilon_t^A$$

El ejercicio que planteamos consistirá en obtener el valor óptimo del parámetro de autocorrelación (λ^A) para el proceso generador del ratio de composición. Igualmente, definiremos optimalidad como maximización de la utilidad incondicional esperada, que aproximamos como la media muestral del valor de ésta para las simulaciones realizadas.

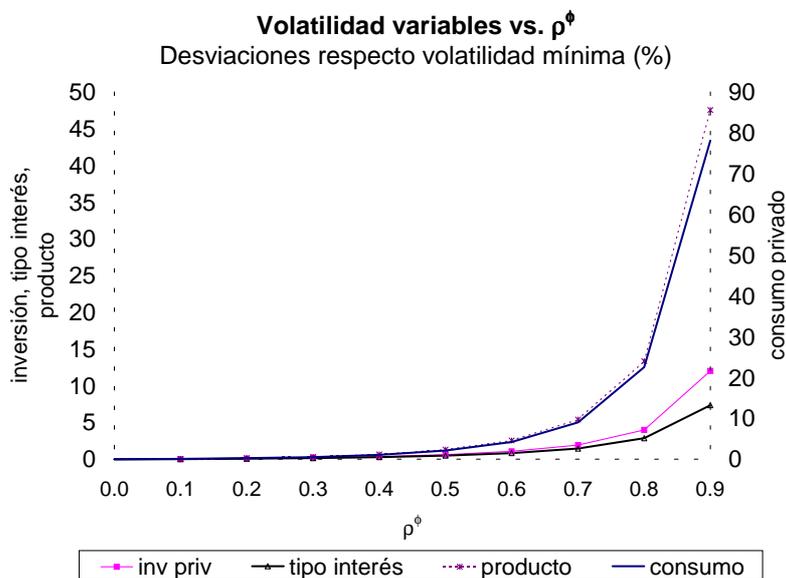
En este caso, existe un a priori que permite intuir con bastante seguridad el resultado del ejercicio. Cuanto mayor sea la persistencia del efecto de una perturbación aleatoria ε_t^A sobre el nivel del ratio Φ , en cada instante t se producirá una mayor acumulación de efectos procedentes de perturbaciones que se iniciaron en momentos anteriores del tiempo. Y a partir de aquí, cabe esperar que la volatilidad de las variables del modelo aumente con el parámetro de persistencia.

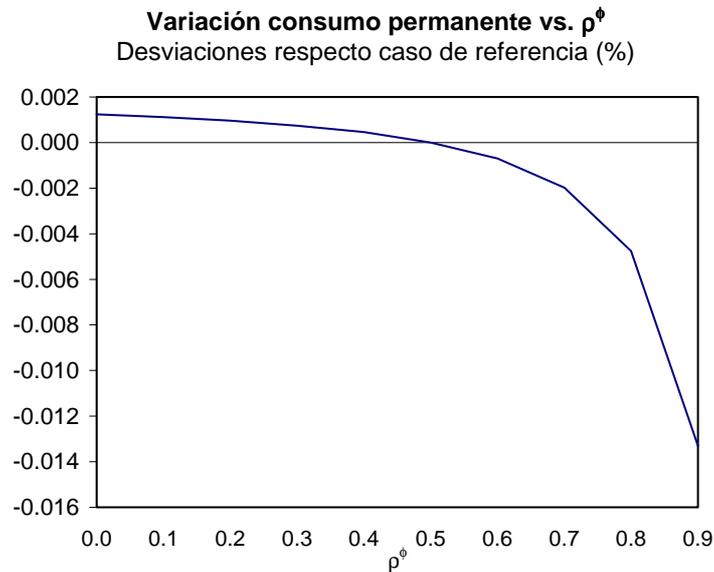
Como ilustración mostramos el siguiente gráfico con los efectos sobre el consumo privado de una perturbación negativa en el ratio de composición, para dos valores alternativos de $\lambda^A = 0; 0.8$ ($\lambda = 4$).

¹⁶El proceso formulado se caracteriza por tener una media $\bar{\Phi}$ invariante a modificaciones en el parámetro de autocorrelación. Ello supone que el ejercicio de modificar el parámetro λ^A tiene tan sólo efectos de segundo orden sobre las variables del modelo, al igual que ocurría con los cambios en las correlaciones cruzadas. Por ello, este análisis se engloba dentro de los ejercicios de estabilización del ciclo.



En el siguiente gráfico se muestra el perfil de la relación entre volatilidad de las variables (consumo, tipo de interés, inversión privada y producto) y el valor de la autocorrelación para el proceso de la composición del gasto. Se ha representado sólo el caso de $\lambda = 4$, porque el perfil para otros valores del parámetro es cualitativamente idéntico. En definitiva, el efecto de la persistencia sobre la respuesta del modelo es totalmente independiente del posible efecto complementariedad del consumo público sobre las infraestructuras. En este ejemplo hemos simulado el modelo sometiendo todos los procesos exógenos a perturbaciones estocásticas.





Nuestro a priori parece confirmado por los gráficos, que nos muestran un crecimiento monótono de la volatilidad de las variables endógenas con el parámetro de persistencia del ratio de composición.

Por su parte, el último gráfico nos muestra la variación en términos de consumo permanente derivada de modificaciones de la autocorrelación. Podemos comprobar que las ganancias derivadas de la optimización de dicho parámetro (si lo fijamos en $\frac{1}{2}^{\Delta} = 0$) son similares a las obtenidas de la optimización de las correlaciones cruzadas con las variables scales ($\hat{\rho}_{\Delta}^{\phi}$; $\hat{\rho}_{\Delta}^{\psi}$). En cambio, destaca la elevada magnitud de las pérdidas de consumo permanente en que se incurre cuando se utiliza una política de composición altamente persistente.

A partir de los resultados obtenidos podríamos definir la política de composición óptima como la fijación de un valor constante sometida únicamente a perturbaciones aleatorias ruido blanco (es decir, con media nula y varianza constante).

Utilizando también los ejercicios expuestos previamente, el valor constante ($\bar{\Phi}$) debería coincidir con el óptimo condicionado al valor ρ de las infraestructuras y los posibles cambios permanentes en Γ ó Υ , mientras que las perturbaciones aleatorias ϵ_t^{Δ} deberían ser el resultado de una acomodación óptima a los posibles cambios no anticipados en la tecnología, el tamaño del gasto público o la presión fiscal.

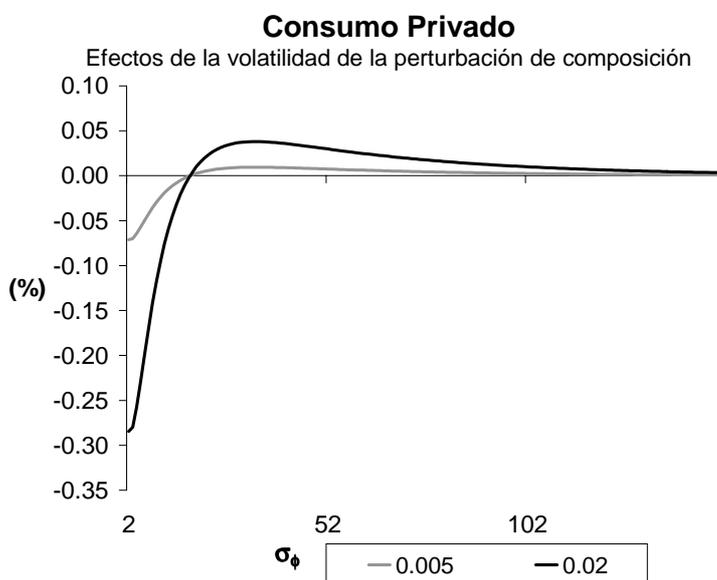
A efectos comparativos, analizamos los datos disponibles para el caso estadounidense. Estimamos un autorregresivo de orden 1 a la componente cíclica del ratio de composición (usando Hodrick- Prescott), para dos submuestras: la primera desde 1952 a 1980, para la cual obtenemos un coeficiente estimado de 0.58; la segunda abarca el periodo 1981 a 1996, para la cual el coeficiente de autocorrelación se reduce hasta 0.30. Por tanto, parece que la tendencia se orienta también hacia la reducción en la persistencia de los cambios o perturbaciones en el ratio de composición. El caso español y aún más el de la Eurozona, debido al reducido tamaño de la muestra disponible, no permite la estimación de autocorrelaciones por submuestras.

5.3.3.2 VOLATILIDAD ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN DEL GASTO PÚBLICO

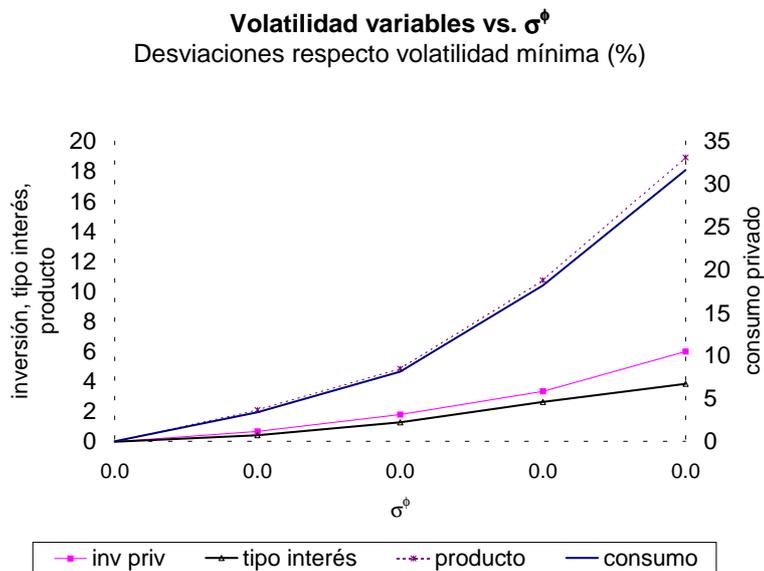
Este ejercicio es totalmente similar al anterior pero evalúa la optimalidad de la volatilidad (desviación típica) de las perturbaciones no anticipadas del ratio de composición. Como en los ejemplos previos, está implícito el supuesto de que dicha variable es controlable por la autoridad económica.

Habiendo partido del supuesto de que las perturbaciones ε_t^A se distribuyen como una normal con media cero y desviación típica constante, σ_A , el análisis se centra ahora en este último parámetro.

De nuevo, la intuición respecto de los resultados que cabe esperar es bastante directa. Cuanto mayor sea el tamaño de las perturbaciones del ratio de composición, para una estructura dada de correlaciones cruzadas con los demás procesos estocásticos exógenos, mayor será la magnitud de los efectos sobre la variable de control y las demás variables endógenas. El razonamiento queda ilustrado con el siguiente gráfico que muestra la función de respuesta del consumo privado ante una perturbación negativa en el ratio de composición, para dos tamaños de dicha perturbación ($\varepsilon_0^A = \begin{cases} -0.005 \\ -0.02 \end{cases}$). El ejemplo se ha realizado de nuevo para $\rho = 4$, debiendo aplicarse el mismo razonamiento anterior sobre la invarianza de los efectos de σ_A para cualquier grado del efecto eficiencia del consumo público sobre las infraestructuras.



Confirmando nuestro a priori, mostramos la relación monótonamente creciente de la volatilidad de las variables del modelo respecto del tamaño de las perturbaciones en la composición del gasto. Como en el ejercicio previo, los resultados mostrados corresponden al modelo simulado empleando todas las perturbaciones exógenas.

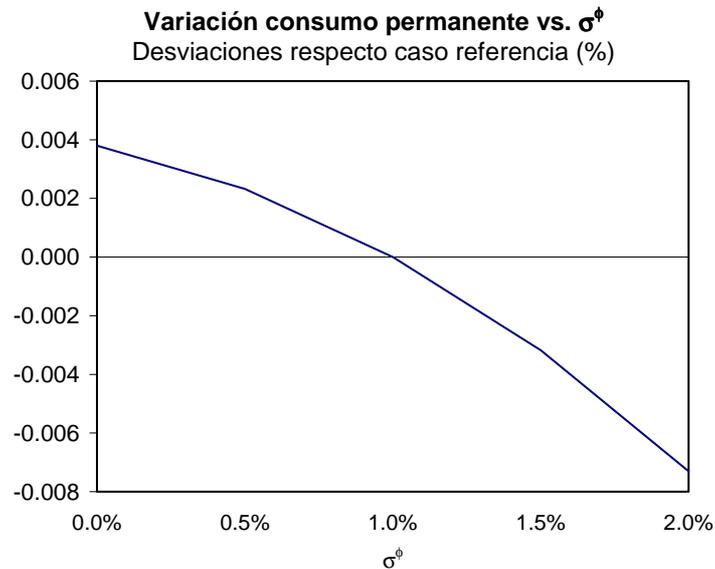


En función de los resultados obtenidos, y puesto que nuestra definición de optimalidad implica minimizar la volatilidad del consumo privado, resultaría óptimo reducir todo lo posible la variabilidad del ratio de composición del gasto público, es decir, ...jarla en cero.

Este resultado entra en cierta medida en colisión con la implementación de las políticas de respuesta óptima de la composición del gasto ante perturbaciones no anticipadas de las otras variables exógenas del modelo (tecnología, tamaño del gasto o presión ...scal).

Resultaría por tanto conveniente para la autoridad económica hacer un análisis de coste-beneficio entre ambas alternativas: composición constante frente a composición acomodaticia. Para ello, el instrumento apropiado sería la evaluación de los beneficios en términos de incremento del consumo permanente bajo una y otra política de composición.

En el gráfico se muestra el ejemplo para $\lambda = 4$. El aumento del bienestar en términos de consumo derivado de la minimización de la volatilidad de la composición del gasto (0.004%) es similar al derivado de la aplicación de una política contracíclica ante las perturbaciones tecnológicas (0.006%), por lo que casi resultaría indiferente optar por una u otra. En cambio, las mejoras de bienestar conseguidas de la respuesta óptima de Φ a perturbaciones no anticipadas en Γ o Υ es sensiblemente inferior (0.001% aproximadamente), por lo que no resulta en este caso tan claro la conveniencia de aplicar políticas acomodaticias de la composición. Por supuesto, es necesario aceptar las conclusiones de este análisis con la reserva que corresponde al hecho de estar condicionado a multitud de elecciones sobre valores paramétricos y formas funcionales.



Uniendo el resultado de este ejercicio (volatilidad nula) al obtenido en el apartado inmediatamente anterior (autocorrelación nula), el proceso estocástico exógeno óptimo para el ratio de composición del gasto sería el de un valor medio constante:

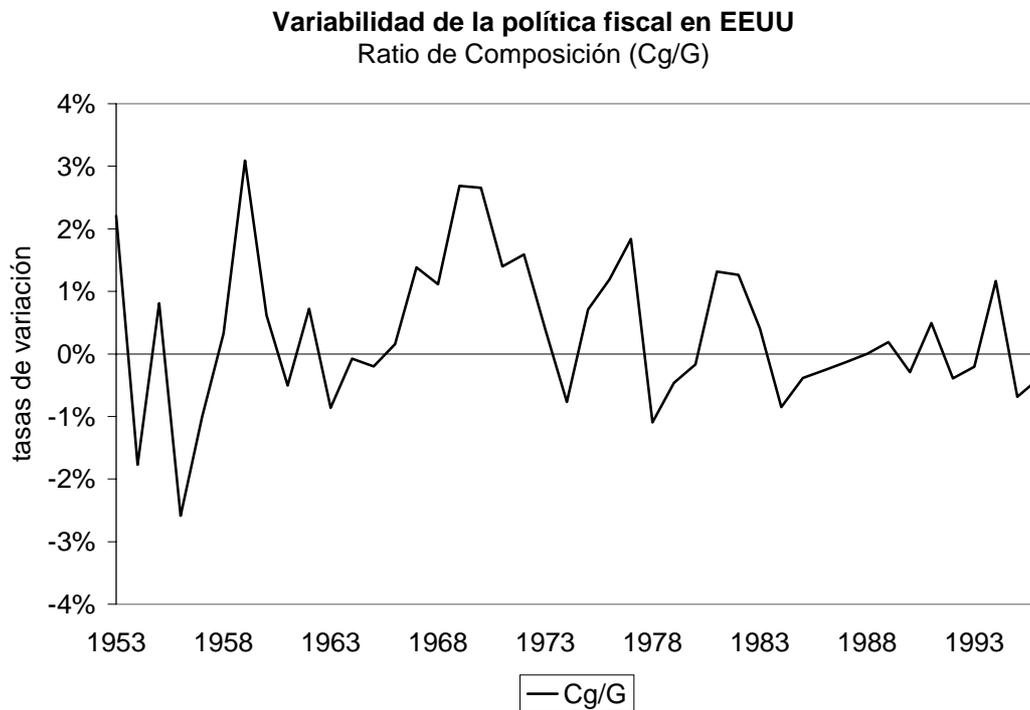
$$\ln \Phi_t = \ln \bar{\Phi}$$

Este resultado amplía la importancia del análisis determinista llevado a cabo en la primera parte del capítulo, de modo que la principal preocupación de la autoridad económica debería centrarse en los efectos de largo plazo derivados de la elección sobre el reparto del gasto público entre consumo e inversión.

Preocupados de nuevo por la comparación de nuestros resultados de optimalidad con la evolución mostrada por la política ...scal de economías reales, analizamos el caso Estadounidense y el español (la serie disponible de la Eurozona es demasiado corta para hacer análisis de varianza).

Presentamos seguidamente los grá...cos que muestran la tasa de variación anual para el ratio de composición en EEUU y España.

1. Estados Unidos:

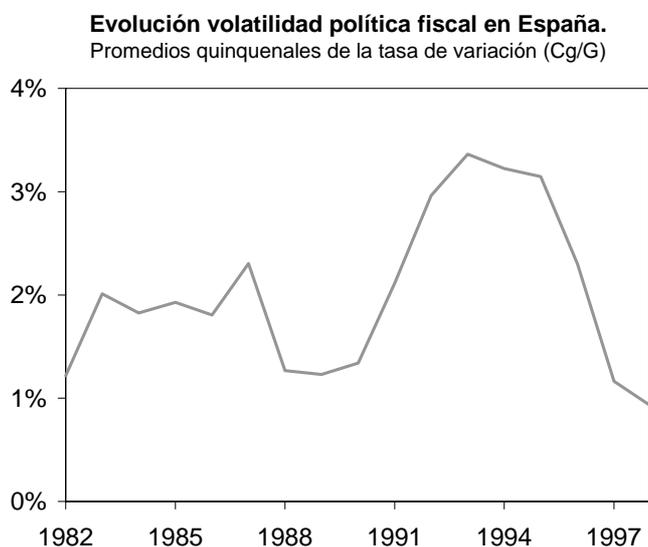
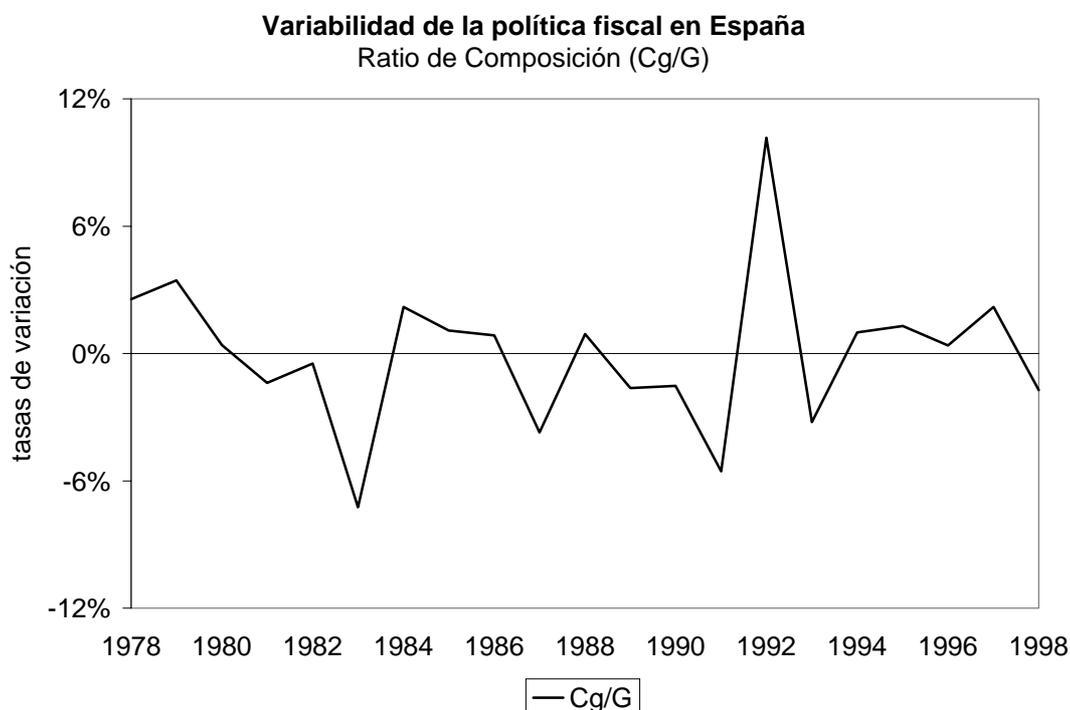


Podemos observar cómo la magnitud de las variaciones anuales de la composición del gasto público es sensiblemente mayor para los primeros años de la muestra que en los años más recientes. De hecho, la tasa media de variación de la serie en el periodo 53-80 es del 0.5% y en el periodo 81-96 casi diez veces inferior (0.08%).

El siguiente gráfico resume la evolución temporal de la volatilidad de este ratio para la economía norteamericana, mediante los promedios móviles decenales de la tasa de variación de la variable.



2. España:



En el caso español es difícil extraer una conclusión sobre la evolución temporal de la variabilidad de la política de composición, debido a lo reducido de la muestra disponible y al carácter anómalo del año 92. En cualquier caso, podríamos concluir que la política de composición seguida en España es sensiblemente más volátil que en Estados Unidos.

5.4 CONCLUSIONES

Las principales conclusiones extraíbles del análisis realizado son las siguientes:

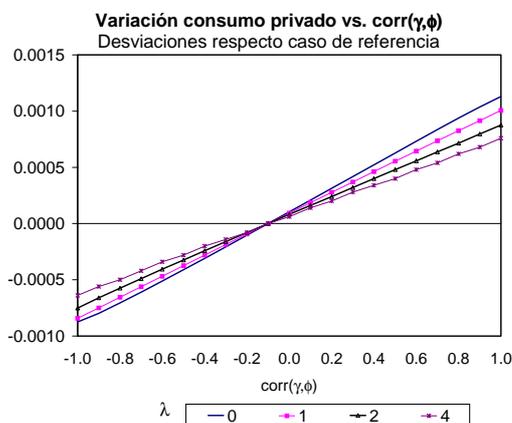
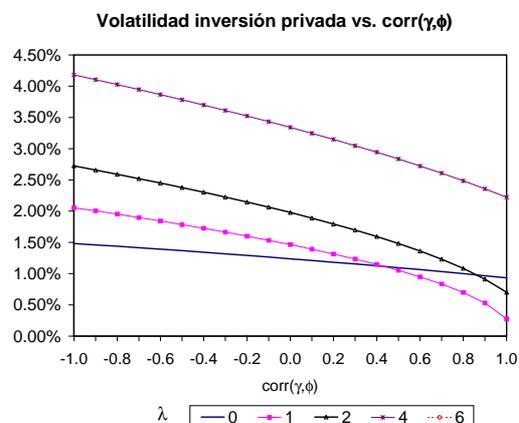
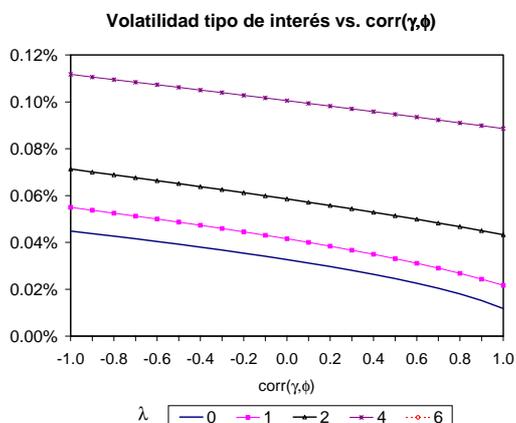
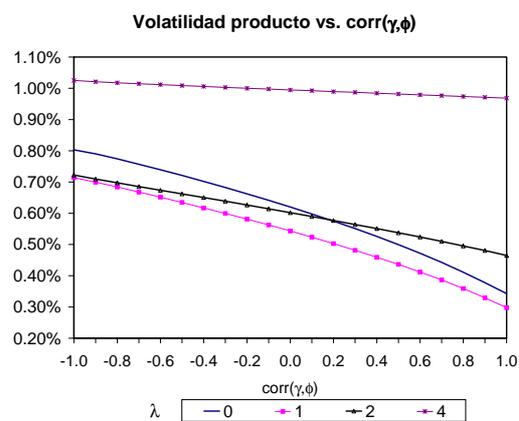
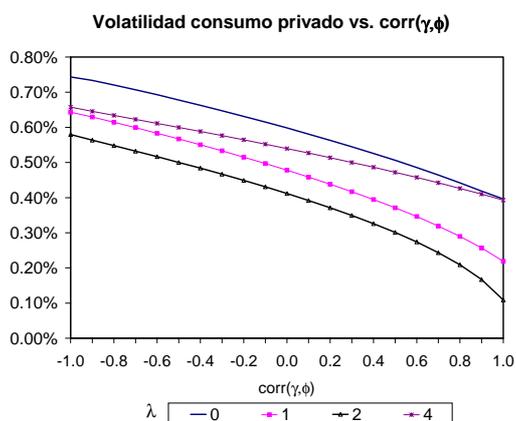
1. Pueden conseguirse mejoras de bienestar considerables si se optimiza el reparto del gasto público entre consumo e inversión de acuerdo con la regla de oro del capítulo 3, pero éstas disminuyen drásticamente al tener en cuenta los efectos durante la transición desde la situación inicial.
2. El ratio de composición del gasto que maximiza la utilidad descontada durante la transición es mayor que la que maximiza la utilidad de estado estacionario, debido a que el efecto e...ciencia de redistribuciones del gasto a favor del consumo se concentran en los primeros periodos mientras que el efecto desplazamiento adquiere importancia en el medio y largo plazo.
3. La composición óptima del gasto público:
 - ² Está determinada fundamentalmente por el equilibrio entre el efecto e...ciencia y desplazamiento que genera el consumo público sobre las infraestructuras nominativas, aunque
 - ² Depende negativamente de expansiones del gasto público y positivamente de incrementos en la presión ...scal
4. Los bene...cios derivados de optimizar el nivel medio del ratio de composición son sensiblemente superiores a los derivados de optimizar sus propiedades estocásticas (autocorrelación, varianza y correlaciones con el resto de procesos exógenos).
5. La respuesta óptima de la composición a perturbaciones tecnológicas depende del efecto e...ciencia del consumo público sobre las infraestructuras. Si dicho efecto es reducido, conviene aplicar políticas de composición procíclicas; si es elevado, el uso de políticas contracíclicas contrarresta los efectos de la tecnología sobre la inversión, permitiendo reducir la volatilidad de las variables del modelo.
6. La respuesta óptima de la composición a perturbaciones no anticipadas del gasto (...nanciadas con imposición distorsionante) viene dada por una correlación perfectamente positiva. Es decir, reducciones del tamaño del gasto deben acompañarse con una redistribución de éste a favor de la inversión, lo que permite minimizar la volatilidad de la inversión, el producto y el consumo.
7. La correlación cruzada de la composición con la presión ...scal debe ser perfectamente positiva si ésta se destina a gasto público y parcialmente negativa si se destina a transferencias corrientes.
8. Las mejoras de bienestar logradas de la respuesta óptima de la composición a perturbaciones tecnológicas son, en líneas generales, superiores a las logradas de la acomodación óptima a perturbaciones en el tamaño del gasto o la presión ...scal.

9. La ley de evolución óptima para la composición óptima del gasto corresponde a una constante, es decir, un proceso con autocorrelación y varianza nula. Esta política se caracteriza por lograr elevados niveles de inversión privada y reducida volatilidad de ésta, en la línea de los resultados de Cassou (1995) para la política impositiva óptima.

5.5 APÉNDICES

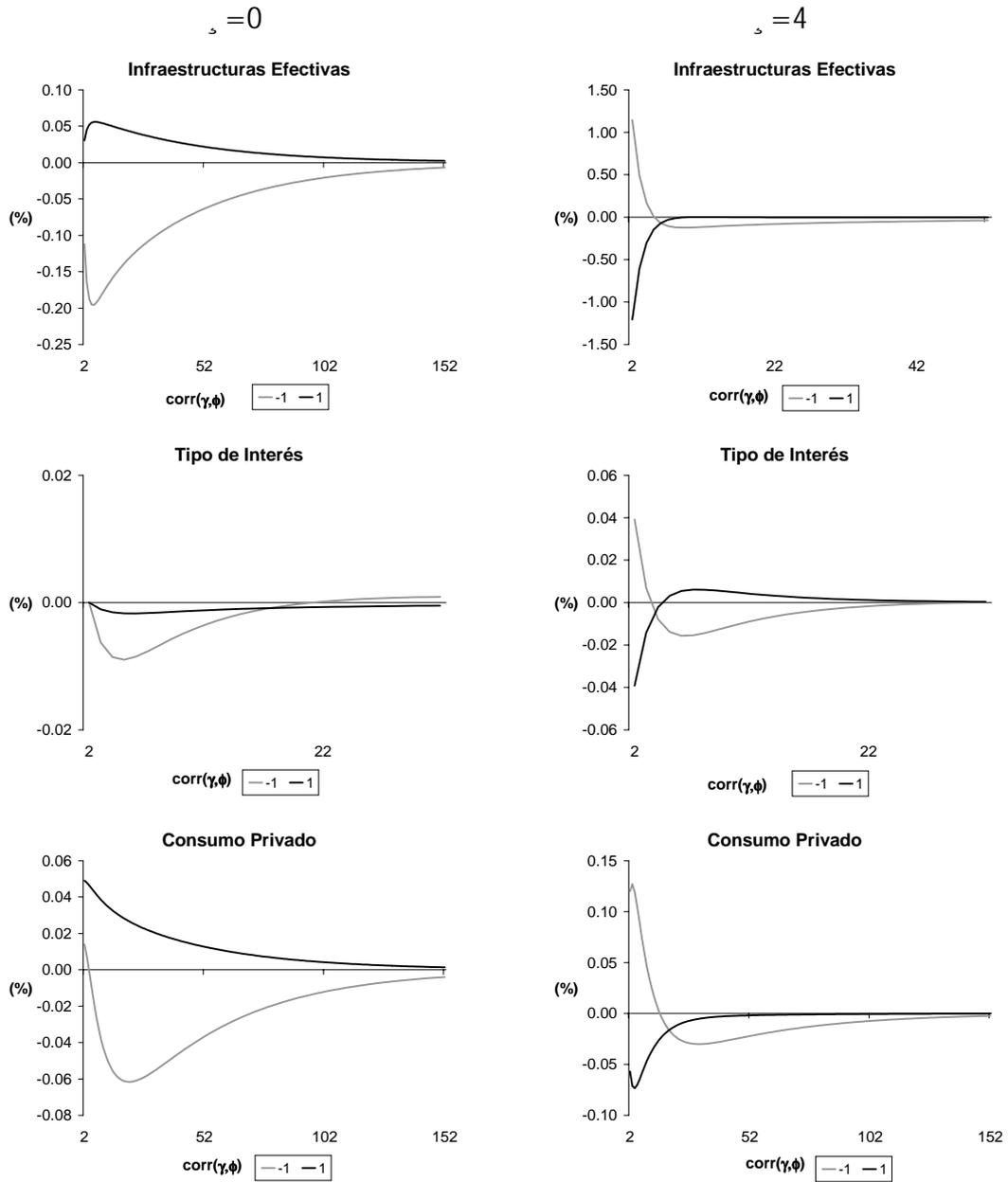
5.5.1 RESPUESTA ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN A PERTURBACIONES EN EL GASTO (FINANCIADAS CON IMPUESTOS NO DISTORSIONANTES)

5.5.1.1 EFECTOS DE λ SOBRE LA VOLATILIDAD DE LAS VARIABLES ENDÓGENAS



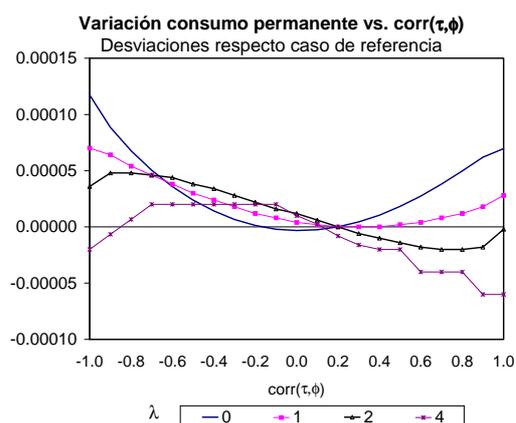
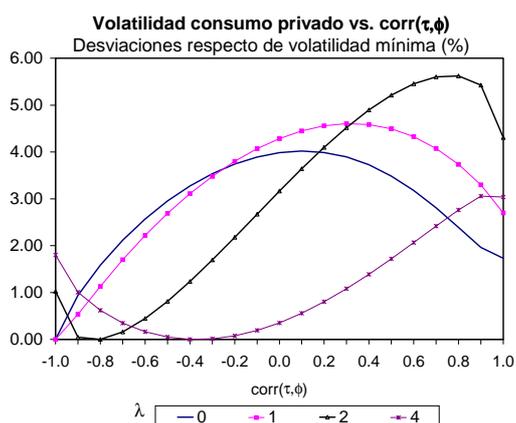
5.5.1.2 FUNCIONES DE RESPUESTA A IMPULSO PARA $\sigma_{\bar{A}} = \$1$

Respuesta a impulso negativo en Γ y negativo en Φ ($\sigma_{\bar{A}}=1$) o positivo en Φ ($\sigma_{\bar{A}}=-1$), para $\sigma = 0, 4$



5.5.2 RESPUESTA ÓPTIMA DE LA COMPOSICIÓN A PERTURBACIONES EN LA PRESIÓN FISCAL (DESTINADA A TRANSFERENCIAS CORRIENTES)

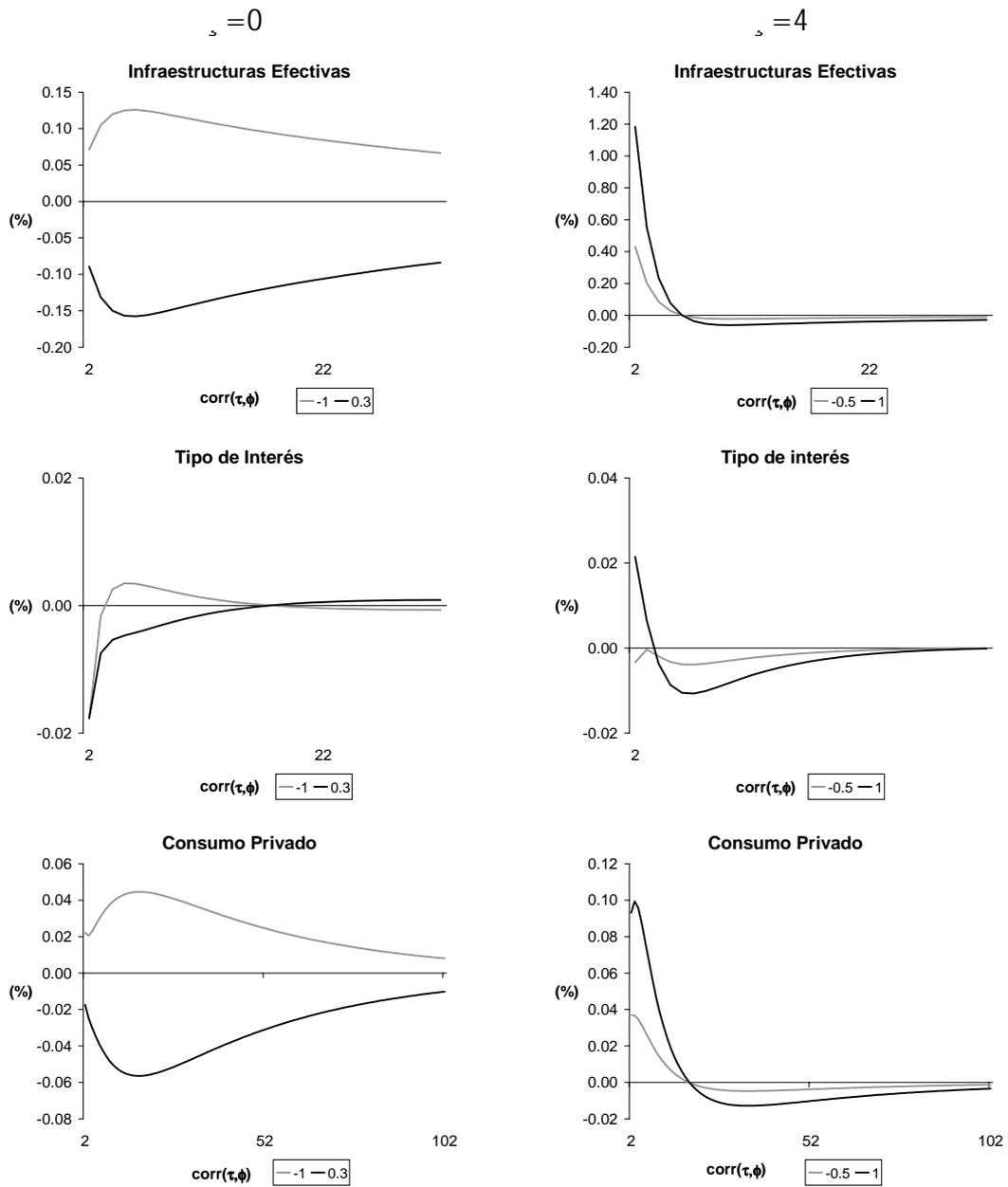
5.5.2.1 EFECTOS DE $\hat{\tau}_{i;A}$ SOBRE LA VOLATILIDAD DE LAS VARIABLES ENDÓGENAS



5.5.2.2 FUNCIONES DE RESPUESTA A IMPULSO PARA $\hat{\tau}_{i;A} \in [0, 1]$

En este caso, los casos extremos ($\hat{\tau}_{i;A} = 1, -1$) no son particularmente ilustrativos para la mayoría de los valores de λ considerados, ya que éstos no son los que definen los extremos superior e inferior de la volatilidad del consumo.

Respuesta a impulso positivo en Υ y positivo en Φ ($\rho_{\Upsilon, \Phi} = 0.3, 1$) o negativo en Φ ($\rho_{\Upsilon, \Phi} = -1, -0.5$), para $\rho = 0, 4$



Capítulo 6

CONCLUSIONES Y EXTENSIONES

La tesis consta de dos partes. En la primera se analiza empíricamente los posibles efectos sobre el crecimiento agregado de ciertas partidas de consumo público, para las que existe una creencia a priori de que desempeñan un papel productivo, por ser gastos necesarios para la explotación y mantenimiento del capital público físico productivo.

Tras encontrar evidencia de dicho efecto productivo, en la segunda parte se formula un modelo teórico que busca generalizar el modelo estándar de equilibrio general con sector público, para incorporar este papel productivo del consumo público. El modelo se analiza desde una doble perspectiva, determinista y estocástica, abordándose preguntas de corte positivo y normativo. Sobre la base del análisis realizado se concluye que, si consideramos este papel productivo para el consumo público, la política de reparto del gasto elegida tiene efectos relevantes sobre el bienestar a largo plazo y sobre el ciclo económico.

La exposición de las conclusiones comprenderá los siguientes puntos:

- 2 Objetivo y motivación de la tesis
- 2 Evidencia empírica de los efectos sobre el crecimiento económico del consumo público
- 2 Formulación del modelo de infraestructuras efectivas
- 2 Resultados fundamentales del modelo
- 2 Resumen de resultados y extensiones

A continuación se exponen estas cuestiones.

6.1 OBJETIVO Y MOTIVACIÓN DE LA TESIS

En la tesis se pretende analizar desde un punto de vista tanto empírico como teórico los efectos macroeconómicos del consumo público empleado en la explotación y mantenimiento del capital público productivo.

En particular, se aborda un doble objetivo:

1. Se estudian los efectos sobre el crecimiento económico de un subconjunto de partidas de consumo público, usando datos estadounidenses.
2. Se formula un modelo teórico de equilibrio general (dinámico y estocástico) con sector público que acumula infraestructuras, en el que se incorpora un papel productivo para cierto consumo público que contribuye a un uso e...ciente del capital público físico.

La tesis se enmarca en el conjunto de estudios que analizan los efectos macroeconómicos del Gasto Público, así como la política de composición o reparto del mismo entre partidas de consumo o inversión. Esta distinción entre consumo e inversión corresponde a lo que se conoce como clasi...cación por naturaleza del gasto público.

Entendemos por inversión pública aquellos gastos que realiza el sector público y están destinados a la formación de capital físico, que estará disponible para el proceso productivo en ejercicios posteriores a aquél en el que se realiza el gasto. De forma abreviada aludiré al capital público productivo como infraestructuras públicas.

El consumo público forma parte de los llamados gastos corrientes, junto con las transferencias de renta al sector privado. El consumo público son gastos destinados al pago de sueldos y salarios de funcionarios (profesores, médicos, jueces, etc.), al pago de servicios o a la adquisición de bienes consumibles (gastos en material sanitario o educativo, etc.). Por tanto, son gastos que se materializan en bienes que se agotan en el mismo ejercicio en que se realiza el gasto, no estando disponibles para su uso en periodos siguientes.

En cuanto a la motivación que justi...ca haber elegido este objetivo, señalamos las siguientes ideas.

A lo largo del siglo XX se ha producido un crecimiento muy intenso del tamaño del sector público (medido como peso del gasto público sobre PIB), de acuerdo con el desarrollo del Estado del Bienestar.

Los considerables costes que genera su ...nanciación sobre la economía (ya sea por la emisión de deuda o el establecimiento de impuestos) han orientado la política económica en los noventa hacia la reducción de este tamaño.

La pregunta que surge de forma natural es ¿qué partidas de gasto público deben reducirse?

La mayoría de los abundantes estudios teóricos y empíricos de la última década sugieren que la inversión pública favorece el crecimiento económico e incentiva la inversión privada, encontrándose efectos opuestos para la componente de consumo público (efectos negativos sobre el crecimiento y la inversión privada).

La consecuencia de estos resultados en términos de política económica se pone claramente de mani...esto con la siguiente comunicación de la Comisión Europea (diciembre de 1998):

"La disciplina presupuestaria no puede ser cuestionada por la tendencia actual a dar una mayor prioridad a la inversión pública", y por ello propugna... "una reorientación del gasto público a favor de la inversión y en detrimento de los gastos corrientes".

En este contexto, la hipótesis de partida de la tesis es la siguiente:

Cabe entender que el servicio que proporcionan las infraestructuras en el proceso productivo agregado es resultado de la interacción entre dos tipos de gasto público:

- ² los destinados a la acumulación de capital físico productivo (inversión), y también
- ² los necesarios para la explotación y mantenimiento del capital físico (no serían productivos colegios u hospitales sin sueldos y salarios de profesores y médicos o gastos en material educativo y sanitario, ni autopistas sin gastos de mantenimiento que las conserven en buen estado,...).

Si encontrásemos evidencia empírica de efectos productivos para el consumo público destinado a la explotación y mantenimiento del capital público físico, sería cuestionable aplicar políticas de reducción indiscriminada de gastos corrientes, sin tener en cuenta la función económica a que están destinados. A partir de esta hipótesis:

- ² En el Capítulo 2 se obtiene evidencia empírica de efectos positivos sobre el crecimiento económico de estas partidas de consumo público (las empleadas en la explotación y mantenimiento del capital público físico).
- ² En los Capítulos 3 a 5, dado este resultado empírico, se formula un modelo teórico de equilibrio general con sector público, que incorpora el papel productivo de este consumo público. Se estudian entonces las implicaciones de esta extensión del modelo estándar cuando analizamos los efectos de cambios en la composición del gasto público sobre el bienestar a largo plazo y sobre el ciclo económico.

6.2 EFECTOS DEL CONSUMO PÚBLICO SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO: EVIDENCIA EMPÍRICA

Esta cuestión se aborda en la parte 1 de la tesis doctoral. A continuación se expone el estado de la cuestión, la aportación propia de la tesis y los resultados obtenidos.

6.2.1 ESTADO DE LA CUESTIÓN

La línea mayoritaria en la literatura parte de los trabajos de Aschauer (1988, 1989a y b), Barro (1991), Easterly y Rebelo (1993) o Barro y Sala-i-Martin (1995).

Estos trabajos se caracterizan por analizar los efectos diferenciados del consumo público total frente a la inversión pública total (es decir, utilizan lo que hemos denominado clasi...cación por naturaleza del gasto público), alcanzando conclusiones que apoyan la política de reducción del gasto público mediante recortes de consumo corriente.

Una excepción es el trabajo de Fatás y Mihov (2001a) que desagregan el consumo total en gastos de sueldos y salarios y otro consumo, encontrando para los primeros efectos expansivos muy relevantes.

Abarcando el tema desde otra perspectiva, existe algún trabajo que analiza los efectos del gasto público total empleado en distintas funciones económicas. Aquí destacamos el trabajo de Kneller y otros (1999), que obtienen efectos productivos para los gastos totales en educación, sanidad, transporte y comunicaciones o servicios generales del sector público (que agregan con otras funciones en lo que ellos identifican a priori como gastos públicos productivos).

El objetivo de la tesis no se adapta exactamente a ninguno de estos enfoques, ya que se pretende analizar: ¿cuál es el efecto sobre el crecimiento económico del gasto público de consumo empleado en funciones 'productivas'?

La aportación de la tesis doctoral consiste, por tanto, en la superposición de clasificaciones. No hay trabajos previos que utilicen este enfoque (al menos en lo que conoce la autora) por un problema de falta de datos para un conjunto amplio de países y una número suficiente de años.

Un trabajo que lo intenta de forma imperfecta es el de Devarajan y otros (1996). Estos autores analizan para un panel de países los efectos del gasto público total empleado en distintas funciones (educación, sanidad, transporte). Encuentran que estas funciones sólo son productivas en países con un cociente de gastos corrientes (consumo más transferencias) sobre gasto público total elevado. Ellos interpretan este resultado como que estas funciones sólo son productivas en gobiernos que utilizan eficientemente su capital público productivo, aludiendo al frecuente caso de economías en desarrollo cuyos sectores públicos realizan un esfuerzo inversor que posteriormente no explotan de forma adecuada.

6.2.2 APORTACIÓN DE LA TESIS

En este contexto, la aportación de la tesis doctoral es la siguiente. Se analizan los efectos sobre el crecimiento económico de partidas de consumo público empleadas en funciones económicas que realiza el sector público y que se consideran productivas en la literatura:

Tipo 1: Consumo público empleado en funciones económicas que la literatura ha entendido que mejoran la productividad del trabajo privado (educación, sanidad,...).

Tipo 2: Consumo público empleado en funciones económicas asimiladas a infraestructuras en sentido estricto (transporte, energía, recursos naturales).

Tipo 3: Consumo público en funciones públicas que garantizan la protección de los derechos de propiedad de los agentes privados (policía, justicia, seguridad civil).

Por otro lado, utilizamos metodología VARMA (modelos bivariantes del PIB con cada uno de los tres tipos de consumo¹) que permite:

² Modelizar la dinámica del sistema (efectos cruzados retardados) y

² Endogeneizar las variables públicas respecto de la actividad agregada.

¹Todas las series en tasas de crecimiento.

Al optar por esta metodología se superan dos de las principales críticas que han sufrido la mayor parte de los trabajos empíricos previos.

La disponibilidad de series temporales largas para esta doble clasificación (funcional y por naturaleza) nos lleva a dirigir nuestro estudio al caso estadounidense.

6.2.3 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En cuanto a los resultados obtenidos en la investigación empírica, los resumimos en los siguientes puntos:

Las partidas de consumo señaladas suponen aproximadamente un 50% sobre el consumo público total (el resto son gastos de consumo en funciones de seguridad social y bienestar, carrera espacial, defensa y otras partidas menores).

Encontramos efectos negativos sobre el crecimiento económico de este consumo público total, como el primer grupo de literatura previa.

En cambio, encontramos evidencia de efectos positivos sobre el crecimiento para los tres subgrupos de consumo público seleccionados.

Estos resultados complementan los de Kneller y otros (1999), Devarajan y otros (1996) y Fatás y Mihov (2001a). Respecto de los dos primeros, en la tesis se identifica el efecto sobre el crecimiento económico debido exclusivamente al consumo público, respecto del último se considera además su función económica.

Los resultados obtenidos en la tesis llevan a las dos siguientes conclusiones:

1. La necesidad de desagregar suficientemente el consumo público según su función económica en el proceso productivo agregado para poder identificar su efecto sobre el crecimiento económico.
2. Sugieren la existencia de un consumo público con efectos productivos por su utilización en la explotación y mantenimiento del capital público físico. Esta interpretación está en línea con la que hacen Devarajan y otros (1996). Se utiliza esta evidencia como fundamento al modelo teórico propuesto en la tesis.

6.3 MODELO DE USO EFICIENTE DE LAS INFRAESTRUCTURAS PÚBLICAS

La Parte II de la tesis se destina a formular un modelo de uso eficiente de las infraestructuras públicas consistente con la evidencia empírica encontrada. Posteriormente, este modelo se emplea para responder a cuestiones de tipo positivo y normativo, desde una doble vertiente determinista y estocástica.

Al igual que en el estudio empírico, comenzamos por el análisis de la literatura previa.

6.3.1 ESTADO DE LA CUESTIÓN

El Modelo estándar de equilibrio general con sector público parte del trabajo de Barro (1990), posteriormente extendido desde una perspectiva dinámica por otros trabajos,

como el de Judd (1999). Entre los modelos dinámicos y estocásticos, los trabajos que suponen una referencia más directa a la tesis son, el seminal de Baxter y King (1993) y, posteriormente, los de Ambler y Paquet (1996) o Lansing (1998).

En este modelo estándar, en líneas generales:

1. El consumo público es un gasto que se tira al mar o un argumento de la función de utilidad del consumidor representativo.
2. La inversión pública es un gasto que permite acumular infraestructuras, consideradas como factor de producción complementario de los privados (capital y trabajo).

Los resultados normativos (en línea con los empíricos), sugieren, en general, que es preferible la reducción del gasto público con recortes de consumo público que mediante inversión pública, ya que la inversión es la que presenta mayores efectos positivos sobre la producción y el bienestar de largo plazo (Baxter y King (1993), García-Milá (1987) o Turnovsky (1996)).

Una excepción a esta modelización teórica es el trabajo de Devarajan y otros (1996). Estos autores plantean un modelo determinista de crecimiento endógeno para apoyar sus resultados empíricos. En él modelizan el consumo público como factor de producción complementario de la inversión pública y privada. La hipótesis que subyace a esta forma de incorporar el consumo público en el proceso productivo es la de que éste contribuye a la utilización e...ciente del capital público físico.

Este concepto de utilización e...ciente del capital físico está muy documentada desde una perspectiva empírica en numerosos trabajos microeconómicos y, con datos macroeconómicos destaca el trabajo de Hulten (1996). Este autor señala que un 40% de los diferenciales de crecimiento para un conjunto de países en vías de desarrollo se debe a diferencias en el uso efectivo de las infraestructuras existentes, mientras que el diferencial debido a la formación de stock nuevo es despreciable. Como uno de los muchos ejemplos que utiliza para ilustrar esta cuestión señalamos el siguiente: el mal estado de las líneas telefónicas del Chad hace que el 91% de las llamadas intentadas resulten fallidas.

En este contexto, la aportación de la tesis doctoral consiste en la formulación de un modelo de uso e...ciente de las infraestructuras públicas.

6.3.2 MODELO DE USO EFICIENTE DE LAS INFRAESTRUCTURAS PÚBLICAS

Incorporamos el concepto de unidades efectivas o e...cientes de capital público en un modelo de equilibrio general (dinámico y estocástico).

Se parte de la hipótesis de que en el proceso de producción agregado son relevantes las unidades efectivas de infraestructuras públicas, que serán el resultado de la interacción de los dos tipos de gasto público (G) considerados en el modelo:

- ² Los de acumulación de capital físico nominativo (inversión, I_g): generan stock según la ley de evolución estándar

$$Kg_t^N = (1-\delta) \zeta Kg_{t-1}^N + Ig_t$$

El capital físico disponible al ...nal del periodo t será el que había al principio del periodo y no se ha depreciado, más lo que haya invertido el sector público en el periodo. Estará disponible para intervenir en el proceso productivo a partir del periodo t+1.

- 2 Los gastos de consumo corriente (Cg) empleados en la explotación y mantenimiento del capital nominativo: adquieren bienes consumibles dentro del periodo, que por tanto no se acumulan como stock.

En el modelo, se define el ratio de composición del gasto público como:

$$\omega = \frac{Cg}{G}$$

Este ratio aproxima las unidades de consumo público empleadas por cada unidad de inversión pública.

En segundo lugar, formulamos una función de producción de infraestructuras efectivas:

$$Kg_t^E = \exp(\lambda \omega_t) \zeta Kg_{t-1}^N$$

Según esta formulación, el capital público efectivo para la producción durante el periodo t depende del capital físico disponible al principio del periodo y de una función exponencial que depende a su vez de la composición del gasto y de un parámetro estructural λ , que recoge lo que en la tesis se denomina efecto eficiencia del consumo público sobre el capital físico existente.

Se identifica esta función exponencial con un índice de grado de eficiencia en el uso de las infraestructuras públicas. El modelo estándar en los trabajos previos puede obtenerse como un caso particular del modelo de infraestructuras efectivas igualando λ a cero, de forma que las infraestructuras efectivas coinciden con las nominativas. En el modelo de infraestructuras efectivas λ se supone estrictamente positivo, lo que implica que las infraestructuras efectivas vienen determinadas por el capital físico y también por cuán eficientemente éste se utiliza.

Por último, incorporamos las infraestructuras efectivas en una función de producción agregada estándar en los modelos de equilibrio general (dinámicos y estocásticos):

$$Y_t = z_t \zeta N_t^{1-\alpha} \zeta Kp_{t-1}^{\alpha} \zeta (Kg_t^E)^{\alpha}$$

Esta función corresponde a la forma funcional Cobb-Douglas estándar, con rendimientos constantes en los factores privados (capital y trabajo) y decrecientes en los factores acumulables (capital privado y público), con lo que garantizamos que el modelo no presenta crecimiento endógeno. Finalmente z_t es una perturbación tecnológica, de carácter estocástico y estacionario.

Resulta interesante comparar la modelización propuesta en la tesis con la de Devarajan y otros (1996), que plantean la siguiente función de producción:

$$y = k^{\alpha} g_1^{-\beta} g_2^{\gamma}$$

Esta formulación implica complementariedad de factores a nivel agregado, es decir, el consumo público es complementario de la inversión pública y privada a nivel agregado.

En cambio, la formulación propuesta en la tesis implica que el consumo público es complementario de la inversión pública en la producción del capital público efectivo, y es éste capital público efectivo el complementario del privado en la producción agregada. Este último resultado está más conforme con nuestra intuición de cómo interviene este tipo de bien público en la actividad productiva agregada.

En segundo lugar, el modelo propuesto permite identificar un índice de grado de eficiencia en el uso de las infraestructuras públicas, que podría resultar interesante para estudios empíricos en la línea de Hulten (1996), que permitan explicar el diferencial de crecimiento entre países a partir de diferencias en el grado de eficiencia con que utilizan sus infraestructuras. La diferencia respecto de dicho autor es que añadiríamos endogeneidad de este índice de eficiencia respecto de una variable de política.

Por último, la función de Devarajan y otros implica una composición óptima en el estado estacionario de la economía que presenta el inconveniente de que depende de la elasticidad producto de la inversión pública, parámetro sobre el que existe mucha incertidumbre (ya que la literatura empírica ha obtenido estimaciones en un rango que va desde 0 a 0.40). Ello no permitiría obtener una conclusión cerrada de composición óptima, que es nuestro objetivo.

Por lo demás, se trata de un modelo estándar de ciclo real:

1. El consumidor representativo obtiene utilidad sólo de su consumo: con ello buscamos aislar los efectos del consumo público derivados del canal productivo que se diseña en el modelo propuesto en la tesis.
2. La restricción presupuestaria del gobierno está equilibrada en todos los periodos: los gastos públicos se financian con un único impuesto proporcional sobre las rentas del trabajo y el capital, no hay deuda en el modelo, y las transferencias son residuales, para equilibrar ingresos y gastos públicos.
3. Hay tres variables de política reales: el ratio de composición del gasto público, el ratio de gasto público sobre producto y el ratio de recaudación impositiva sobre producto.
4. En el análisis del ciclo económico, las variables reales y la tecnología se suponen procesos estocásticos exógenos estacionarios. Esto nos permitirá hacer ejercicios de montecarlo y comparar los estadísticos de las series endógenas generadas con los de las series estadounidenses.

6.4 RESULTADOS DEL MODELO DE INFRAESTRUCTURAS EFECTIVAS

Los principales resultados del modelo pasan por la definición de una regla de oro de reparto del gasto público de carácter estático, que luego se generaliza para considerar la dinámica de transición del sistema y, finalmente, resultados respecto de los efectos sobre el ciclo de alteraciones en la composición del gasto público.

6.4.1 REGLA DE ORO DE REPARTO DEL GASTO PÚBLICO

A continuación presentamos el ratio de composición que permite maximizar el bienestar de estado estacionario. Los resultados normativos derivados son muy ilustrativos de los canales a través de los cuales el consumo público incorporado en el modelo influye en el bienestar agregado. Estos canales se van a ver reproducidos cuando analicemos las versiones dinámica y estocástica del modelo.

Las formas funcionales elegidas permiten obtener una expresión analítica para el reparto óptimo del gasto público (remarcamos de nuevo que se trata de un concepto estático de optimalidad, ya que se obtiene como el ratio que maximiza el bienestar de estado estacionario):

$$\omega^* = 1 + \frac{1}{\sigma}$$

Esta regla es una función creciente del parámetro de elasticidad del consumo público (σ) y resulta del equilibrio entre dos efectos de signo contrario generados sobre el producto de estado estacionario por un aumento marginal en el ratio de composición del gasto (traslada una unidad de gasto público desde inversión hacia consumo):

- ² un efecto elasticidad positivo: ganancia marginal de elasticidad en el uso de las infraestructuras disponibles
- ² un efecto desplazamiento negativo: pérdida marginal de infraestructuras nominativas derivado del desplazamiento de la inversión pública

La regla de oro (según esta definición estática) es aquella para la que el efecto desplazamiento iguala al efecto elasticidad, lo que deriva en la expresión anterior.

Resumimos algunas de las principales implicaciones derivadas de la regla de oro obtenida:

1. La regla de oro obtenida implica el siguiente ratio óptimo entre consumo público e inversión pública: $(C_g/I_g)^* = \sigma - 1$. De forma explícita, el sector público debería emplear $\sigma - 1$ unidades de bien en la explotación y mantenimiento de cada unidad invertida (es decir, el exceso del efecto elasticidad del consumo público sobre la unidad de inversión pública desplazada).

2. Existe un intercambio óptimo entre la proporción de gasto público dedicada a consumo y a inversión. Este resultado es consistente con evidencia empírica previa: Devarajan y otros (1996) y de la Fuente (1997) estiman empíricamente (con un panel de países) relaciones de U invertida entre el crecimiento agregado y la inversión pública, expresada como ratios sobre el gasto público total y sobre el producto respectivamente. Es decir, en la realidad se observa que algunas economías están situadas a la izquierda y otras a la derecha del óptimo.

3. Si se deseara aplicar la regla de oro (estática) para los valores del parámetro de eficiencia (α) calibrados en EEUU para los tres tipos de consumo público enunciados anteriormente, la reforma de la composición supondría pasar del ratio de composición calibrado en la economía americana, 0.78, al ratio resultante de la regla de oro (en la tabla se muestran los valores estimados de α para los tipos 1, 2 y 3 de consumo público, por este orden):

α	α^*	Ganancias Bienestar
1.5	0.33	37%
2.5	0.60	11%
3.5	0.71	3%

En la tabla podemos ver que las reducciones del ratio de composición son bastante significativas para los tipos 1 y 2 de consumo público.

Cuando calculamos la ganancia de bienestar obtenidas con la reforma, medida como el porcentaje en que resultaría aumentado el consumo privado de estado estacionario de la situación subóptima al adoptar la regla de oro (en términos de puntos de PIB), estas ganancias son aparentemente muy elevadas. Por ejemplo, para $\alpha=1.5$ (correspondiente al consumo tipo 1), pasar de $\alpha^*=0.78$ a la regla de oro permitiría un aumento del consumo privado de 37 puntos porcentuales de PIB.

Pero, en la literatura del bienestar está ampliamente documentado que lo verdaderamente relevante no es comparar el bienestar de los estados estacionarios inicial (subóptimo) y final (óptimo), sino analizar qué ocurre durante la transición entre ambos.

La consideración de los efectos sobre el bienestar durante la transición nos llevará a definir una versión dinámica de la regla de oro. Cuando tenemos en cuenta esta dinámica de transición llegamos a la conclusión de que la situación actual podría no estar tan lejos del óptimo como parece mostrar la regla estática. Éste es el objeto de análisis del siguiente apartado.²

²Quisiera puntualizar que cuando hablo de regla de oro dinámica no me refiero a que sea el resultado de resolver el problema de Ramsey, sino a que ha sido calculada teniendo en cuenta la dinámica de transición.

6.4.2 REGLA DE ORO DINÁMICA DE REPARTO DEL GASTO

Como hemos anticipado, analizamos ahora los efectos durante la transición de una reforma de la composición del gasto público.

Supongamos $\beta = 1:5$. La adopción de la regla de oro implicaría que el ratio de composición en el instante inicial ($t=0$: $\omega=0.78$) pasaría a tomar el valor $\omega=0.33$ para $t \rightarrow 1$ (como en Cooley y Hansen (1992)).

Las condiciones de estabilidad del sistema, obtenidas a partir de las condiciones de primer orden del modelo, determinan la senda de ajuste de los capitales privado y público hacia el nuevo estado estacionario. Éstas determinan a su vez la dinámica del consumo privado. Como se demuestra en el capítulo 5, esta política implica considerables ganancias en el consumo privado (y por tanto el bienestar) en el largo plazo, pero también son muy importantes las pérdidas en los primeros años tras el cambio de composición del gasto público.

Estas pérdidas los primeros años se deben a la caída de las infraestructuras efectivas, como consecuencia de la reducción del consumo público y la pérdida de eficiencia que esto origina en el uso del capital público físico existente en la economía. En el medio y largo plazo, la acumulación de las infraestructuras nominativas sí permite incrementos en la producción, el consumo y el bienestar.

Cuando incorporamos los efectos durante la transición en el cálculo de las ganancias de bienestar, éstas disminuyen de forma drástica, tal y como se muestra en la tabla.

β	ω^*	G. Bienestar (Transición)	G. Bienestar (Estado estacionario)
1.5	0.33	5%	37%
2.5	0.60	-1%	11%
3.5	0.71	-2%	3%

Para $\beta = 1.5$, por ejemplo, considerar los efectos durante la transición reducen la ganancia de bienestar derivada de un cambio en la composición hasta sólo 5 puntos de consumo privado en términos de PIB, frente a los 37 puntos obtenidos cuando comparamos los niveles de estado estacionario. Cuando β aumenta hasta 2.5 y 3.5, incluso es peor aplicar la regla de oro estática que mantener la composición actual del gasto público.

Nos planteamos entonces qué haría un gobierno que maximizase una función objetivo que tuviese en cuenta estos efectos durante la transición. En base a ello definimos una Regla de oro dinámica de reparto. Esta regla dinámica es la que verdaderamente nos interesa en términos de bienestar (la transición es muy lenta en estos modelos, por lo que las pérdidas de bienestar pueden extenderse muchos periodos).

Definimos como Regla de Oro Dinámica de Reparto del gasto público el ratio de composición que maximiza la utilidad descontada durante la transición. Esta regla de oro dinámica se caracteriza porque, para todo β , el ratio dinámico es superior al estático: por ejemplo para $\beta = 1:5$, el ratio de composición pasa del 0.33 de la optimización

estática al 0.54 de la optimización dinámica. Ello permite reducir los costes de corto aunque también son menores las ganancias de largo.

La similitud de los perfiles para la regla de oro estática y dinámica nos permite interpretar esta última como el resultado del equilibrio intertemporal entre los dos efectos eficiencia y desplazamiento del consumo público sobre las infraestructuras nominativas: el efecto eficiencia se concentra en los primeros periodos tras la reforma y el efecto desplazamiento ganan importancia en el medio y largo plazo, conforme se produce la transición hacia el nuevo stock de infraestructuras nominativas. Por ello, la optimización que tiene en cuenta los efectos en el corto plazo prima más el consumo público respecto de la inversión pública que aquél que sólo evalúa los efectos de largo plazo.

La principal conclusión del ejercicio consiste en destacar la importancia de tener en cuenta la dinámica de transición en el diseño de reformas de la composición del gasto público: los costes de corto plazo de reducir el consumo público podrían llegar a anular la ganancia de largo plazo. Por ejemplo, para $\rho = 2:5$, regla de oro dinámica supondría dejar el ratio actual (0.78) casi inalterado, reduciéndolo sólo hasta 0.72 (frente a la reducción hasta 0.6 que implicaba la regla estática), y la ganancia de bienestar lograda sería de sólo un 1%.

Para economías en vías de desarrollo, está muy documentada empíricamente la existencia de vueltas atrás en el desarrollo económico por un uso ineficiente de las infraestructuras disponibles (Hulten (1996) es, de nuevo, la referencia básica).

En el capítulo normativo también se detalla la sensibilidad de esta regla dinámica ante cambios en el horizonte de planificación del gobierno. Cuanto más miope sea éste (menor sea el horizonte de planificación que considera), menor será la reducción del ratio de composición respecto de la situación actual, en busca de minimizar las pérdidas (o maximizar las ganancias) de corto plazo.

También se analiza la sensibilidad de la regla de oro ante cambios en los parámetros estructurales. A este respecto, consideramos interesante destacar los resultados obtenidos cuando se consideran cambios en los ratios de tamaño del gasto público y presión fiscal. Las conclusiones normativas apuntan a que el ratio de composición óptimo crece cuando disminuye el tamaño del gasto público o aumenta la presión fiscal. Estos resultados son consistentes, además, con la evidencia observada en la economía americana y en la eurozona. Por otro lado, también es destacable que la regla de oro dinámica es independiente del valor que adopte la elasticidad del producto respecto de las infraestructuras, como ocurría con la regla estática.

6.4.3 COMPOSICIÓN DEL GASTO PÚBLICO Y EL CICLO ECONÓMICO

ANÁLISIS POSITIVO

Calibramos los parámetros estructurales del modelo utilizando datos de la economía estadounidense y suponemos desviaciones log-normales para las perturbaciones estocásticas exógenas (variables tecnológicas y técnicas). Hacemos ejercicios de Montecarlo y calculamos un conjunto de estadísticos para las series generadas según el modelo, que comparamos con los estadísticos de las series de la economía estadounidense.

Desde una vertiente positiva, nos planteamos si podemos reproducir algún estadístico que no haya sido mirado antes por otros trabajos. Encontramos que el modelo de infraestructuras efectivas propuesto logra reproducir el signo y la magnitud para la correlación cruzada entre el producto y la composición del gasto público que encontramos en la economía estadounidense.

En el modelo propuesto, esta correlación positiva la explicamos a través de dos efectos que originan perturbaciones en la composición del gasto público sobre el producto: uno directo y del mismo signo a través de las infraestructuras efectivas y uno indirecto (también del mismo signo) a través de la inversión privada, como consecuencia de los efectos de redistribuciones del gasto sobre la productividad del capital público y privado.

ANÁLISIS NORMATIVO

La pregunta que nos planteamos ahora es ¿debe ser el ratio de composición del gasto público procíclico o contracíclico?

Siguiendo a Cassou (1995), en la tesis se busca aquella correlación cruzada entre las perturbaciones de composición y tecnología que maximiza el bienestar del consumidor representativo. Pero a diferencia de este autor se considera relevante maximizar el flujo incondicional de utilidad del consumidor, no la utilidad descontada empírica.

Basándonos en resultados previos de Lucas (1987) y Portier y Puch (1998), maximizar la utilidad incondicional es equivalente a minimizar la volatilidad empírica del consumo privado, ya que la media empírica del consumo privado no depende de la correlación cruzada entre las perturbaciones estocásticas.

De los resultados obtenidos, destacamos:

1. El ratio de composición del gasto debe ser procíclico o contracíclico según predomine:
 - a) El efecto desplazamiento del consumo público sobre las infraestructuras nominativas futuras. Esto es tanto más probable cuanto mayor sea el valor medio del ratio θ en torno al cual oscila la economía o menor sea σ . En este caso la respuesta óptima es procíclica: el consumo público debe aumentar en las fases expansivas del ciclo. En la tesis se identifica que el consumo público estadounidense tipo 1 responde a esta tipología, por tener un valor σ pequeño (1.5) y un ratio de composición elevado (0.8). El comportamiento procíclico del consumo público permite que la acumulación de capital privado se compense con reducciones de capital público nominativo, minimizando la volatilidad del producto agregado.
 - b) El efecto eficiencia del consumo público sobre las infraestructuras nominativas presentes. Esto será más probable cuanto mayor sea σ o menor sea el valor medio de la composición (θ) en torno a la que oscila la economía. En este caso la composición del gasto debe ser contracíclica, aumentando el consumo público en las fases recesivas del ciclo. En la tesis se identifica en este grupo a los tipos 2 y 3 de consumo público estadounidense: el primero por tener un ratio θ pequeño (0.5) y una eficiencia media ($\sigma = 2.5$), y el segundo por tener una eficiencia elevada ($\sigma = 3.5$) que contrarresta un ratio θ elevado (0.9). El comportamiento contracíclico del consumo público implica que la acumulación de capital privado se compensa con

reducciones de infraestructuras efectivas. Ello minimiza la volatilidad del tipo de interés, y con ello de la inversión privada y el producto.

2. Una acomodación óptima del ratio de composición del gasto a la tecnología permite reducir sensiblemente la volatilidad del consumo privado y de la producción agregada: reducciones de la volatilidad en torno al 10% para el consumo privado y hasta un 30% para el producto, según los valores calibrados de β y θ . Este resultado es consistente con evidencia empírica muy reciente: Fatás y Mihov (2001b) encuentran que el efecto estabilizador de los gastos públicos en sueldos y salarios es mayor que para las transferencias (estabilizador automático clásico junto con los impuestos directos).

6.5 RESUMEN DE RESULTADOS Y EXTENSIONES

6.5.1 RESUMEN DE RESULTADOS

Resumimos las principales conclusiones de la tesis en los siguientes puntos.

1. Se obtiene evidencia empírica de efectos positivos sobre el crecimiento económico para ciertas partidas de consumo público cuando lo desagregamos según su función económica en el proceso productivo agregado.
2. Un modelo de uso eficiente de infraestructuras como el propuesto es consistente con evidencia empírica propia y ajena. Además, anticipa efectos relevantes sobre la actividad económica de cambios en la composición del gasto, tanto desde un punto de vista de largo plazo como desde un punto de vista de corto plazo.
3. Desde el punto de vista normativo:
 - ² La composición óptima sería aquella que logra un equilibrio entre dos efectos contrapuestos que ejerce el consumo público productivo sobre las infraestructuras: un efecto eficiencia positivo (aumenta las unidades efectivas de capital público) y uno desplazamiento negativo (reduce el gasto público destinado a acumulación de capital físico).
 - ² Una reforma en la composición del gasto hacia la regla de oro supone costes significativos de corto plazo. Por ello, la dinámica de transición es crucial para decidir reformas en la composición del gasto público.
4. Respecto al ciclo económico:
 - ² El modelo reproduce la magnitud y signo de la correlación cruzada entre el producto y la composición del gasto público, no analizado en estudios previos.
 - ² Una respuesta óptima de la composición del gasto público a la perturbación tecnológica se muestra como una herramienta de estabilización del ciclo económico.

6.5.2 EXTENSIONES

1. En el estudio empírico consideramos relevantes algunas extensiones:
 - a) Análisis de los efectos sobre el crecimiento cuando usamos las series de consumo público como ratios sobre el gasto público: si encontramos cointegración entre el consumo público y el gasto público, el cociente entre ambos sería estacionario, siendo posible analizar la respuesta de la tasa de crecimiento del PIB (también estacionaria) ante cambios en dicho ratio.
 - b) Estudio de modelos trivariantes de consumo público, inversión pública y producto. Esto nos permitiría contrastar empíricamente la existencia de efectos indirectos del consumo público sobre el crecimiento, a través de la inversión pública, tal y como formulamos en el modelo teórico.
 - c) Analizar los efectos de cambios de distintas partidas del gasto público según el tipo de impuesto utilizado para su ...nanciación: Kneller y otros (1999) demuestran que la no inclusión de impuestos en el modelo infraestima los efectos positivos del gasto público productivo, ya que parte de ese gasto se ...nancia con impuestos distorsionantes que reducen el crecimiento económico.
2. Extensiones del trabajo teórico:
 - a) Análisis de la senda óptima de composición del gasto público (implica utilizar la metodología de Ramsey en este contexto).
 - b) Inclusión del consumo público en la función de utilidad, y deuda en la restricción presupuestaria del gobierno. La inclusión de consumo público en la función de utilidad la consideramos muy relevante para el análisis normativo para determinados tipos de consumo público, como la educación y sanidad. Este tipo de consumo tiene una componente de utilidad directa para los consumidores muy destacable. La inclusión del consumo público en la función de utilidad permitiría además incorporar un carácter de complementariedad o sustituibilidad del consumo público respecto del privado. Por su parte, la inclusión de deuda en la restricción presupuestaria del gobierno permitiría afrontar un conjunto de preguntas que consideramos relevantes y exponemos a continuación.
 - c) Bajo el marco teórico propuesto en la tesis: ¿Es conveniente la aplicación de políticas contracíclicas de dé...cit público, tal como está recogido en el Pacto de Estabilidad Europeo)? o ¿los efectos de dé...cit público dependen del tipo de gasto público al que se destine?. En particular, ¿es conveniente emitir deuda a lo largo del ciclo sólo para ...nanciar inversión pública?. Según Buitter (1998) esta regla caracteriza la orientación de política del nuevo laborismo británico, y él argumenta que no está justi...cada desde la e...ciencia económica.
 - d) Análisis de estabilización del ciclo en modelos menos lineales, o con dos sectores. En relación a esta última idea, un sector produciría bien privado y el otro bien público, lo que permitiría incorporar un papel para los sueldos y salarios públicos, en la línea sugerida por Fatás y Mihov (2001b).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aaron, H.J. (1990). "Discussion" en Alicia H. Munnell (ed.): Is there a Shortfall in Public Capital Investment?. Conference Series N°34, Federal Reserve Bank of Boston, 51-63.
- Agell, J., T. Lindh y H. Ohlsson (1997). "Growth and the public sector: A critical review essay". European Journal of Political Economy, vol. 13, 33-52.
- Ahmed, S. (1986). "Temporary and Permanent Government Spending in an Open Economy". Journal of Monetary Economics, 17, 197-224.
- Ai, C. y S.P. Cassou (1993). "The cumulative benefit of government capital investment", SUNY, Stony Brook, NY, Manuscript.
- Ai, C. y S.P. Cassou (1995). "A normative analysis of public capital". Applied Economics, 27, 1201-1209.
- Aiyagari, S.R., L.J. Christiano y M. Eichenbaum (1992). "The output, employment, and interest rate effects of government consumption". Journal of Monetary Economics, 30, 73-86.
- Alesina, A. y R. Perotti (1995). "Fiscal Expansions and Fiscal Adjustments in OECD Countries". NBER Working Paper Series, Working Paper 5214, August 1995.
- Alesina, A. y R. Perotti (1996). "Fiscal Adjustments in OECD Countries: Composition and Macroeconomic Effects". NBER Working Paper Series, Working Paper 5730, August 1996.
- Alesina, A. y R. Perotti (1997). "Fiscal Adjustments in OECD Countries: Composition and Macroeconomic Effects". IMF Staff Papers, June, 210-248.
- Alesina, A., S. Ardagna, R. Perotti y F. Schiantarelli (1999). "Fiscal policy, profits, and investment". NBER Working Paper Series, WP 7207, July 1999.
- Amano, R. y T. Wirjanto (1994). "An empirical investigation into government spending and private sector behaviour". Bank of Canada, Ottawa, Working Paper N°. 94-08.

- Ambler, S. y A. Paquet (1996). "Fiscal Spending Shocks, Endogenous Government Spending, and Real Business Cycles". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 20, 237-256.
- Andrés, J., J.E. Bosca y R. Domenech (1995). "Main Patterns of Economic Growth in OECD Countries". *Investigaciones Económicas*, vol. 19 (1), Enero 1995, 35-63.
- Argimón, I., J. M. González-Páramo, M. J. Martín y J. M. Roldán (1993). "Productividad e infraestructuras en la economía española". Banco de España, Servicio de Estudios, Documento de Trabajo 9313.
- Argimón, I., J. M. González-Páramo y J. M. Roldán (1994). "Inversión privada, gasto público y efecto expulsión: Evidencia para el caso español". Banco de España, Servicio de Estudios, Documento de Trabajo nº9424.
- Argimón, I., J. M. González-Páramo y J. M. Roldán (1996). "Evidence of public spending crowding-out from a panel of OECD countries". Banco de España, UCM y Ministerio de Economía, mimeo.
- Aschauer, D.A. (1985). "Fiscal Policy and Aggregate Demand". *The American Economic Review*, March 1985, vol. 75 (1), 117-127.
- Aschauer, D.A. (1988). "The Equilibrium Approach to Fiscal Policy". *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 20 (1), February 1988, 41-62.
- Aschauer, D.A. (1989a). "Is public expenditure productive?". *Journal of Monetary Economics*, 23, 177-200.
- Aschauer, D.A. (1989b). "Does public capital crowd out private capital?". *Journal of Monetary Economics*, 24, 171-188.
- Aschauer, D.A. (2000). "Public Capital and Economic Growth: Issues of Quantity, Finance, and Efficiency". *Economic Development and Cultural Change*, vol. 48, nº2, 391-406.
- Aschauer, D.A. y J. Greenwood (1985). "Macroeconomic Effects of Fiscal Policy". *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 23, 91-138.
- Bailey, M. (1971). *National Income and The Price Level*. McGraw-Hill, New York.
- Bairam, E. y B. Ward (1993). "The externality effect of government expenditure on investment in OECD countries". *Applied Economics*, 25, 711-716.
- Bajo, O. y S. Sosvilla (1993). "Does public capital affect private sector performance?". *Economic Modelling*. July 1993, 179-184.
- Balmaseda, M. (1997). "Production function analysis of the rate of return on public capital". CEMFI, Documento de Trabajo 9707, Julio 1997.

- Barro, R.J. (1974). "Are Government Bonds Net Wealth?". *Journal of Political Economy*, 81, 6 (December), 1095-1117.
- Barro, R.J. (1981). "Output Effects of Government Purchases". *Journal of Political Economy*, 89, 1086-1121.
- Barro, R.J. (1989). "The Neoclassical Approach to Fiscal Policy". En Robert J. Barro (ed.): *Modern Business Cycle Theory*, Basil Blackwell, Oxford, 178-235.
- Barro, R.J. (1990). "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth". *Journal of Political Economy*, vol. 98, nº5, 101-125.
- Barro, R.J. (1991a). "Economic Growth in a Cross Section of Countries". *Quarterly Journal of Economics*, May 1991, 106(2), nº425, 407-443.
- Barro, R.J. (1991b). "A Cross-Country Study of Growth, Saving and Government". En D. Bernheim y J. Shoven (eds.): *National Saving and Economic Performance*, NBER, University of Chicago Press, Chicago, Illinois, 271-301.
- Barro, R. J. y X. Sala-i-Martin (1992). "Public Finance in Models of Economic Growth". *Review of Economic Studies*, 59, 645-661.
- Barro, R. J. y X. Sala-i-Martin (1995). "Economic Growth". McGraw-Hill, New York.
- Baxter, M. y R.C. King (1993). "Fiscal Policy in General Equilibrium". *American Economic Review*, 83, 315-334.
- Binswanger, H.P., S.R. Khandker y M.R. Rosenzweig (1993). "How infrastructure and financial institutions affect agricultural output and investment in India". *Journal of Development Economics*, 41, 337-366.
- Blanchard, O. y R. Perotti (1999). "An empirical characterization of the dynamic effects of changes in government spending and taxes on output". MIT, Columbia University and NBER, May 1999, mimeo.
- Braun, R.A. (1994). "Tax disturbances and real economic activity in the postwar United States". *Journal of Monetary Economics*, 33, 441-462.
- Buchanan, J.M. y R.E. Wagner (1977). "Democracy in Debt: The Political Legacy of Lord Keynes". New York, Academic Press.
- Buiter, W. H. (1998). "Notes on "a code for fiscal stability"". NBER Working Paper Series, WP 6522.
- Campbell, J.Y. (1994). "Inspecting the mechanism. An Analytical Approach to the Stochastic Growth Model". *Journal of Monetary Economics*, 33, 463-506.
- Canning, D. y M. Fay (1993). "The effect of transportation networks on economic growth", Columbia University, New York, NY, mimeo.

- Cashin, P. (1995). "Government Spending, Taxes and Economic Growth", IMF Staff Papers, vol. 42, Nº2, June 1995, 237-269.
- Cass, D. (1965). "Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation". Review of Economic Studies, 32 (July), 233-240.
- Cassou, S.P. (1995). "Optimal Tax Rules in a Dynamic Stochastic Economy with Capital". Journal of Economic Dynamics and Control, 19, 1165-1197.
- Cassou, S.P. y K. L. Lansing (1998). "Optimal fiscal policy, public capital, and the productivity slowdown". Journal of Economic Dynamics and Control, 32, 911-935.
- Cazzavillan, G. (1993). "Public capital and economic growth in European countries: A panel data approach". University of Venice, Venice, Working paper nº93.11.
- Cebula, R. J., J. Killingsworth y W.J. Belton, Jr. (1994). "Federal government budget deficits and the crowding out of private investment in the United States". Public Finance, vol. 49(2), 168-178.
- Chavas, J.P., M. Aliber y T.L. Cox (1997). "An Analysis of the Source and Nature of Technical Change: The case of U.S. Agriculture". The Review of Economics and Statistics, vol. LXXIX (3), August 1997, 482-492.
- Christiano, L.J. (1988). "Why Does Inventory Investment Fluctuate So Much". Journal of Monetary Economics, marzo/mayo, 21, 247-280.
- Christiano, L.J. y M. Eichenbaum (1992). "Teorías actuales de los ciclos económicos reales y fluctuaciones agregadas en el mercado de trabajo". Cuadernos Económicos del ICE, nº51, 1992/2, 99-131.
- Cooley, T.F. y G.D. Hansen (1992). "Tax Distorsions in a Neoclassical Monetary Economy". Journal of Economic Theory, 58, 290-316.
- Cooley, T.F. y E.C. Prescott (1995). "Economic Growth and Business Cycles". En T.F. Cooley (ed.) Frontiers of Business Cycles Research. USA: Princeton University Press, 1-38.
- Corsetti, G. y N. Roubini (1996). "Optimal Government Spending and Taxation in Endogenous Growth Models". NBER Working Paper, 5851, December 1996.
- Costa, J.D.S., R.W. Ellson y R.C. Martin (1987). "Public capital, regional output and development: Some empirical evidence". Journal of Regional Science, 27, 419-437.
- Cukierman, A., Z. Hercowitz y L. Leiderman (editores) (1992). "Political Economy, Growth and Business Cycles". Cambridge, The MIT Press.
- Darby, J. y J. Malley (1996). "Fiscal policy and aggregate consumption: new evidence from the United States". Scottish Journal of Political Economy, vol. 43 (2), May 1996, 129-145.

- Devarajan, S., V. Swaroop y H. Zou (1996). "The composition of public expenditure and economic growth". *Journal of Monetary Economics*, 37, 313-344.
- Domínguez, E. (1995). "Características de la Estructura Intertemporal de Rentabilidades en un Modelo de Equilibrio General Estocástico". Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Dowrick, S. (1993). "Government consumption: Its effects on productivity growth and investment". En N.Gemmell (ed.): *The growth of the public sector. Theories and evidence*, Edward Elgar, Aldershot, 136-152.
- Draper, M. y J. A. Herce (1993). "Infraestructuras". FEDEA, Documento de Trabajo 93-07.
- Easterly, W., M. Kremer, L. Pritchett y L.H. Summers (1993). "Good policy or good luck?". *Journal of Monetary Economics*, 32, 459-483.
- Easterly, W. y S. Rebelo (1993). "Fiscal policy and economic growth". *Journal of Monetary Economics*, 32, 417-458.
- Eberts, R. (1986). "Estimating the contribution of urban public infrastructure to regional growth". Federal Reserve Bank of Cleveland, Documento de Trabajo, nº8610, December.
- Engen, E.M. y J. Skinner (1992). "Fiscal policy and economic growth". NBER Working Paper Series, WP 4223, December 1992.
- Engle, R. y C.W. Granger (1987). "Cointegration and error correction: representation, estimation and testing", *Econometrica*, 55, 251-276.
- Engle, R. y B.S. Yoo (1987). "Forecasting and testing in cointegrated systems". *Journal of Econometrics*, 35, 143-159.
- Erenburg, S. J. (1993). "The real effects of public investment on private investment". *Applied Economics*, 25, 831-837.
- Erenburg, S. J. y M. E. Wohar (1995). "Public and Private Investment: Are There Causal Linkages?". *Journal of Macroeconomics*, Winter 1995, vol. 17 (1), 1-30.
- Evans, P. y G. Karras (94). "Are government activities productive?. Evidence from a panel of U.S. States". *The Review of Economics and Statistics*, vol. LXXVI (1), February 1994, 1-11.
- Fatás, A. y I. Mihov (2001a). "Política ...scal y ciclos económicos: una investigación empírica". *Moneda y Crédito*, en prensa.
- Fatás, A. y I. Mihov (2001b). "Government size and automatic stabilizers: international and intranational evidence". *Journal of International Economics*, de próxima aparición.

- Fay, M. (1993). "The contribution of power infrastructure to economic growth". Background paper for world development report (World Bank, Washington, DC).
- Finn, M. G. (1993). "Is All Government Capital Productive?". Economic Quarterly Federal Reserve Bank of Richmond, 79, 53-80.
- Finn, M.G. (1994). "Is all government capital productive?". Manuscript (Federal Reserve Bank, Richmond, VA).
- Finn, M. G. (1998). "Cyclical Effects of Government's Employment and Goods Purchases". International Economic Review, vol. 39, N°3, August 1998, 635-657.
- Fischer, S. (1991). "Growth, Macroeconomics, and Development". NBER Working Paper, 3702.
- Flores de Frutos, R., M. Gracia-Díez y T. Pérez-Amaral (1998). "Public capital stock and economic growth: an analysis of the Spanish economy". Applied Economics, 30, 985-994.
- Flores de Frutos, R., M. Gracia Díez y T. Pérez Amaral (1994). "Effects of public investment in infrastructure on the spanish economy". ICAE, Documento de Trabajo 9404, Junio 1994.
- Flores de Frutos, R. y A. M. Pereira (1993). "Public Capital and Aggregate Growth in the United States: Is Public Capital Productive?", ICAE, Documento de Trabajo 9313, Julio 1993.
- Ford, R. y R. Poret (1991). "Infrastructure and private sector productivity". OECD working paper, n°91.
- Fuente, A. de la (1997). "Fiscal policy and growth in the OECD". MºHacienda, Secretaría de Estado de Presupuestos y Gastos, Dirección General de Presupuestos, Documento de Trabajo D- 97007, Octubre 1997.
- Futagami, K., Y. Morita y A. Shibata (1993). "Dynamic Analysis of an Endogenous Growth Model with Public Capital". Scandinavian Journal of Economics, 93, 607-625.
- García-Milá, T. (1987). "Government Purchases and Real Output: an Empirical Analysis and Equilibrium Model with Public Capital". Departamento de Economía e Historia Económica, Universidad Autónoma de Barcelona, Documento de discusión 93.88.
- García-Milá. T. (1993). "Impacto de la inversión pública en el crecimiento económico". Lectura en VIII Jornadas de Alicante sobre Economía Española, 21-23 Octubre 1993.
- García-Milá, T. y T.J. McGuire (1992). "The contribution of publicly provided inputs to states' economies". Journal of Regional Science, 22, 229-241.

- García-Milá, T., T.J. McGuire y R.H. Porter (1996). "The Effect of Public Capital in State-Level Production Function Reconsidered". *Review of Economics and Statistics*, 78 (1), 177-180.
- Giavazzi F. y M. Pagano (1990). "Can severe fiscal contractions be expansionary? Tales of two small european countries", *NBER Macroeconomics Annual 1990*, 95-122.
- Glomm, G. y B. Ravikumar (1992). "Public versus Private Investment in Human Capital: Endogenous Growth and Income Inequality". *Journal of Political Economy*, vol. 100 (4), 818-834.
- Glomm, G. y B. Ravikumar (1994). "Public Investment in Infrastructure in a Simple Growth Model". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18, 1173-1187.
- Glomm, G. y B. Ravikumar (1997). "Productive government expenditures and long-run growth". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 21, 183-204.
- González-Páramo, J. M. (1995). "Infraestructuras, productividad y bienestar". *Investigaciones Económicas*, vol. XIX (1), Enero 1995, 155-168.
- Gramlich, E. M. (1994). "Infrastructure Investment: a Review Essay". *Journal of Economic Literature*, vol. XXXII, September 1994, 1176-1196.
- Grier, K.B. y G. Tullock (1989). "An empirical analysis of cross-national economic growth, 1951-80". *Journal of Monetary Economics*, 24 (2), 259-276.
- Hall, R.E. y C.I. Jones (1996). "The productivity of nations". *NBER Working Paper Series*, WP 5812, November 1996.
- Hall, R.E. y C.I. Jones (1998). "Why do some countries produce so much more output per worker than others?". *NBER Working Paper Series*, WP 6564, May 1998.
- Hansen, B.. (1970). "A survey of general equilibrium systems". *McGraw-Hill, Economics Handbook Series*.
- Hansson, P. y M. Henrekson (1994). "A new framework for testing the effect of government spending on growth and productivity". *Southern Economic Journal*, 49 (4), 783-792.
- Helms, L.J. (1985). "The effect of State and Local Taxes on Economic Growth: A Time Series Cross Section Approach". *The Review of Economics and Statistics*, 67 (February), 574-582.
- Holtz-Eakin, D. (1988). "Private output, government capital and the infrastructure crisis", *Discussion paper*, nº394 (Columbia University, New York, NY).
- Holtz-Eakin, D. (1994). "Public Investment in Infrastructure in a Simple Growth Model". *Review of Economics and statistics*, 76, 12-21.

- Hsieh, E. y K.S. Lai (1994). "Government spending and economic growth: the G-7 experience". *Applied Economics*, 26, 535-542.
- Hulten, C.R. (1996). "Infrastructure Capital and Economic Growth: How Well You Use It May Be More Important Than How Much You Have". NBER Working Paper, N°5847, December 1996.
- Hulten, C.R. y R.M. Schwab (1991). "Public capital formation and the growth of regional manufacturing industries". *National Tax Journal*, 121-134.
- Hurlin, C. (1997). "Estimating the Contribution of Public Capital with Times Series Production Functions: a Case of Unreliable Inference". MAD, Université de Paris Panthéon-Sorbonne, mimeo, January 1997.
- Jones, L.E., R.E. Manuelli y P.E. Rossi (1997). "On the Optimal Taxation of Capital Income". *Journal of Economic Theory*, 73, 93-117.
- Judd, K. L. (1999). "Optimal taxation and spending in general competitive growth models". *Journal of Public Economics*, 71, 1-26.
- Karras, G. (1994). "Government Spending and Private Consumption: Some International Evidence". *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 26 (1), February 1994, 9-22.
- Karras, G. (1996). "The optimal government size: further international evidence on the productivity of government services". *Economic Inquiry*, vol. XXXIV, April 1996, 193-203.
- King, R.C., C.I. Plosser y S.T. Rebelo (1988a). "Production, Growth and Business Cycles (I)". *Journal of Monetary Economics*, 21, 195-232.
- King, R.C., C.I. Plosser y S.T. Rebelo (1988b). "Production, Growth and Business Cycles (II)". *Journal of Monetary Economics*, 21, 309-341.
- King, R.C. y S.T. Rebelo (1990). "Public Policy and Economic Growth: Developing Neoclassical Implications". *Journal of Political Economy*, 98, S126-S150.
- Kneller, R., M.F. Bleaney y N. Gemmell (1999). "Fiscal policy and growth: evidence from OECD countries". *Journal of Public Economics*, 74 (1999), 171-190.
- Knight, M., N. Loayza y D. Villanueva (1996). "The Peace Dividen: Military Spending Cuts and Economic Growth". *IMF Staff Papers*, vol 43 (1), March 1996, 1-37.
- Koester, R.B. y R.C. Kormendi (1989). "Taxation, Aggregate Activity and Economic Growth: Cross-Country Evidence on Some Supply-Side Hypotheses". *Economic Inquiry* 27 (July), 367-386.
- Koopmans, T. C. (1965). "On the Concept of Optimal Economic Growth", en *The Econometric Approach to Development Planning*, Amsterdam, North Holland.

- Kormendi, R.C. (1983). "Government debt, government spending, and private sector behavior". *American Economic Review*, 73, 994-1010.
- Kormendi, R.C. y P.G. Meguire (1985). "Macroeconomic determinants of growth: Cross-Country Evidence". *Journal of Monetary Economics*, 16, 141-163.
- Korpi, W. (1985). "Economic growth and the welfare system: Leaky bucket or irrigation system?". *European Sociological Review*, 1(2), 97-118.
- Landau, D. (1983). "Government Expenditure and Economic Growth: A Cross-Country Study". *Southern Economic Journal*, January, 49, 783-792.
- Landau, D. (1985). "Government Expenditures and Economic Growth in the Developed Countries, 1952-1976". *Public Choice*, 47 (3), 459-477.
- Landau, D. (1986). "Government and Economic Growth in the Less Developed Countries: An Empirical Study for 1960-1980". *Economic Development and Cultural Change*, 35 (1), 35-75.
- Lansing, K.J. (1998). "Optimal Fiscal Policy in a Business Cycle Model with Public Capital". *Canadian Journal of Economics*, vol. 31, nº2, 337-364.
- Lau, Sau-Him P. (1995). "Welfare-maximizing vs. growth-maximizing shares of government investment and consumption". *Economics Letters*, 47, 351-359.
- Lee, J. (1992). "Optimal Size and Composition of Government Spending". *Journal of the Japanese and International Economies*, 6, 423-439.
- Levine, R. y D. Renelt (1992). "A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions". *The American Economic Review*, September 1992, vol. 82, nº4, 942-963.
- Lin, Shuanglin (1994). "Allocation of Government Spending and Economic Growth". *Economic Notes by Monte dei Paschi di Siena*, vol. 23, nº1-1994, 130-141.
- Lin, Steven A.Y. (1994). "Government spending and economic growth". *Applied Economics*, 26, 83-94.
- Louzan, A., J. Arraiza, J.A. Martínez y A. Casado (1998). "Conservación y Explotación de la red de autopistas de peaje". *Convención COEX, Ministerio de Obras Públicas, España*.
- Lucas, R. (1987). "Models of Business Cycles". Basil Blackwell, Oxford, 1987.
- Lucas, R. (1988). "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.
- Lutkepohl, H. (1993). "Introduction to Multiple Time Series Analysis". Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.

- Lynde, C. y J. Richmond (1993). "Public Capital and Long-run Costs in U.K. Manufacturing". *The Economic Journal*, 103 (July), 880-893.
- Mankiw, N.G., D.Romer y D.N. Weil (1992). "A contribution to the empirics of economic growth". *The Quarterly Journal of Economics*, 107 (2), May, 407-437.
- Manzano B. (1999). "Política Fiscal y Fluctuaciones Económicas". Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Mas, M., Maudos, J., Pérez, F. y E. Uriel (1994). "Capital Público y E...ciencia Productiva Regional". IVIE, Documento de Trabajo WP-EC 94-09.
- Mauricio, J. A. (1995). "Exact Maximum Likelihood Estimation of Stationary Vector ARMA Models". *Journal of the American Statistical Association*, 90 (429), 282-291.
- McDermott, J. y R. Wescott (1996). "An empirical analysis of ...scal adjustments", *IMF Sta^o papers*, vol. 43, n^o4, 725-753.
- McGrattan, E.R. (1994). "The Macroeconomic E...ects of Distortionary Taxation". *Journal of Monetary Economics*, 33, 573-601.
- Meltzer, A.H. y S.F. Richard (1978). "Why government grows (and grows) in a democracy". *The Public Interest*, 52, 111-118.
- Mendoza, E.G, G.M. Milesi-Ferretti y P. Asea (1997). "On the Ine...ectiveness of Tax Policy in Altering Long-Run Growth: Harberger's Superneutrality Conjecture". *Journal of Public Economics*, 66(1), 99-126.
- Miller, S.M. y F.S. Russek (1993). "Fiscal Structures and Economic Growth: International Evidence". *Lectura para Western Economic Association Meetings in July 1993*.
- Mueller, D. (1979). "Public Choice". Cambridge University Press, Cambridge.
- Munnell, A. H. (1992). "Policy Watch: Infrastructure Investment and Economic Growth". *Journal of Economic Perspectives*, vol. 6 (4), Fall 1992, 189-198.
- Musgrave, R.A. (1969). "Fiscal Systems". New Haven, Yale University Press.
- Musgrave, R.A. (1997). "Reconsidering the ...scal role of government". *The American Economic Review: AEA Papers and Proceedings*, May 1997, vol. 87 (2), 156-159.
- Nadiri, I. y T.P. Mamuneas (1994). "The E...ects of Public Infrastructure and R&D Capital on the Cost Structure and Performance of U.S. Manufacturing Industries". *The Review of Economics and Statistics*, February 1994, vol. LXXVI (1), 22-37.
- NatWest (1997). "Spanish and Portuguese motorways: Stand and Deliver". NatWest Securities Limited, London.

- Ni, Shawn (1995). "An Empirical Analysis on the Substitutability between Private Consumption and Government Purchases". *Journal of Monetary Economics*, 36, 593-605.
- Niskanen, W.A. (1971). "Bureaucracy and Representative Government". Chicago, Aldine Publishing Company.
- Novales, A., E. Domínguez, J. Pérez y J. Ruíz (1999). "Solving Nonlinear Rational Expectations Models by Eigenvalue-Eigenvector Decompositions". En *Computational Methods for the study of Dynamic Economies*, R. Marimón y A. Scott (eds.), Oxford University Press, 62-92.
- Ortega, E. (2000). "Las políticas económicas en la Unión Económica y Monetaria". Banco de España, febrero 2000, mimeo.
- Peacock, A.T. y J. Wiseman (1961). "The Growth of Public Expenditure in the United Kingdom". Princeton, Princeton University Press.
- Pérez García, J. (1999). "Métodos Numéricos de Solución de Modelos no Lineales bajo Expectativas Racionales. Aplicación al Estudio de la Interacción de Reglas Monetarias y Fiscales". Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- Portier, F. y L.A. Puch (1998). "The Welfare Cost of Fluctuations in Representative Agent Economies". ICAE Documento de Trabajo nº9812, Junio 1998.
- Puch, L. y O. Licandro (1997). "Are there any special features in the Spanish Business Cycle?". *Investigaciones Económicas*, vol. XXI, 361-394.
- Quah, D. T. (1996). "Empirics for Economic Growth and Convergence". *European Economic Review*, vol. 40 (June), 1353-1375.
- Ram, R. (1986). "Government Size and Economic Growth: A New Framework and Some Evidence from Cross-Section and Time-Series Data". *The American Economic Review*, March 1986, vol. 76, nº1, 191-203.
- Ratner, J.B. (1983). "Government capital and the production function for U.S. private output". *Economics Letters*, 13, 213-217.
- Rebelo, S.T. (1991). "Long-Run Policy Analisis and Long-Run Growth". *Journal of Political Economy*, 99, 500-521.
- Rojas, G. (1993). "Optimal Taxation in a Stochastic Growth Model with Public Capital: Crowding-in Effects and Stabilization Policy". Economics Working Paper 62, Universitat Pompeu Fabra.
- Romer, P. M. (1986). "Increasing Returns and Long-Run Growth". *Journal of Political Economy*, 94 (5), October, 1002-1037.
- Rubinson, R. (1977). "Dependency, government revenue, and economic growth 1955-1970". *Studies in Comparative International Development*, 12, 3-28.

- Rus, G. de y G. Nombela (1999). "Variable Term Concessions for Highways: Are the Most Efficient Concessionaires always Being Selected?". Universidad de las Palmas de Gran Canaria, mimeo, November 1999.
- Sala-i-Martin, X. (1994). "Economic Growth: Cross-sectional regressions and the empirics of economic growth". *European Economic Review*, 739-747.
- Sims, C.A. (1990). "Solving the Stochastic Growth Model by Backsolving with a Particular Nonlinear Form for the Decision Rule". *Journal of Business and Economic Statistics* 8, 45-47.
- Slemrod, J. (1995). "What Do Cross-Country Studies Teach about Government Involvement, Prosperity and Economic Growth?". *Brookings Papers on Economic Activity*, 2:1995, 373-431.
- Summers, R. y Heston, A. (1991). "The Penn World Table (mark 5): an expanded set of international comparisons, 1950-1988". *Quarterly Journal of Economics*, May.
- Tanzi, V. (1995). "Long-Run Growth and Public Policy". En Bon Ho Koo y Dwight H. Perkins (eds.): *Social Capability and Long-Term Economic Growth*, St. Martin's Press, New York, 142-156.
- Tanzi, V. y L. Schuknecht (1997). "Reconsidering the Fiscal Role of Government: The International Perspective". *The American Economic Review: AEA Papers and Proceedings*, May 1997, vol. 87 (2), 164-172.
- Tanzi, V. y H. H. Zee. (1997). "Fiscal Policy and Long-Run Growth". *IMF Staff Papers*, vol. 44, nº2, June 1997.
- Tatom, J.A. (1991). "Public Capital and Private Sector Performance". *Federal Reserve Bank of St. Louis Review* (May/June 1991), 3-15.
- Terceiro Lomba, J. (1996). "Crecimiento del sector público con especial referencia al gasto en educación". Discurso de Recepción en la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas, Noviembre de 1996.
- Turnovsky, S. J. (1996). "Optimal tax, debt, and expenditure policies in a growing economy". *Journal of Public Economics*, 60, 21-44.
- Turnovsky, S. y W.H. Fisher (1995). "The composition of government expenditure and its consequences for macroeconomic performance". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 19, 747-786.
- Wagner, A. (1876). *Grundlegung der politischen Oekonomie. I: Grundlagen der Volkswirtschaft*. Leipzig, C.F. Winter.