



Una manera de hacer Europa

**MEDICIÓN ECONÓMICA DEL CAPITAL Y DEPRECIACIÓN ENDÓGENA:
UNA APLICACIÓN A LA ECONOMÍA ESPAÑOLA Y SUS REGIONES ***

Javier Escribá-Pérez, M^a José Murgui-García*,
J.R. Ruíz Tamarit**

**D-2016-02
Noviembre, 2016**

* University of Valencia, Spain.

*The authors gratefully acknowledge the financial support of the ERDF. The authors acknowledge the support of the Belgian research programmes ARC on Sustainability as well as the financial support from the Spanish Ministerio de Economía y Competitividad, Projects ECO2013-48884-C3-1-P and ECO2015-65049-C2-

1-P. The authors acknowledge the financial support from the Generalitat Valenciana PROMETEO/2016/097

*Corresponding author. Department of Economic Analysis, Universitat de València (Spain). Address: Facultat d'Economia, Av. dels Tarongers s/n, E-46022 València, Spain. Phone: (+) 34 96 3828231; Fax: (+) 3496 3828249; francisco.j.escriba@uv.es

*Department of Economic Analysis, Universitat de València (Spain); maria.j.murgui@uv.es

*Department of Economic Analysis, Universitat de València (Spain), and Department of Economics IRES,

*Université Catholique de Louvain (Belgium); ramon.ruiz@uv.es

This document is available at: <http://www.sepg.pap.minhap.gob.es/sitios/sepg/es-ES/Presupuestos/Documentacion/Paginas/Documentacion.aspx>

The Working Papers of the Dirección General de Presupuestos are not official statements of the Ministry of Finance and Public Administrations.

Resumen:

En la literatura económica cuantitativa y aplicada es frecuente encontrar referencias a la medición estadística del capital y la depreciación. En este trabajo presentamos una forma diferente de estimar el stock de capital y la tasa de depreciación. Las ecuaciones que resuelven el problema de optimización de la empresa también permiten calcular endógenamente las variables tasa de depreciación y stock de capital, obteniendo una estimación económica de ambas. Nuestro método de cálculo usa los valores bursátiles del ratio q de Tobin, y genera unos resultados que difieren de los obtenidos al aplicar el método del inventario permanente para el conjunto de la economía española y sus regiones durante el periodo 1964-2011. La tasa de depreciación económica fluctúa alrededor de la tasa estadística. El stock de capital económico ofrece un perfil temporal diferente del que muestra la medida estadística, y esto se visualiza en unas diferencias claras en sus correspondientes tasas de crecimiento. Los shocks económicos desvían la tasa de depreciación económica de la tasa estadística con diferente intensidad en las regiones españolas. Ello permite establecer tres grupos de regiones, que además muestran un patrón diferente en la tendencia seguida por su tasa de depreciación económica respecto a la española.

Palabras Clave: Capital, Depreciación, Regiones.

Clasificación JEL: E22, D92, R34.

1 Introducción

En este trabajo estimamos los servicios del capital en términos de su valor económico desde un enfoque macroeconómico para las regiones españolas durante el periodo 1964- 2011 y lo comparamos con las series de la BD.MORES.¹ Capital, inversión y depreciación son tres conceptos fundamentales en el análisis económico más general y en los estudios sobre el comportamiento y el crecimiento de los países y regiones. Estos tres conceptos encuentran su más estrecha interrelación en la medición del capital. En efecto, el procedimiento generalmente utilizado para medir el stock de capital ha sido el del Inventario Permanente, en el que se obtienen las series de stock de capital a coste de reposición a partir de los flujos positivos de inversión y los negativos de depreciación.

Las mediciones del stock de capital han pasado por varias etapas y por importantes cambios metodológicos² incluso para España y sus regiones.³ Diferentes conceptos de capital y sus servicios: bruto, neto y productivo; la desagregación en diferentes tipos de activos; la utilización de vidas medias específicas para cada activo y double declining balance rate; y la agregación de los distintos activos valorados al coste de uso, constituyen los elementos centrales en las estimaciones más actuales.

Todas estas metodologías son herederas de los trabajos de Jorgenson y del supuesto de que los activos se deprecian a una tasa proporcional constante. Como consecuencia, la tasa agregada de depreciación únicamente varía debido a los cambios en la composición de sus activos. Las vidas útiles medias de los diferentes activos tienen una naturaleza tecnológica, algo así como de equilibrio de largo plazo, y se supone que no varían como consecuencia de factores económicos, ni siquiera por efecto de shocks. Para largos periodos de tiempo, cuando las economías han sido capaces de volver al equilibrio de largo plazo, la estimación estadística del stock de capital es una buena aproximación. Mientras que en el ciclo económico, al igual que la inversión, la tasa de depreciación es endógena -determinada por variables económicas- y fluctúa (aunque de manera contracíclica) alrededor de la tasa de equilibrio. Por tanto, la medición económica del capital es menos estable, y es la adecuada para cortos periodos de tiempo.

Desde principios de la década de 1970 ya se comenzó a cuestionar los fundamentos teóricos y empíricos sobre los cuales se sustentaba la teoría de la proporcionalidad.⁴ La endogeneidad y variabilidad de la tasa de depreciación tiene implicaciones evidentes sobre la dimensión de la inversión neta, la medición del capital, la contabilidad del crecimiento y la productividad.⁵

Las causas de la depreciación se pueden agrupar en tomo a dos categorías fundamentales: el deterioro y la obsolescencia. Mientras que el deterioro es una característica inherente a los bienes de equipo, y en general a todos los bienes duraderos, vinculada al envejecimiento y

¹Véase De Bustos et al (2008). Esta base de datos -actualmente en b.2008- está disponible en <http://www.sepg.pap.minhap.gob.es/sitios/sepg/es-ES/Presupuestos/Documentacion/Paginas/Basesdatos estudiosregionales.aspx>

²Véase Ward (1976), OCDE (1992, 2001, 2009), Katz (2015) para las metodologías del BEA y BLS.

³Pueden consultarse distintos documentos de IVIE-FBBVA y de la BD.MORES.

⁴Feldstein y Rothchild (1974), Eisner (1972), y Bitros y Kelejian (1974), Cowing y Smith (1977). Estos trabajos mostraron que la depreciación variaba considerablemente bajo la influencia de las fuerzas económicas convencionales. Así, a pesar de que Jorgenson (1974) defendió con fuerza la hipótesis de proporcionalidad, desde entonces se ha desarrollado un cuerpo de análisis que trata la depreciación como variable endógena. Lioukas (1980 y 1982), Bosshardt y Mairesse (1980), Wadhvani y Wall (1986), Escribá y Ruiz (1995a y 1996), Caballero y Hammour (1996), Licandro, Puch y Ruiz (2001), Bitros y Flytzanis (2007 y 2016), Fujisaki y Mino (2010).

⁵Baily (1981a y b) consideraba que el slowdown de la productividad total de los factores en los años 70 podía estar mal medido como consecuencia de no medir bien los servicios del capital. Véanse también Dekle (1994) y Mukoyama (2008).

desgaste de los equipos, la obsolescencia sobreviene como consecuencia de circunstancias ajenas a los propios equipos productivos que la experimentan. El deterioro puede presentarse bajo dos formas distintas: output decay (deterioro estrictamente físico) e input decay (deterioro económico). En este último la depreciación pasa a determinarse como una decisión económica más, conectada con los costes de mantenimiento de los equipos. En cuanto a la obsolescencia, el progreso técnico incorporado en la nueva inversión contribuye a generar depreciación por medio de la obsolescencia tecnológica. Pero además, los cambios estructurales y en precios relativos que experimentan las economías con diferente intensidad a lo largo del tiempo, generan también obsolescencia de carácter más estructural.⁶

Desde el momento en que se considera la depreciación como una variable de decisión empresarial el problema se traslada a concretar cuáles son las posibilidades reales de obtener una medición económica de la misma si lo que se pretende es medir el valor económico de los servicios del capital. En esta línea, la literatura de los años ochenta ha sido bastante fructífera, y en estos momentos es posible identificar dos vías alternativas de estudio, una desarrollada a nivel microeconómico y otra fundamentada en el análisis agregado.

En la primera de ellas, Hulten y Wykoff (1980 y 1981), Wykoff (1989) y Jorgenson (1989) entre otros, han tratado de estimar la depreciación económica a partir de los precios de los distintos activos en los mercados de segunda mano. De acuerdo con las definiciones de Feldstein y Rothschild (1974), a medida que los activos envejecen su valor corregido por la inflación disminuye como consecuencia del deterioro y la obsolescencia. Así pues, si se toma en un corte transversal la relación precio-edad de los distintos bienes de equipo, es posible ajustar una función, generalmente no lineal, a partir de cuyas predicciones se puede estimar la depreciación económica como la tasa de variación del precio del activo con respecto a la edad, en un periodo determinado. La lógica es muy sencilla, y como resultado se obtienen unas tasas de depreciación por tipos de activo que deberían aproximar, en principio, los efectos conjuntos del deterioro físico, el deterioro económico y la obsolescencia tecnológica. Lo curioso es que en la mayor parte de las estimaciones actuales y trabajos empíricos que se han llevado a cabo, el esquema de depreciación que se obtiene no permite rechazar el supuesto de las tasas de depreciación constantes.

La segunda vía se podría resumir en los trabajos de Baily (1981a, 1981b y 1982). El objetivo se establece en la obtención de una valoración económica agregada del stock de capital neto, los "servicios del capital" en términos de valor, a partir de las medidas preexistentes del capital valorado al coste de reposición. Este autor introduce el ratio q de valoración empresarial, derivado de los trabajos de Tobin y que tan extendido está en la literatura sobre la inversión, el cual se define como el cociente entre el valor de la empresa y el coste de reposición del capital. Por tanto se pueden aproximar los servicios del capital por el valor de la empresa, multiplicando los valores del ratio q por la medida del capital al coste de reposición. Evidentemente, en situaciones de equilibrio caracterizadas porque el ratio q toma el valor unidad, ambas medidas coincidirán. La principal aportación de este autor a la discusión en torno a la depreciación consiste en la lectura particular que hace del esquema propuesto en Feldstein y Rothschild (1974), al cual añade una nueva variable, la obsolescencia estructural, como causa de la depreciación económica.⁷

⁶Escribá y Ruiz (1995b).

⁷Tal y como ya comentamos más arriba, según Baily, la elevación de los precios de la energía, el cambio en los patrones del comercio internacional, la proliferación de programas de regulación tales como los de control de la contaminación, los cambios en los precios relativos debidos a alteraciones en la composición de la producción, etc., pueden acabar provocando la obsolescencia de una parte significativa del equipo de capital más antiguo.

En este trabajo modificamos el enfoque de Baily al explicitar el proceso dinámico de creación y destrucción de capital. En efecto, la q de Tobin no permite obtener directamente la dinámica temporal del valor económico del capital simplemente multiplicando por el capital a coste de reposición. Por ello se plantea un marco teórico que permite el cálculo endógeno simultáneo de la depreciación económica y del capital. Comparamos las tasas de depreciación regionales estadísticas, en las que se utilizan las vidas útiles medias de los diferentes activos de Hulten y Wykoff y de Fraumeni⁸, con las económicas estimadas y los capitales regionales de la BD.MORES con los servicios del capital en términos de valor económico que se estiman.

Las implicaciones de considerar este enfoque en la explicación del comportamiento de las economías regionales en el periodo considerado, no son explotadas en este trabajo, pero anuncian una visión muy diferente de la generalmente aceptada: puede que los periodos de crecimiento y/o estancamiento de la PTF no sean los que se creen; que la evolución de la relación capital/trabajo y la sustitución de factores tampoco.

El trabajo se organiza de la siguiente manera: En el siguiente apartado planteamos la discusión teórica que acompaña al cálculo estadístico de la depreciación y el stock de capital e introducimos los conceptos de depreciación y stock de capital económicos. Estos últimos deben su razón de ser a toda una literatura en torno a un modelo de optimización intertemporal en el que se determinan endógenamente la inversión, la depreciación económica y el stock de capital; en la sección siguiente ofrecemos los resultados para la economía española a lo largo del periodo 1964-2011 comparando las mediciones económica y estadística, tanto de la tasa de depreciación como del stock de capital; en la sección 4 se realiza la misma comparación para cada una de las regiones. Finalmente, en la sección 5 se recogen las principales conclusiones.

De esta forma, cualquier cambio experimentado por el sistema económico que acelere la depreciación por la vía de una mayor obsolescencia, tendrá una repercusión inmediata en los valores del ratio q y, de aquí, también en los servicios del capital, dado un valor del stock de capital al coste de reposición, que no se verá afectado por dichos cambios. Una crítica en Hulten, Robertson y Wykoff (1989) por la identificación entre valor económico del capital y financiero.

⁸Véase De Bustos et al. (2008) donde se explica la metodología seguida en la BD.MORES con la tasa de depreciación basada en los autores citados.

2 Stock de capital y depreciación: medición estadística y medición económica

A partir del trabajo pionero de Jorgenson (1963) se considera que existe un modelo interpretativo, conocido como hipótesis de la proporcionalidad, que establece que la depreciación y reemplazo de los bienes de capital se realiza a una tasa constante, proporcional al correspondiente stock de capital. El dominio de este paradigma convirtió en secundario el problema que había ocupado a los investigadores en las décadas anteriores: la determinación endógena de la vida útil óptima de las distintas generaciones y tipos de bienes de equipo. Según el nuevo enfoque la tasa de depreciación constante conectaba mejor con un supuesto periodo (medio) de vida útil predeterminado exógenamente. Este supuesto convierte a la depreciación en una mera necesidad técnica y, a partir de ese momento, se empezó a considerar que una buena aproximación al stock de capital agregado se podía obtener sumando las cantidades todavía no depreciadas de toda la inversión realizada en el pasado,

$$K_t = \sum_{s=0}^{\infty} I_{t-s}^G (1 - \delta)^s. \quad (1)$$

Este procedimiento conocido como el Método del Inventario Permanente nos da, en términos variacionales, la correspondiente ecuación de acumulación

$$K_t - K_{t-1} = I_t^G - \delta K_{t-1}. \quad (2)$$

No obstante, esta forma de interpretar el fenómeno de la depreciación fue puesta en entredicho porque se basaba en unos supuestos muy restrictivos. El principal problema del teorema de Jorgenson que ya apuntaban entre otros Feldstein and Foot (1971), Feldstein and Rothschild (1974), Bitros and Kelejian (1974), Malcomson (1975), Nickell (1975), es que se centra en la edad e ignora el papel que juegan variables económicas como la utilización, el mantenimiento, la obsolescencia provocada por el progreso técnico incorporado, la incertidumbre o la propia coyuntura macroeconómica en la determinación de la depreciación de los bienes de capital. Según esta literatura la ecuación de acumulación del stock de capital debería representarse escribirse de la siguiente manera

$$K_t = K_{t-1} + I_t^G - D_t. \quad (3)$$

La depreciación D_t puede variar considerablemente debido no sólo a la variabilidad inherente al movimiento del stock de capital sino también a la influencia de factores económicos más generales. En consecuencia, deberíamos dejar de considerar el supuesto estricto de una tasa de depreciación única y constante para el stock de capital agregado, y definir implícitamente una tasa de depreciación variable de la siguiente manera

$$\delta_t = \frac{D_t}{K_{t-1}}. \quad (4)$$

Esta tasa de depreciación implícita refleja la variabilidad de numerador y denominador. Sin embargo, puede ocurrir también que muestre variabilidad simplemente por el hecho de que esté variando la composición del stock de capital. Esto es lo que nos encontramos cuando sustituimos la tasa constante única por una multiplicidad de tasas constantes, cada una de ellas asociada a un tipo de activo de capital diferente.

La aplicación concreta de estas cuestiones al cálculo efectivo de la depreciación y del stock de capital se ha llevado a cabo en el marco de las propuestas metodológicas emanadas de organismos internacionales como la OECD, con el objetivo de armonizar los usos y criterios de las distintas oficinas estadísticas nacionales, y alcanzar el mayor grado posible de homogeneidad entre los indicadores calculados para los distintos países. La cuantificación del flujo de inversión bruta se realiza directamente con las adquisiciones de nuevos bienes de capital según las transacciones explícitas que se llevan a cabo en el mercado. Sin embargo, no existen datos registrados fiables de la depreciación. En este caso se realiza una imputación de valores contables adoptando supuestos estadístico-matemáticos sobre la supervivencia, la eficiencia según la edad y la vida útil de los distintos activos. Los supuestos adoptados para el cálculo de la depreciación han variado entre OECD (2001) y OECD (2009). En cualquier caso, ya sea determinada con complejas funciones estadísticas de supervivencia-retiro y de edad-eficiencia elegidas ad hoc, o bien sea consecuencia de un supuesto más sencillo como el de la función estadística que expresa el *double declining balance rate*, podemos acabar expresando la depreciación como en (4) y la dinámica del stock de capital con la siguiente ecuación que expresa de forma generalizada el método del inventario permanente,

$$K_t = I_t^G + (1 - \delta_t) K_{t-1}. \quad (5)$$

Como alternativa a todo el planteamiento anterior que permite alcanzar una media estadística de la depreciación δ_t y del stock de capital K_t , nosotros proponemos la metodología expuesta en Escribá-Pérez and Ruiz-Tamarit (1995) como forma de obtener una medida económica de la depreciación δ_t^* y del stock de capital K_t^* . Según el planteamiento de estos autores, que tronca con la modelización inicial de Hayashi (1982) y encuentra su continuación en los modelos de Escribá-Pérez and Ruiz-Tamarit (1996) y Boucekkine and Ruiz-Tamarit (2003), la incorporación de la tasa de depreciación al conjunto de las variables de decisión endógenas es posible gracias a su conexión con los gastos de mantenimiento de los activos de capital.⁹ La resolución del modelo ofrece la expresión que nos relaciona el precio sombra del capital con la definición del ratio q de Tobin marginal. Esto es, el valor presente del flujo futuro de la productividad marginal neta del capital. Por otra parte, las propiedades de homogeneidad que se les suponen a las funciones de producción y de costes permiten establecer la igualdad de los ratios q marginal y medio. En consecuencia, podemos expresar el valor de q como el cociente entre el valor de la empresa V_t^* y el valor corriente del stock de capital medido en términos nominales

$$q_t = \frac{V_t^*}{p_t^k K_t^*}. \quad (6)$$

Por otro lado, el stock de capital se determina en cada momento según la ecuación

$$K_t^* = I_t^G + (1 - \delta_t^*) K_{t-1}^*. \quad (7)$$

Dado el stock de capital del periodo anterior, adicionando el flujo de inversión bruta I_t^G y restando el flujo de depreciación $\delta_t^* K_{t-1}^*$, obtenemos el stock de capital del periodo corriente. Además, bajo el supuesto de que los mercados financieros funcionan competitivamente, podemos especificar el valor económico de la empresa V_t^* como el valor presente descontado con el tipo de interés nominal, R_t , del flujo infinito de beneficios distribuidos, B_t^* . Si además suponemos que los agentes económicos tienen expectativas estáticas, lo cual implica que, $\forall s \in [t, \infty[$,

⁹Véase Bitros (2010).

$B_s^* = B_t^* (1 + \pi_s^k)^{s-t}$ y $R_s = R_t$, siendo $\pi_s^k = \pi_t^k$ la tasa de inflación que se desprende del índice de precios de los bienes de capital, p^k . Y definimos el tipo de interés real $r_t = R_t - \pi_t^k > 0$ y aproximamos el término $\frac{1+\pi_t^k}{1+R_t} = 1 + \pi_t^k - R_t$ suponiendo despreciable el producto $r_t R_t$. Entonces, podemos escribir

$$V_t^* = \sum_{s=t}^{\infty} \frac{B_s^*}{(1 + R_s)^{s-t}} = B_t^* \sum_{s=t}^{\infty} (1 - r_t)^{s-t} = \frac{B_t^*}{r_t}. \quad (8)$$

Sustituyendo este resultado en (6) obtenemos

$$q_t = \frac{B_t^*}{r_t p_t^k K_t^*}. \quad (9)$$

Las ecuaciones (9) y (7) nos dan una idea de cómo se define el proceso de acumulación del capital y también de su relación con la valoración que realiza el mercado de dicho proceso. En estas ecuaciones estamos considerando los valores económicos o de mercado de cada una de las variables, ya sean las variables cantidad: beneficios distribuidos, los flujos de inversión bruta y de depreciación, y el propio stock de capital; o las variables precio: ratio q , tipo de interés y precio de los bienes de inversión.

Por otra parte, en el marco de las rentas de los factores generadas y distribuidas mediante los mecanismos de mercado, resulta obvio que el valor económico de los beneficios distribuidos netos, B_t^* , más el valor nominal del flujo de depreciación económica se corresponde con los beneficios distribuidos brutos, $B_t^G = B_t^* + \delta_t^* p_t^k K_{t-1}^*$. Sustituyendo en (9) obtenemos

$$q_t r_t p_t^k K_t^* = B_t^G - \delta_t^* p_t^k K_{t-1}^*. \quad (10)$$

En consecuencia, si conocemos tanto los valores de las variables precio como los de los flujos económico-contables de inversión bruta y beneficios distribuidos brutos, podemos usar las ecuaciones (7) y (10) para obtener los valores de las variables endógenas K_t^* y δ_t^* en función de las variables exógenas q_t , r_t , p_t^k , B_t^G , y I_t^G , dado el valor predeterminado de K_{t-1}^* . Esto es,

$$\delta_t^* = \frac{\frac{B_t^G}{q_t r_t p_t^k} - K_{t-1}^* - I_t^G}{\left(\frac{1}{q_t r_t} - 1\right) K_{t-1}^*}, \quad (11)$$

$$K_t^* = \frac{K_{t-1}^* + I_t^G - (B_t^G / p_t^k)}{1 - q_t r_t}. \quad (12)$$

Así pues, a partir de un valor K_0^* conocido podemos usar las dos ecuaciones anteriores de manera secuencial para obtener las correspondientes series del stock de capital y de la tasa de depreciación.

Recapitulando, tenemos las ecuaciones (4) y (5) que nos permiten realizar una medición estadística de la depreciación y del capital. Y tenemos las ecuaciones (11) y (12) que nos permiten alcanzar una medición económica de dichas variables. Tenemos pues dos procesos dinámicos de acumulación de capital y consideramos que es necesario establecer conexiones entre ellos. Aunque es cierto que difieren en la medida de la depreciación, y el flujo de depreciación estadística define implícitamente una tasa δ_t que no tiene por qué coincidir con la tasa de depreciación económica δ_t^* , ambos coinciden en la medida de la inversión I_t^G . Por otra parte, nos encontramos con la necesidad de particularizar mediante la especificación de una condición frontera, y en este caso elegimos la condición inicial. Con el fin de poder establecer una comparación razonable entre las dos series de capital, estadística y económica, adoptamos el supuesto de que en el periodo inicial ambas medidas del stock de capital coinciden, $K_0^* = K_0$.

3 Depreciación y capital en la economía española

A partir de la resolución del sistema de ecuaciones (11) y (12) se obtienen las series de K_t^* y δ_t^* para el sector privado productivo no financiero de la economía española. Las series de las variables consideradas exógenas provienen en su mayoría de la base de datos BD.MORES base 2008. Este es el caso del precio de los bienes de inversión y la inversión bruta. El valor predeterminado del capital inicial se obtiene de la BD.MORES. La serie de tipos de interés corresponde a Escribá y Ruiz (1995) y AMECO. El ratio q y los beneficios distribuidos brutos se elaboran como se detalla en el Apéndice 1. El gráfico 1 muestra la evolución del ratio q para la economía española durante el periodo de análisis 1964-2011.

En el gráfico 2 se muestra la tasa de depreciación económica en comparación con la tasa de depreciación estadística para el periodo 1965-2011. En el gráfico 3 se presenta la evolución de la valoración económica y estadística del stock de capital para el sector productivo privado no financiero durante el periodo 1964-2011.

Como se puede apreciar, los valores calculados de las variables stock de capital y depreciación arrojan mucha más luz sobre los acontecimientos económicos de las cinco últimas décadas, que aquellos que ofrecen las mediciones estadísticas. El stock de capital económico experimenta un importante crecimiento durante el periodo anterior a 1974 como puede observarse en el gráfico 3. Al mismo tiempo, la tasa de depreciación económica es mucho más reducida que la tasa estadística que se sitúa entorno al 6% durante ese periodo y el ratio q , siempre está por encima de la unidad -ver gráfico 1-.

En el periodo de crisis desde mediados de los setenta y prácticamente durante una década, hasta mediados de los años ochenta, el stock de capital económico se estanca de una manera muy significativa. Este estancamiento es fruto de la enorme depreciación que experimentan los equipos productivos, consecuencia directa de la propia crisis energética. El deterioro económico, pero sobre todo la obsolescencia de tipo estructural, podría estar en la base de este incremento significativo de la depreciación en este período de reconversión industrial. Depreciación que no puede ser explicada por el simple deterioro físico de los equipos, tal y como nos muestra la tasa de depreciación estadística elaborada en base al método del inventario permanente. La disparidad de valores que se observa al comparar nuestras estimaciones del valor económico del stock de capital con la valoración estadística del mismo, pone de manifiesto lo inapropiado del método del MIP para el cálculo del stock de capital en periodos de gran agitación económica. De hecho como puede observarse en la evolución del ratio q , esta llega a caer hasta valores alrededor de 0,4 en este periodo.

Desde mitad de los años ochenta el stock de capital económico crece a una tasa mayor que el estadístico hasta los primeros años 2000. Únicamente en el año 1993 y su entorno inmediato se observa un frenazo a la tendencia general de ese largo periodo. Asociado a este movimiento de recuperación general, el ratio q mantiene valores superiores a la unidad (excepto entre los años 91-93) y alcanza su cota máxima en el año 2000.

Desde el año 2002 se ralentiza la tasa de crecimiento del stock de capital separándose de la evolución del capital estadístico. La tasa de depreciación endógena sube por encima de la tasa estadística reproduciendo la fuerte caída que se produce también en el ratio q . El último año de la muestra, el 2011, anuncia el inicio de la recuperación con una mayor tasa de crecimiento del capital económico que el estadístico. Puede resultar extraño que se observe en el año 2002, tan anticipadamente a 2008, el inicio de la recesión. Sin embargo, como muestran las estadísticas oficiales, la caída de la tasa de inversión productiva privada no financiera (I/VAB) – la correspondiente al stock de capital aquí estimado- se produce a principios de los 2000 en

la generalidad de países europeos.

En general, de la observación de los gráficos anteriores, puede concluirse que la tasa de depreciación estadística y el stock de capital correspondiente con la metodología MIP, resultan una buena aproximación a largo plazo cuando las vidas medias útiles recogen depreciaciones de cada activo fijas y el deterioro especialmente físico y las economías han tenido tiempo para ajustarse a los shocks. De hecho, la tasa de depreciación endógena calculada en este trabajo oscila alrededor de ella, así como el valor económico del capital oscila alrededor del stock de capital estadístico y la q de Tobin alrededor de la unidad.

La depreciación es por naturaleza endógena y esto debe tenerse en cuenta cuando se realizan argumentaciones económicas para periodos cortos de tiempo como por ejemplo cuando se afirma que en el periodo 1994-2007 se produjo una importante caída del crecimiento de la PTF en Europa y especialmente en España. Si utilizamos los stocks de capital contables razonemos para muy largos periodos de tiempo y no para la evolución cíclica de las economías.

Gráfico 1

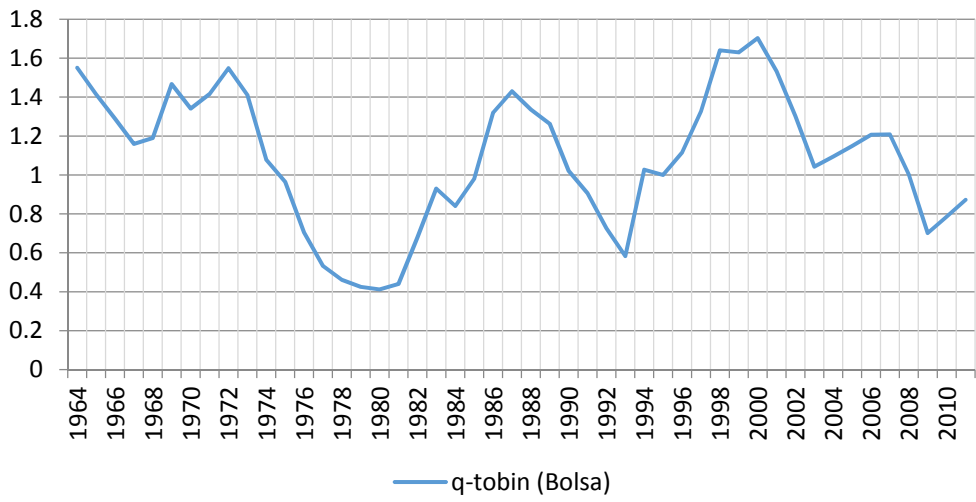


Gráfico 2

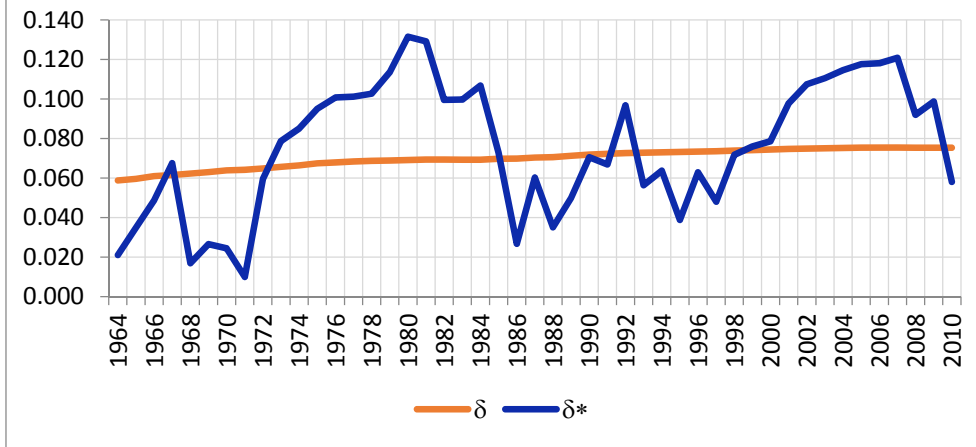
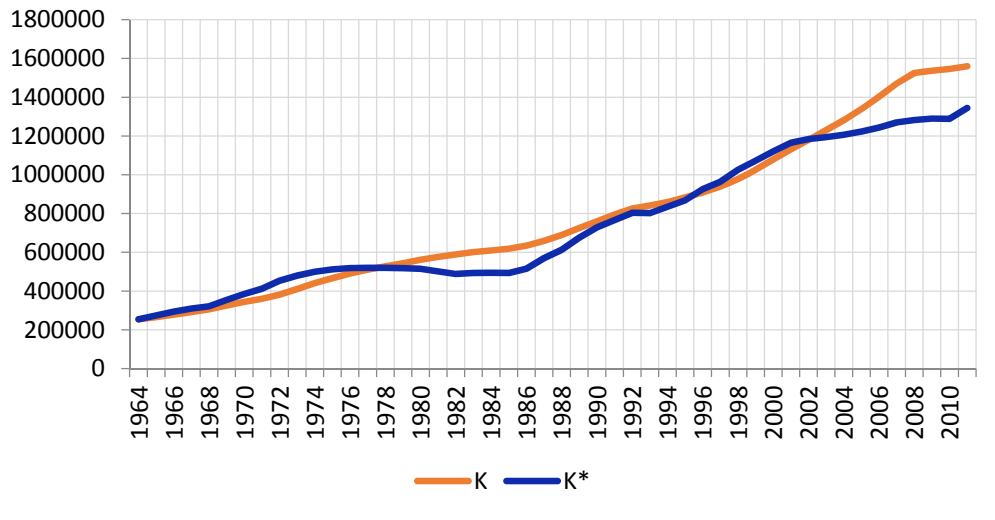


Gráfico 3



4 Resultados para las regiones españolas

Del mismo modo que para la economía española, la aplicación de nuestro método de cálculo basado en las ecuaciones (11) y (12) permite obtener las series de K_t^* y δ_t^* para el sector productivo privado no financiero de cada una de las regiones españolas. Los valores utilizados para las variables exógenas correspondientes al precio de los bienes de inversión y la inversión bruta, así como el stock de capital inicial para cada región provienen de la base de datos regional BD.MORES. Los valores correspondientes al tipo de interés y al ratio q de Tobin se han utilizado las series nacionales. Respecto a los beneficios distribuidos brutos, no existen series a nivel regional por lo que se ha distribuido por regiones la serie nacional elaborada a partir de los datos de Contabilidad Nacional de España (véase Apéndice 1). Los gráficos de las series de K_t^* y δ_t^* obtenidas se presentan en el Apéndice 2.

El perfil de las series que muestran la evolución de las tasas de depreciación económica de las regiones es similar al que veíamos en el gráfico 2 para la economía española. La razón descansa en que se ha utilizado el ratio q nacional y aunque los dividendos nacionales se han distribuido entre las regiones, mantienen su misma evolución. Sin embargo, la intensidad y la magnitud de esta evolución son distintas por regiones y ello nos ayuda a agrupar las regiones para señalar algunas características de las mismas.

Las series obtenidas de la tasa de depreciación económica las hemos presentado comparándolas con las tasas de depreciación estadística, que son diferentes por regiones debido a su propia estructura productiva. En los gráficos 4 a 6 se presentan las diferencias entre δ_t^* y δ_t para cada una de las regiones y para la economía española. En el gráfico 4 se presentan las regiones de Aragón, Baleares, Canarias, Comunidad Valenciana y Castilla y León. Son las regiones con mayor similitud a la economía española en las diferencias entre sus tasas de depreciación, aunque las Islas por debajo y el resto de regiones por encima. Este hecho podría indicar que los shocks económicos les afectan en la misma intensidad que a la economía española.

En el gráfico 5, se presentan las diferencias en las tasas de depreciación para las regiones de Andalucía, Castilla-La Mancha, Cantabria, Extremadura, Galicia, Murcia y La Rioja. Estas regiones en general, tienen mayores diferencias que España entre sus tasas de depreciación. Es decir, los shocks económicos sobre todo en los últimos años, les afectan con mayor intensidad.

El resto de regiones, es decir, Cataluña, Madrid, País Vasco, Navarra y Asturias, presentan menores diferencias respecto a las de la economía española. Los shocks económicos parecen afectar con menor intensidad a estas regiones, como puede observarse en el gráfico 6.

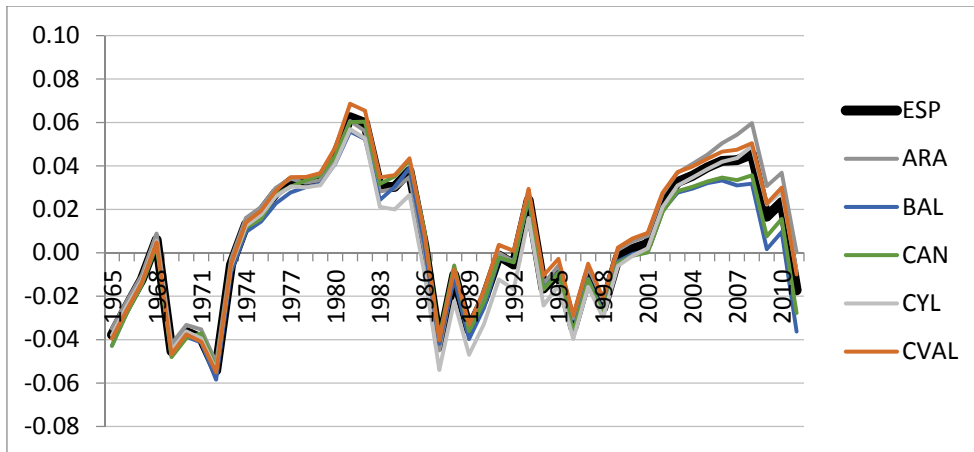


Gráfico 4

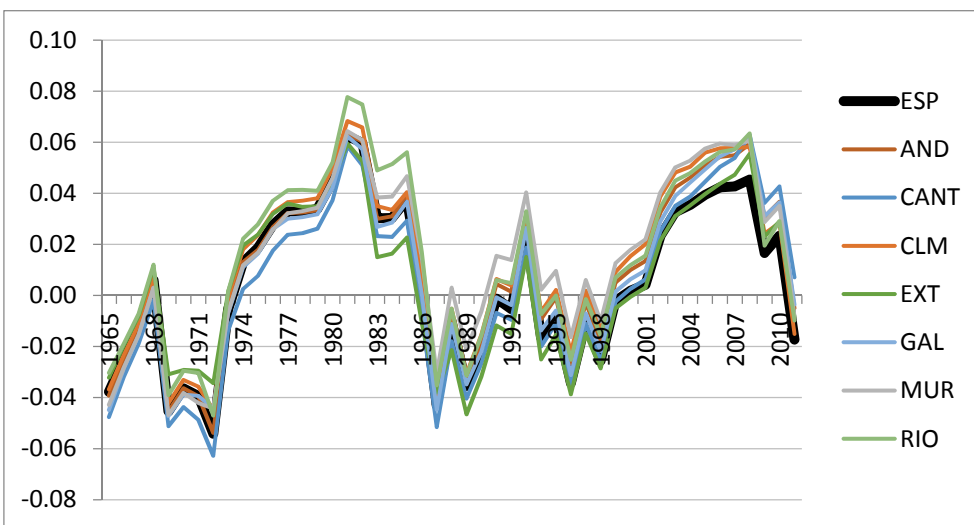


Gráfico 5

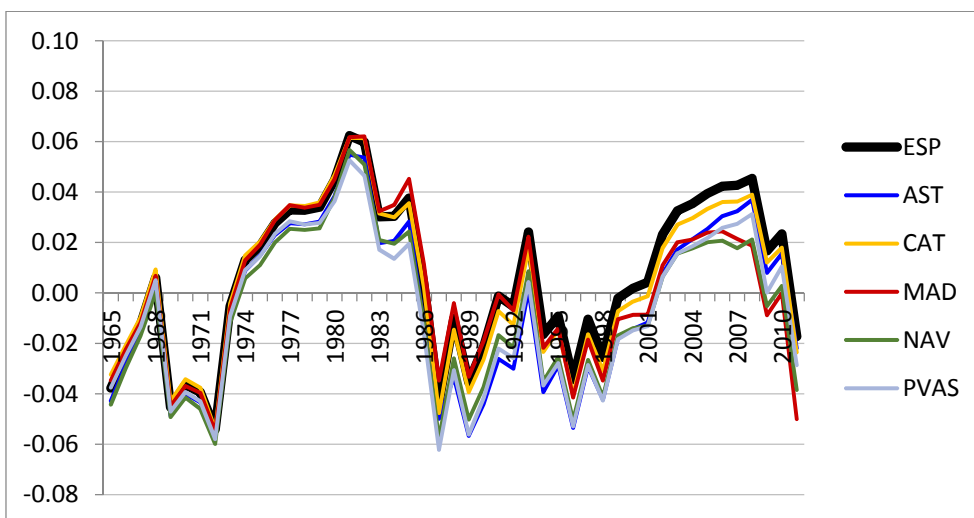


Gráfico 6

En los gráficos 7 a 9 se presentan las diferencias en las tasas de depreciación económica de cada una de las regiones respecto a la evolución de la de la economía española ($\delta_E^* - \delta_R^*$). Es interesante la distinta evolución que muestran estas diferencias. Las agrupaciones vistas en los gráficos anteriores se repiten en casi todos los casos. En el gráfico 7 se presentan las diferencias respecto a la tasa de depreciación económica española para las regiones de Cataluña, Madrid, País Vasco y Navarra. Las diferencias son ascendentes, es decir, comienzan siendo negativas en 1964 (la tasa de depreciación económica de las regiones es superior a la española) y van desapareciendo hasta convertirse en positivas. En el siguiente gráfico la evolución es la contraria, las diferencias entre la tasa de depreciación económica de la economía española y las regiones de Andalucía, Galicia, Murcia, Castilla-La Mancha, Extremadura, Cantabria y La Rioja descienden. Son positivas estas diferencias, es decir la tasa de depreciación de España es mayor que las de las regiones, y a partir de los años 90 se invierte, con la excepción de Extremadura que siempre es positiva la diferencia a excepción de los últimos años de la muestra.

En el gráfico 9 se presentan las diferencias respecto a la economía española de las tasas de depreciación económica del resto de regiones. Aragón, Asturias, Castilla y León, Comunidad Valenciana, Baleares y Canarias. El comportamiento de las Islas es claramente diferente, entre ellas tienen un patrón similar, descendente y desde 1986 ascendente, siendo siempre positiva la diferencia a excepción de 1983-89 y 1992-94. Las diferencias en el caso de la economía valenciana son bastante estables y negativas desde 1973. Respecto a las regiones de Asturias, Aragón y Castilla y León las diferencias tienen un patrón ascendente hasta 1985 para Aragón y Castilla y León y hasta 1993 para Asturias, y en la mayoría de los años estas diferencias siempre son positivas.

Respecto a las tasas de crecimiento del stock de capital económico obtenido en este trabajo para las regiones españolas, las comparamos con las del capital estadístico obtenido de la base de datos BD.MORES. En el Cuadro 1 se presentan estas comparaciones, como puede observarse en las columnas [1] y [2] las tasas de crecimiento promedio del periodo 1964-1994 para el capital económico y el estadístico son similares entre cada región. Mientras que no ocurre lo mismo cuando el periodo de tiempo considerado es corto y afectado por shocks económicos, como puede observarse en las columnas [3] y [4] del cuadro en que en todos los casos el stock de capital económico de las regiones presenta una tasa de crecimiento inferior al estadístico. Al igual que en el apartado anterior puede concluirse que la tasa de depreciación estadística y el stock de capital correspondiente con la metodología MIP, resultan una buena aproximación a largo plazo cuando las economías han tenido tiempo para ajustarse a los shocks. Pero no para etapas cortas en que las economías sufren shocks económicos que afectan a las expectativas de los agentes económicos, que afectan en sus decisiones de inversión y depreciación y por tanto en el stock de capital.

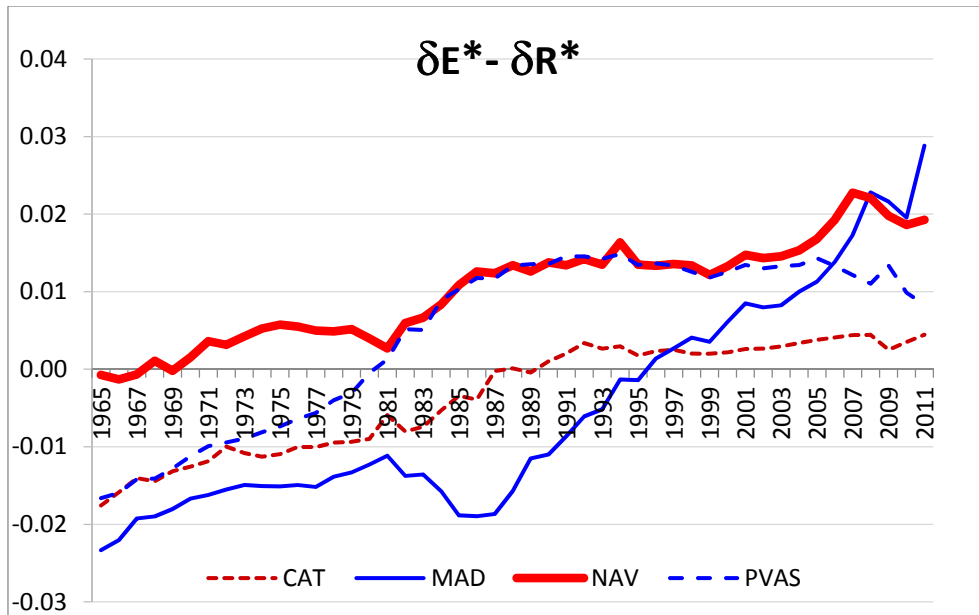


Gráfico 7

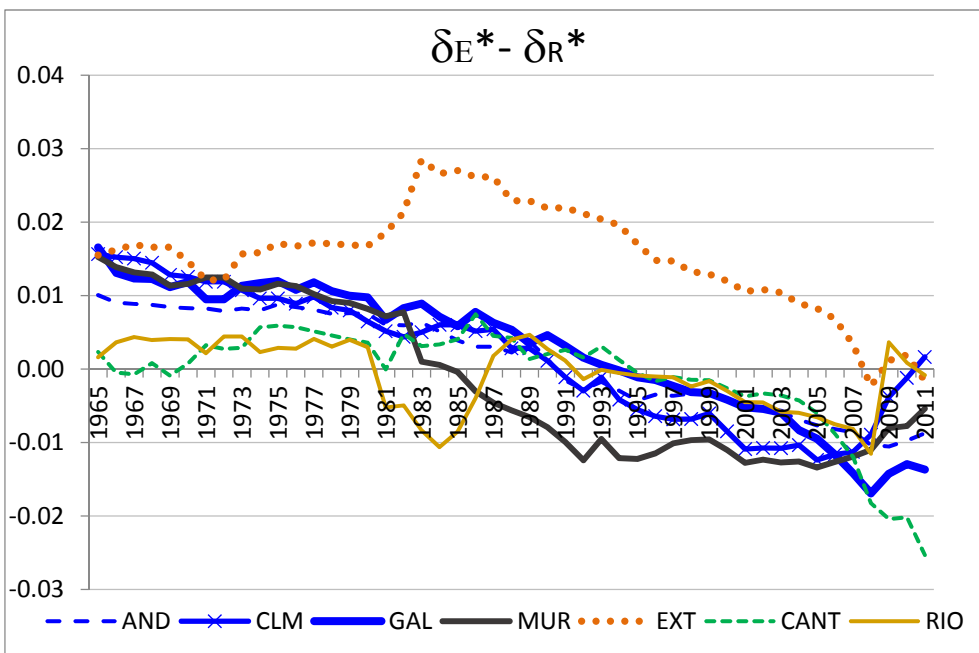


Gráfico 8

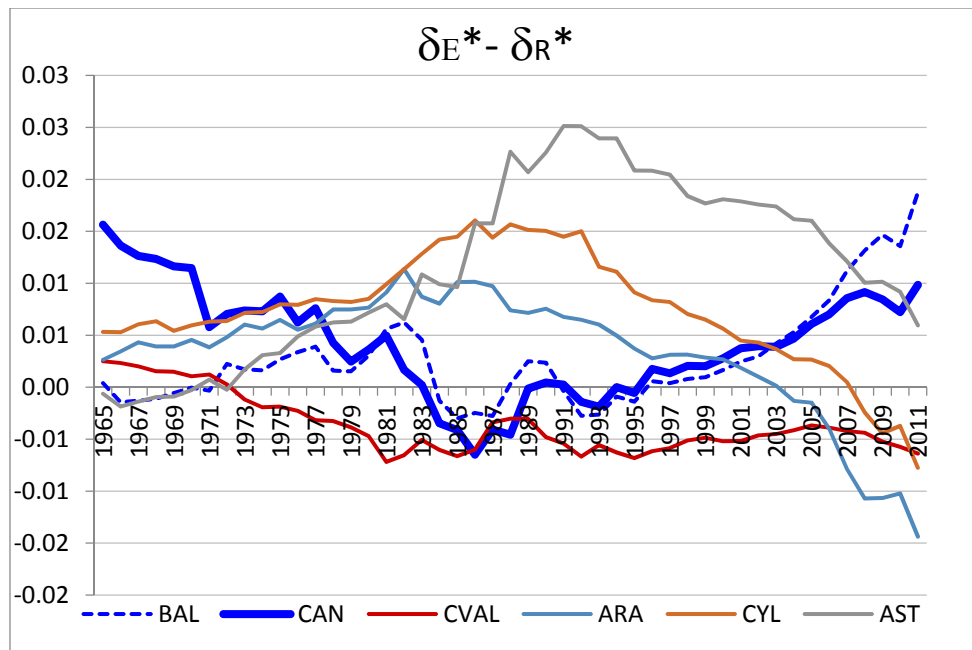


Gráfico 9

Cuadro 1.

	Tasas de crecimiento 1964-1994		Tasas de crecimiento 1995-2007	
	<i>K</i> [1]	<i>K*</i> [2]	<i>K</i> [3]	<i>K*</i> [4]
Andalucía	0.039	0.038	0.046	0.035
Aragón	0.037	0.036	0.034	0.024
Asturias	0.033	0.039	0.015	0.007
Baleares	0.050	0.051	0.051	0.044
Canarias	0.045	0.045	0.051	0.045
Cantabria	0.022	0.023	0.030	0.017
Castilla-La Mancha	0.036	0.034	0.046	0.034
Castilla y León	0.032	0.034	0.028	0.017
Cataluña	0.051	0.052	0.035	0.029
C.Valenciana	0.047	0.046	0.044	0.036
Extremadura	0.038	0.040	0.011	0.001
Galicia	0.032	0.031	0.036	0.025
Madrid	0.052	0.052	0.066	0.064
Murcia	0.036	0.032	0.062	0.053
Navarra	0.031	0.034	0.038	0.033
P.Vasco	0.037	0.042	0.028	0.021
La Rioja	0.048	0.044	0.035	0.026

5 Conclusiones

En la literatura económica cuantitativa y aplicada es frecuente encontrar referencias a las mediciones estadísticas del capital y la depreciación. En este trabajo presentamos una forma diferente de abordar la estimación del stock de capital y la tasa de depreciación. Basándonos en el planteamiento de los modelos de optimización intertemporal cuya estructura incorpora tanto los costes de ajuste como los costes de mantenimiento de los bienes de inversión, podemos concretar un sistema recursivo de dos ecuaciones con las variables tasa de depreciación y stock de capital como variables endógenas. Dado que el resto de variables del sistema son precios explícitos y variables económicas que expresan transacciones de mercado, lo que obtenemos al iterar nuestras ecuaciones es una valoración económica de la depreciación y del stock de capital.

Nuestro método de cálculo usa los valores bursátiles del ratio q de Tobin y genera unos resultados que difieren de los obtenidos al aplicar el método del inventario permanente. En la parte de los resultados ofrecemos las medidas estadística y económica de la tasa de depreciación y el stock de capital, obtenidas para el conjunto de la economía española y sus regiones durante el periodo 1964-2011.

La tasa de depreciación económica fluctúa alrededor de la tasa estadística, que se muestra mucho más estable a lo largo del tiempo. El stock de capital económico ofrece un perfil temporal claramente diferenciado del que muestra la medida estadística del capital, fruto de una mayor o menor destrucción de capital en diferentes periodos que no recogen las estadísticas oficiales. Sin embargo, las mayores diferencias se dan entre las correspondientes tasas de crecimiento del stock de capital. Los shocks económicos desvían la tasa de depreciación económica de la tasa estadística con diferente intensidad durante este periodo en las regiones españolas.

En el trabajo se establecen tres grupos de regiones: más sensibles, menos sensibles y coincidentes en el comportamiento cíclico nacional de la tasa de depreciación económica. Estos mismos tres grupos muestran también un patrón diferente en la tendencia seguida por su tasa de depreciación económica respecto a la española a lo largo del periodo: en las más sensibles se parte de niveles mayores y la tasa de depreciación tiende a caer por debajo de la española; en las menos sensibles se parte de niveles más bajos y crecen superando a la española; las coincidentes muestran un comportamiento menos definido y más errático.

6 Apéndice I: Los datos

Series Nacionales

La base de datos utilizada para la mayoría de las series utilizadas en el trabajo es la base de datos regional BD.MORES. A continuación se detallan las variables y sus fuentes estadísticas así como su elaboración en el caso que ha sido necesaria.

- I_t^G : Formación Bruta de Capital Fijo del sector productivo privado no financiero. BD.MORES b.2008
- p_t^k : Precio de los bienes de capital del sector productivo privado no financiero. BD.MORES b.2008
- K_{t-1} : Stock de capital inicial productivo privado no financiero. BD.MORES b.2008
- r_t : Tipo de interés largo plazo. La serie nominal de Escribá y Ruiz (1995) desde 1964 a 1977 y desde este año hasta 2011 de la base de datos AMECO.
- q_t : Se construye una serie de los valores del ratio q a partir del trabajo de Espitia (1987), utilizando sus valores desde 1964 a 1982. También se utiliza para los años 1983 hasta 1987 el trabajo de Alonso y Bentolila (1992) que utilizan la información de la Central de Balances del Banco de España. Para el periodo 1988 hasta 2000 se utiliza la serie construida de q de la empresa por Ramirez, Rosell y Salas (2003) y que nos han proporcionado anualizada. Para alargar la serie hasta 2011, se han utilizado las tasas de crecimiento de los valores de la q que presentan en el informe de FMI (2015) sobre perspectivas de la economía europea y mundial.
- B_t^G : Beneficios distribuidos brutos. Estos están compuestos por la suma de Dividendos, Intereses y Depreciación. Las series nacionales se han construido como se detalla a continuación:

Dividendos: La serie de dividendos se ha construido a partir de las series que ofrece el INE en su publicación de la CNE base 2010 de las cuentas anuales no financieras de los sectores institucionales para Rentas de la Propiedad (D.4) en concreto para las partidas Rentas distribuidas de las sociedades (D.42) y Beneficios reinvertidos (D.43). Estas series están disponibles para el periodo temporal 1999 a 2014. La CNE base 95 ofrece datos de las Rentas de la Propiedad pero sin desglosar por lo que no se han utilizado. Sin embargo, la CNE base 86 ofrece series desde 1985 a 1977 de Dividendos y otras rentas distribuidas por las sociedades (R.44) para las sociedades y cuasi-sociedades no financieras. Se ha construido a partir de estos datos una serie desde 1985 a 2011 utilizando la información de la CNE para las series de dividendos respetando los originales de la serie en base 2010 y retrotrayendo la serie con tasas de crecimiento de la base 1986. Desde 1964 a 1985 se han utilizado los valores de los dividendos del trabajo de Escribá y Ruiz (1995), se respetan los valores iniciales de la serie se utilizan las tasas de crecimiento para retrotraer la serie construida desde 1986 con datos de la CNE.

Intereses: La serie de intereses se construye de forma análoga a la serie de dividendos, ya que el INE en la CNE base 2010 y Base 86 ofrecen series de intereses (R.41). Desde

1964 a 1985 se utiliza la serie de Escribá y Ruiz (1995) para retrotraer los valores hasta 1964.

Depreciación: base de datos BD.MORES b.2008.

Cuadro A.1. Series Nacionales

	q	Pk	Tipo de interés L/p	Dividendos distribuidos brutos	IG
1964	1.551	0.054	0.08		21402
1965	1.414	0.055	0.083	1671	25593
1966	1.289	0.057	0.086	1618	29230
1967	1.159	0.06	0.089	1642	29797
1968	1.19	0.064	0.091	1934	32714
1969	1.467	0.067	0.096	2076	38415
1970	1.341	0.071	0.11	2512	39950
1971	1.416	0.075	0.113	3189	37006
1972	1.548	0.079	0.105	3189	45084
1973	1.411	0.086	0.107	3390	53212
1974	1.079	0.102	0.127	4793	57844
1975	0.965	0.117	0.134	5894	54606
1976	0.705	0.135	0.124	7302	55509
1977	0.533	0.164	0.12	9202	52820
1978	0.461	0.19	0.1203	10566	52298
1979	0.425	0.213	0.1331	11914	51811
1980	0.412	0.242	0.1596	15438	55887
1981	0.44	0.277	0.1581	19570	54008
1982	0.678	0.313	0.1599	23353	51838
1983	0.93	0.348	0.1691	26051	53667
1984	0.84	0.378	0.1652	30966	49797
1985	0.98	0.407	0.1337	32668	51552
1986	1.32	0.428	0.1136	33417	58441
1987	1.43	0.447	0.1281	36663	68774
1988	1.34	0.47	0.1175	41539	76578
1989	1.26	0.495	0.137	46024	84457
1990	1.02	0.525	0.1468	51350	86677

1991	0.91	0.545	0.1138	56650	89646
1992	0.73	0.557	0.1172	59482	87974
1993	0.58	0.586	0.1021	59276	76143
1994	1.03	0.605	0.0999	62357	78521
1995	1.00	0.641	0.1127	63723	86591
1996	1.11	0.655	0.0874	66338	90848
1997	1.33	0.674	0.064	69404	96545
1998	1.64	0.684	0.0483	70187	108383
1999	1.63	0.705	0.0473	72345	120379
2000	1.70	0.753	0.0553	85213	129424
2001	1.53	0.776	0.0512	97003	132406
2002	1.30	0.808	0.0496	102529	132945
2003	1.04	0.84	0.0412	108548	137730
2004	1.09	0.877	0.041	119093	144514
2005	1.15	0.921	0.0339	134133	154523
2006	1.21	0.96	0.0378	151692	164249
2007	1.21	0.985	0.0431	170375	173334
2008	1.00	1	0.0437	190020	165792
2009	0.70	0.975	0.0398	172218	125714
2010	0.79	0.979	0.0425	162731	125410
2011	0.87	0.941	0.0544	173228	130674

Series Regionales

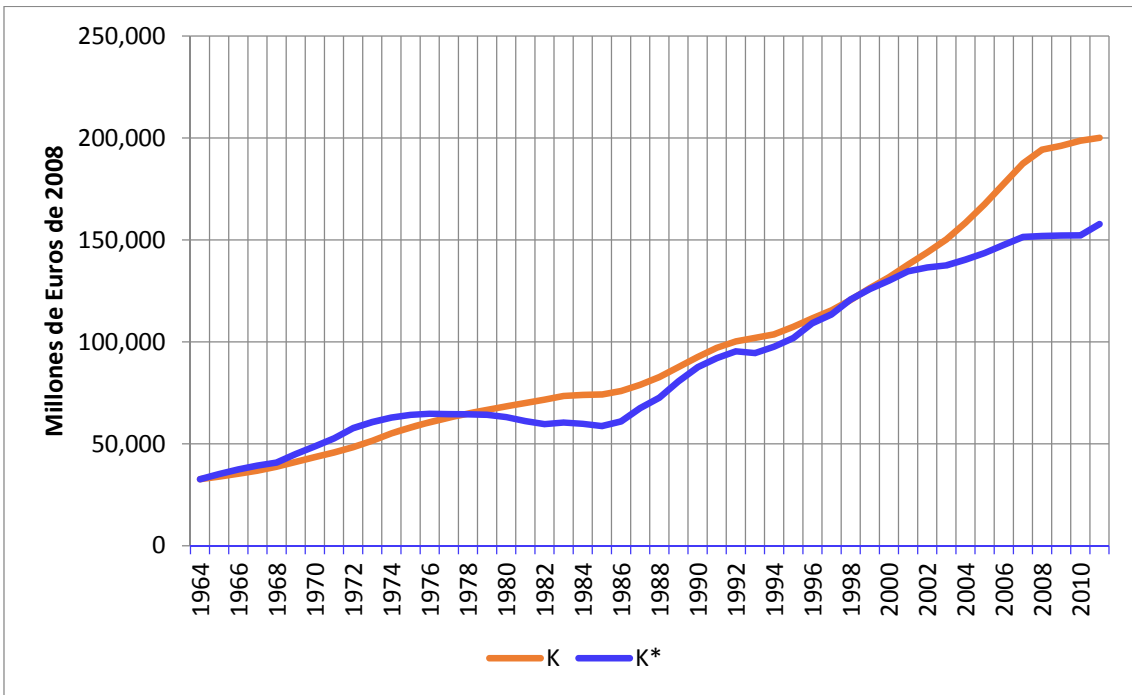
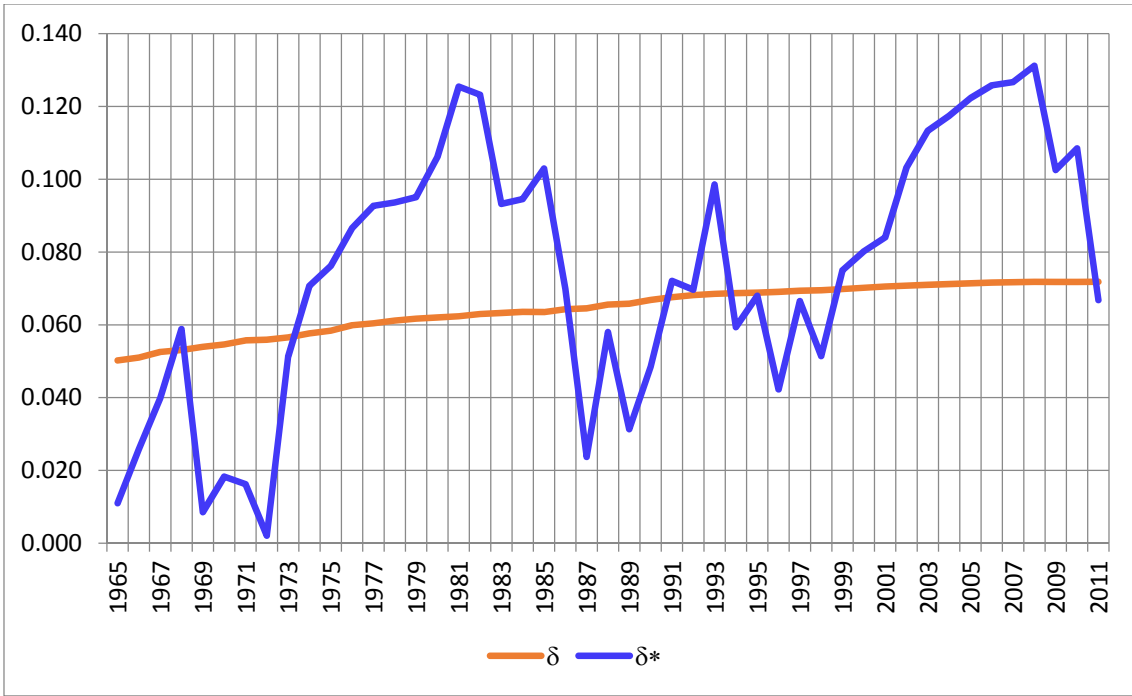
A continuación se detallan las variables y sus fuentes estadísticas así como su elaboración en el caso que ha sido necesaria.

- I_{jt}^G : Formación Bruta de Capital Fijo regional del sector productivo privado no financiero. BD.MORES b.2008
- p_{jt}^k : Precio de los bienes de capital del sector productivo privado no financiero para cada una de las regiones. BD.MORES b.2008
- K_{jt-1} : Stock de capital inicial productivo privado no financiero de cada una de las regiones. BD.MORES b.2008

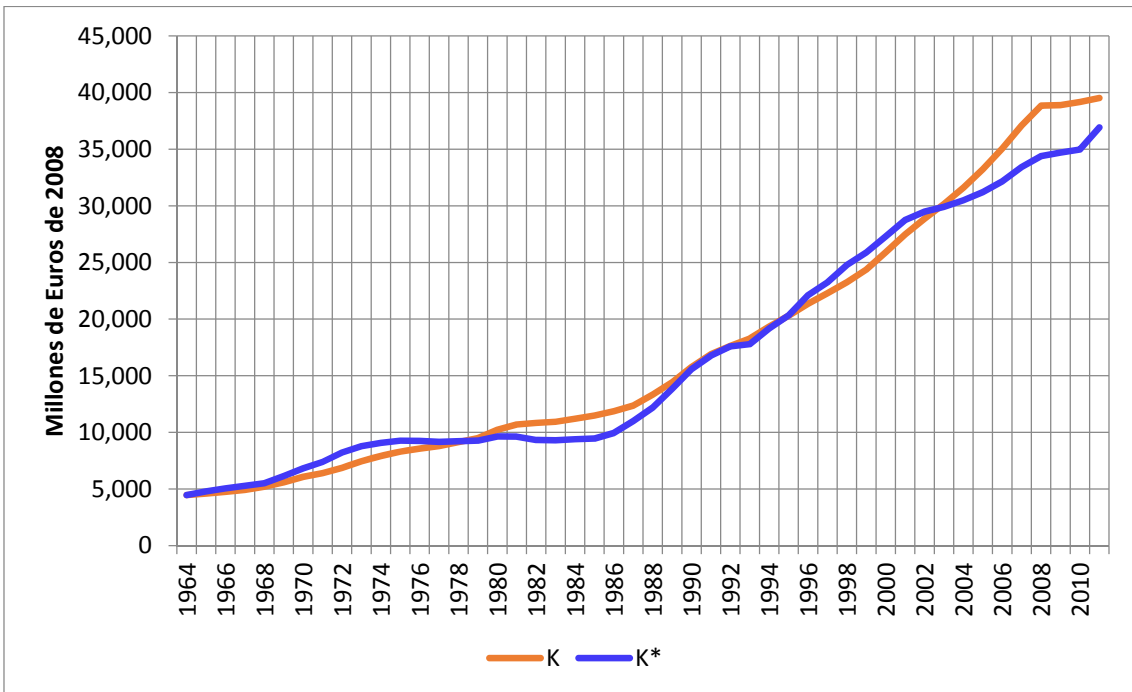
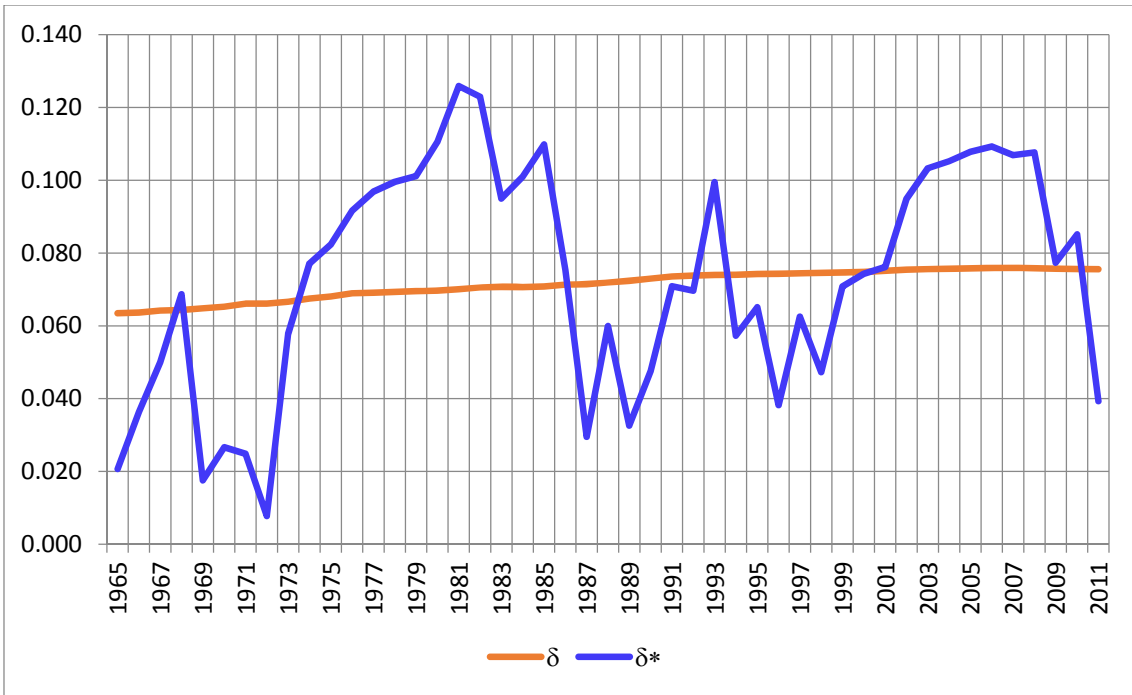
La regionalización de los beneficios brutos distribuidos se han llevado a cabo construyendo porcentajes de territorialización para repartir la serie nacional de los dividendos más intereses que se han obtenido como se detallaba anteriormente dada la inexistencia de series de datos regionales. Para ello se han construido porcentajes regionales de reparto utilizando diferentes fuentes de información disponibles. Estas son: La Renta Nacional de España y su Distribución Provincial de la FBBVA desde 1963-1993 para las Rentas Netas del Capital en las CCAA y uno de sus componentes Intereses y Dividendos cobrados por las familias e instituciones no lucrativas. Además, se han utilizado también las Rentas Netas del Capital obtenidas de la base de datos BD.MORES b.2008 para el sector privado productivo no financiero. Una vez construidos los porcentajes de reparto se han utilizado los promedios de todas estas series desde 1964 a 1993. A partir de 1994 hasta 2011 se utiliza únicamente la información de la BD.MORES ya que ya no se realiza publicación de la FBBVA. Estos porcentajes de territorialización se han suavizado utilizando la información del porcentaje del capital productivo privado no financiero de cada región respecto de la nación. Una vez construidas las series para cada región se le suma la parte de la depreciación que se obtienen de la base de datos BD-MORES

7 Apéndice II: Tasa de depreciación y Stock de capital económico Regiones españolas

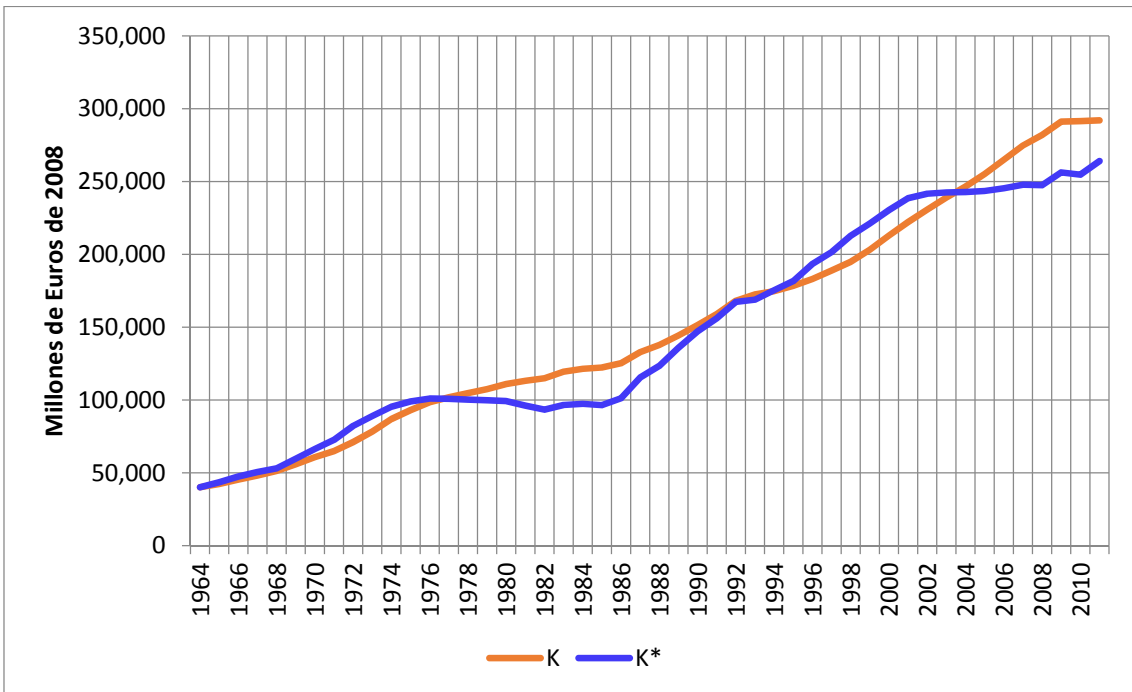
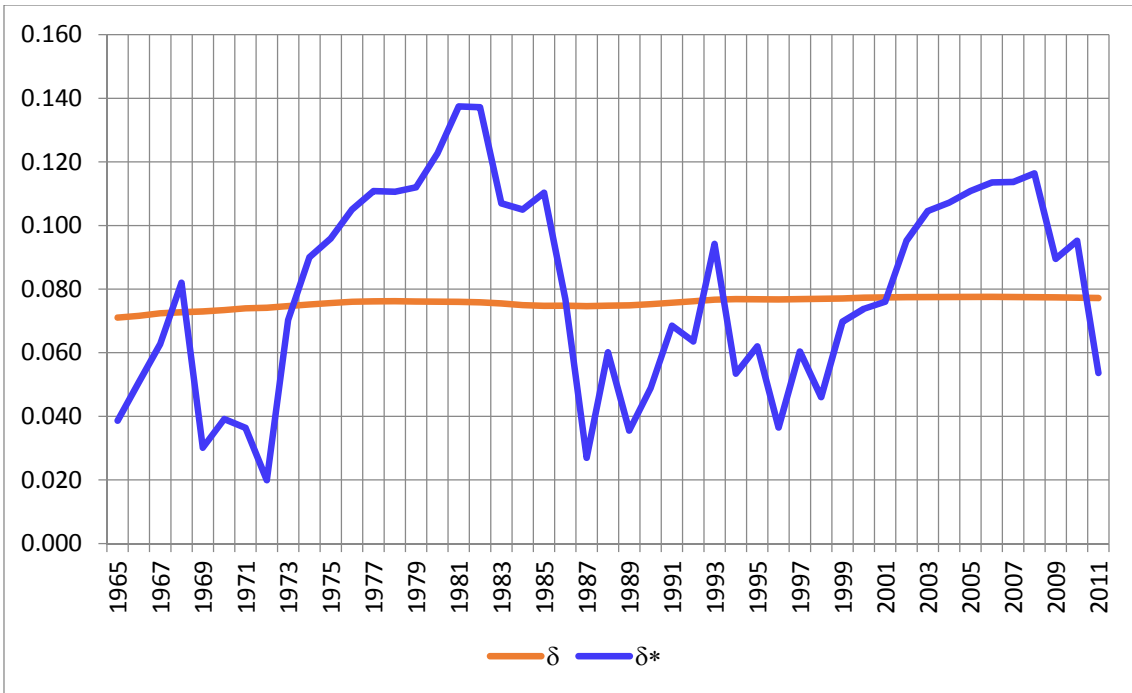
A continuación se presentan los gráficos para cada región de las series de stock de capital y tasas de depreciación económica calculados en este trabajo. Se presentan en comparación con las tasas de depreciación y stocks de capital estadísticos de la base de datos BD.MORES. Únicamente se presentan algunas de las regiones españolas para economizar espacio.



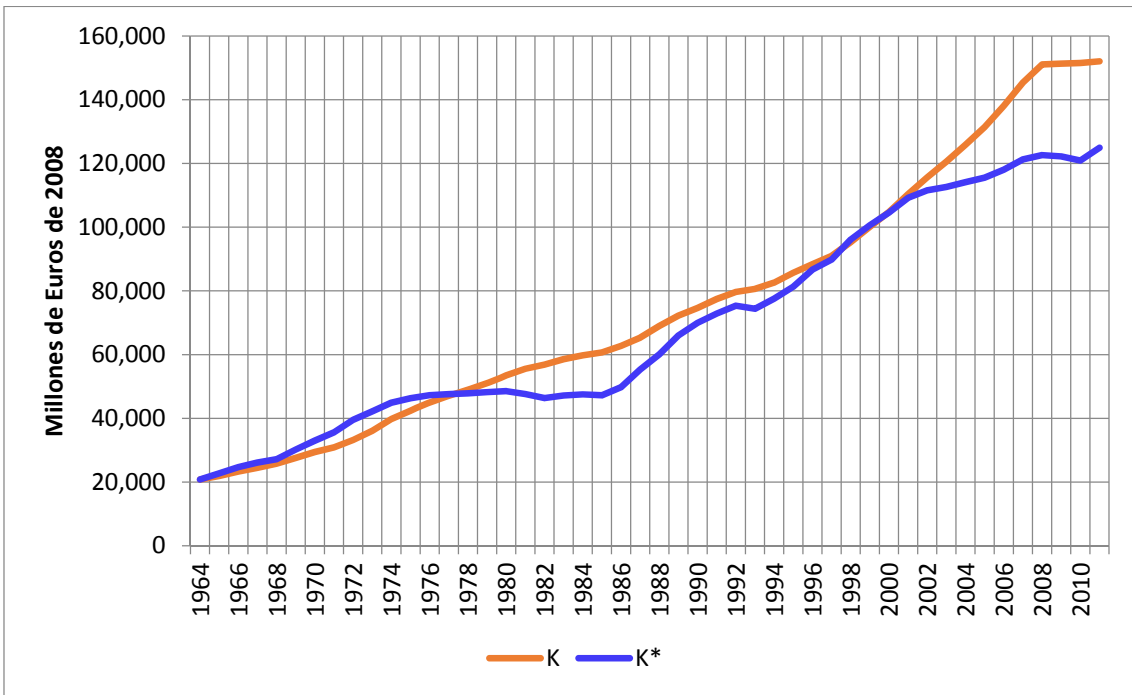
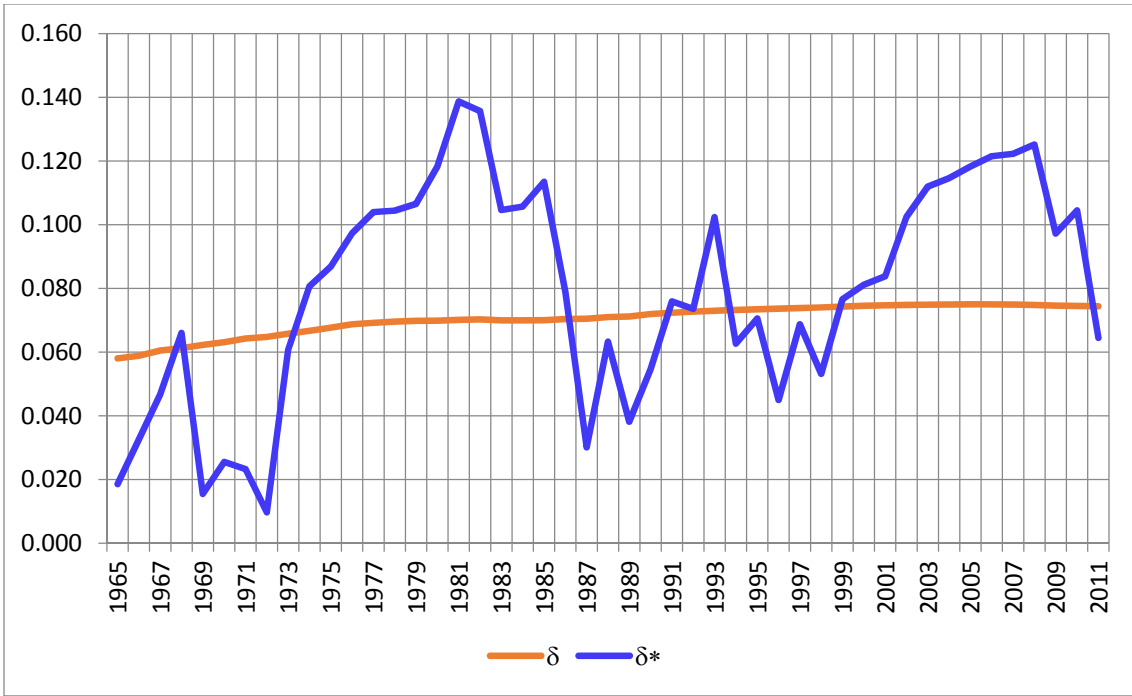
Andalucía



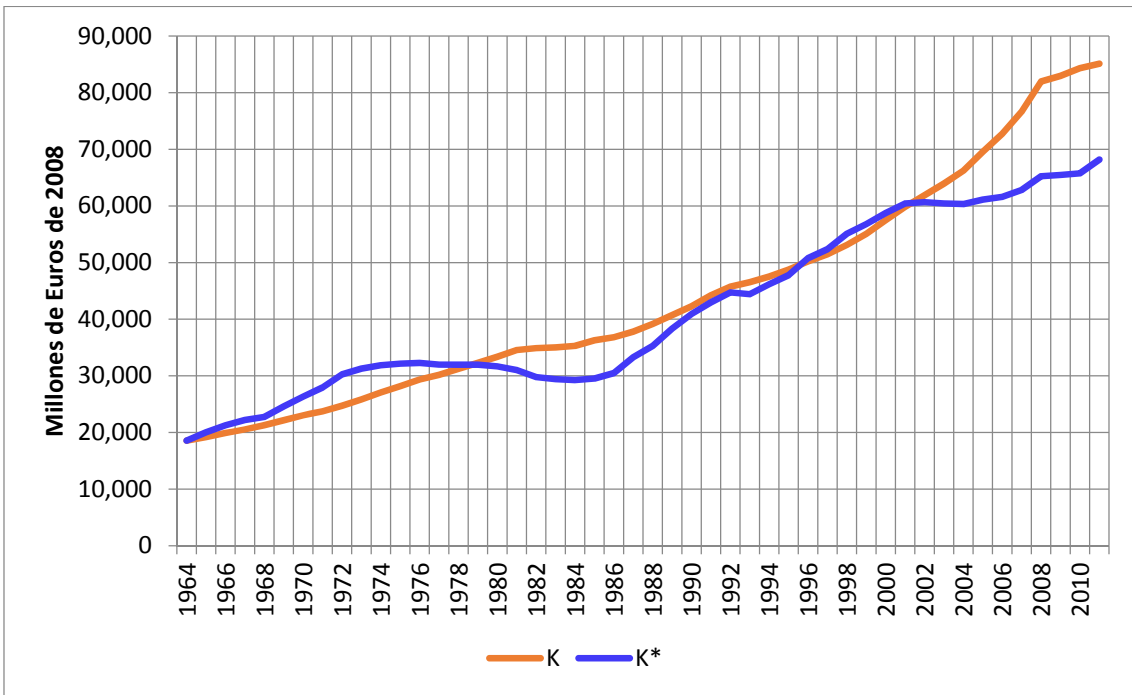
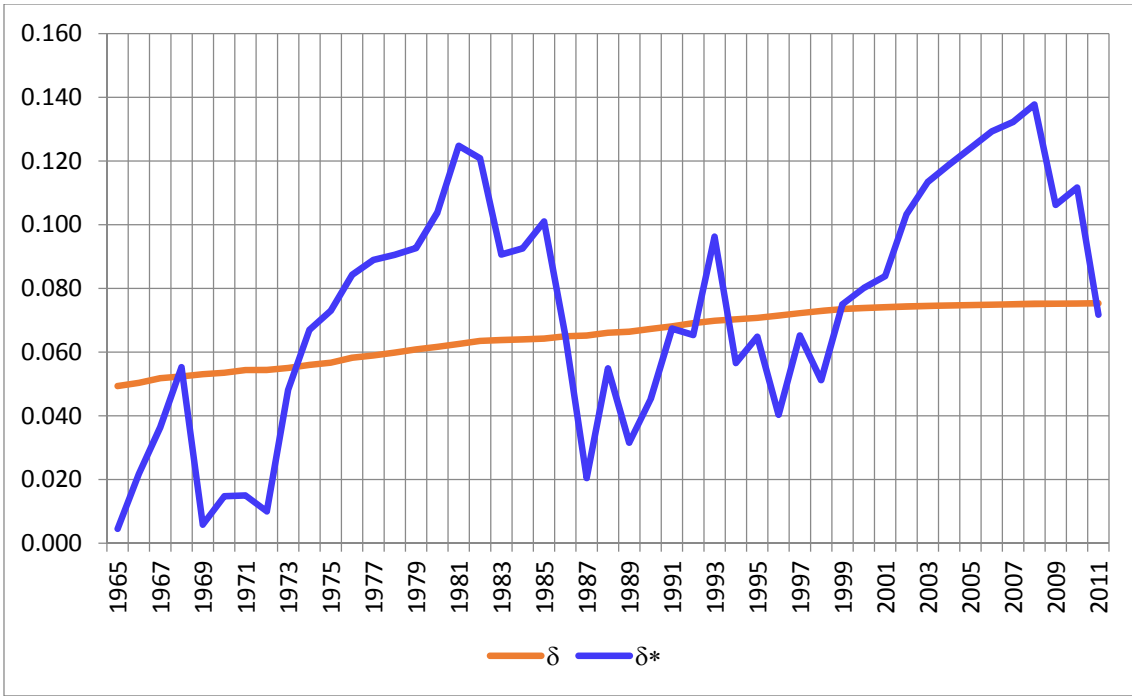
Baleares



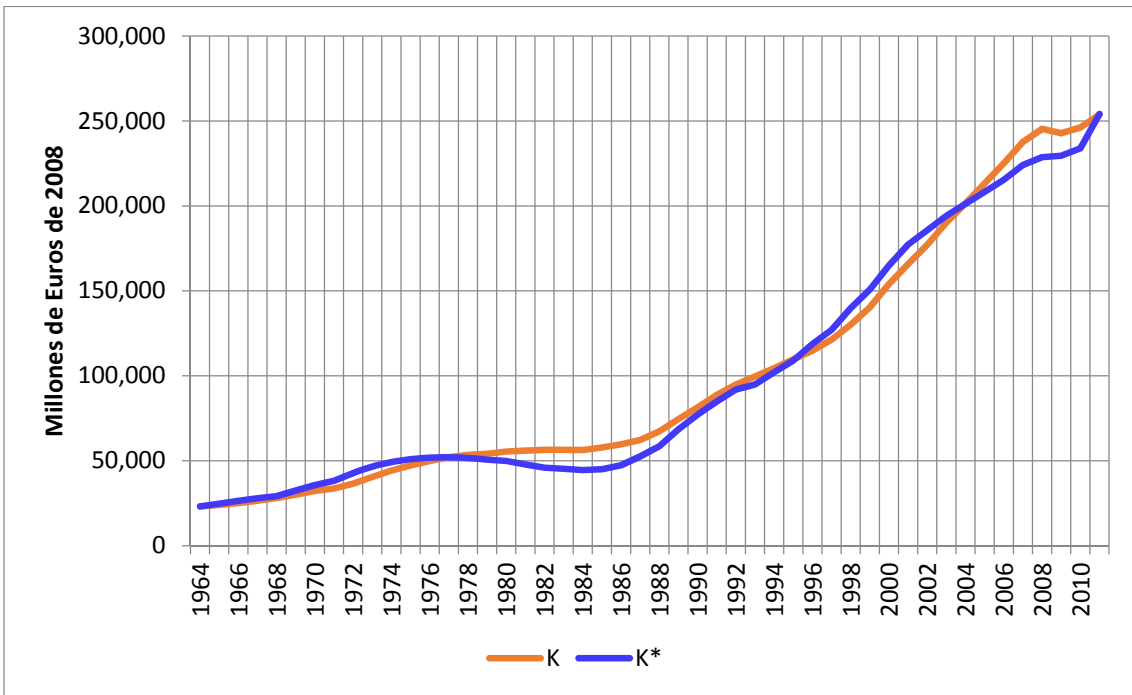
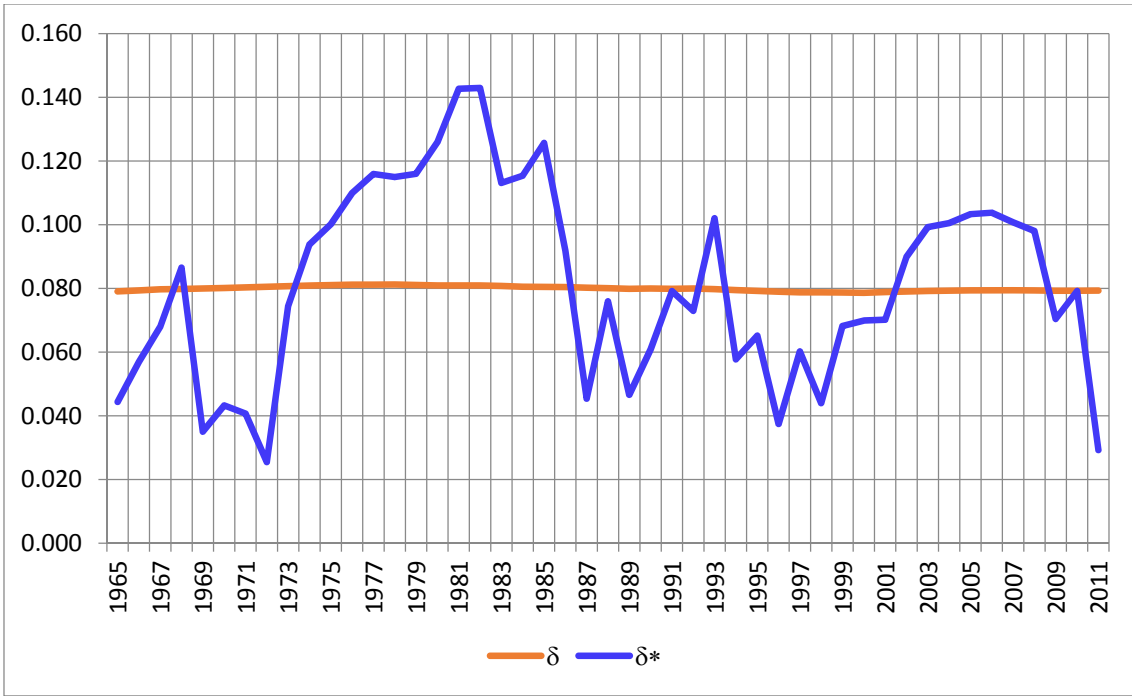
Cataluña



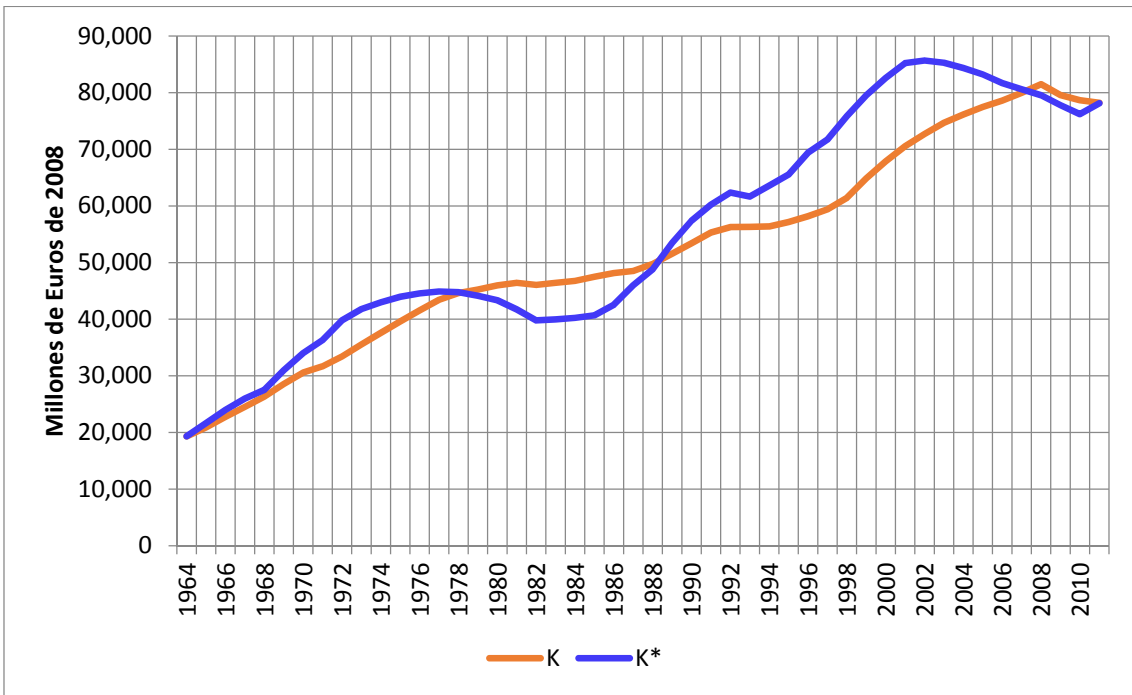
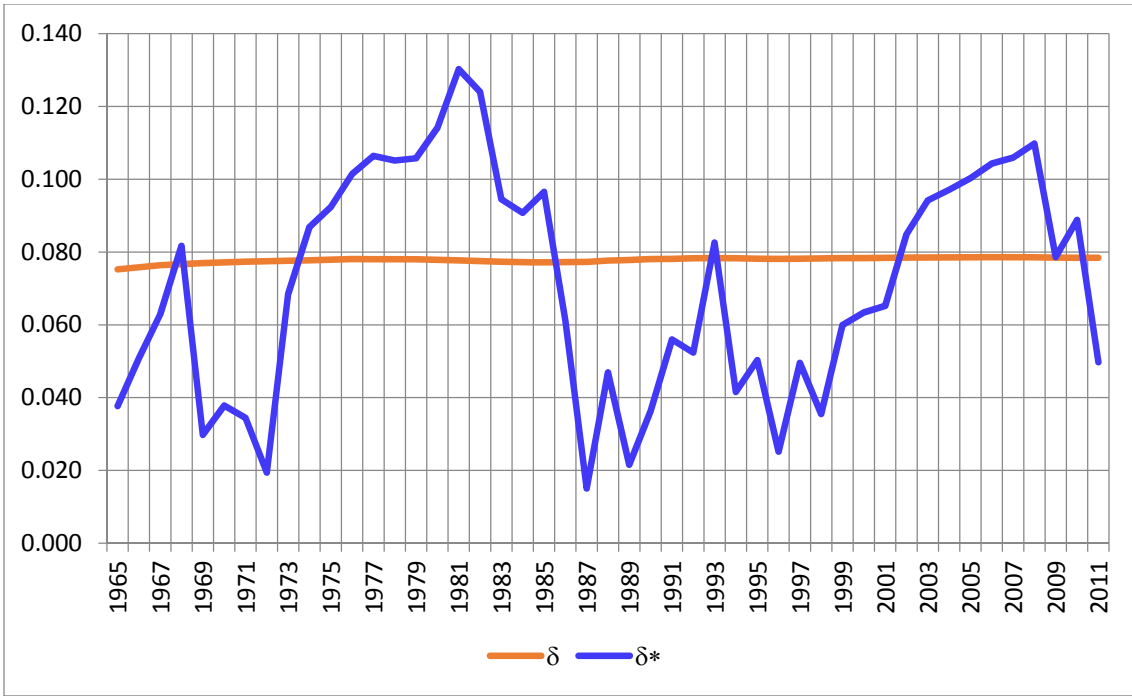
C Valenciana



Galicia



Madrid



País Vasco

References

- [1] Alonso C. and Bentolila, S., 1992. La relación entre la inversión y la “ q de Tobin” en las empresas industriales españolas, D.T. n^o 9203, Servicio de Estudios del B.E.
- [2] AMECO. Annual macro-economic database of the European Commission’s Directorate General for Economic and Financial Affairs (DG ECFIN).
- [3] Baily, N. M., 1981a. The Productivity Growth Slowdown and Capital Accumulation. AEA Papers and Proceedings 71 (2), 326-331.
- [4] Baily, N. M., 1981b. Productivity and the Services of Capital and Labor. Brookings Papers on Economic Activity 1, 1-65.
- [5] Baily, N. M., 1982. The Productivity Growth Slowdown by Industry. Brookings Papers on Economic Activity 2, 423-459.
- [6] Bitros, G. C., 2010. The theorem of proportionality in contemporary capital theory: An assessment of its conceptual foundations. The Review of Austrian Economics 23 (4), 367-401.
- [7] Bitros, G. C. and Flytzanis, E., 2007. Utilization and Maintenance in a Model with Scraping. European Journal of Operational Research 194, 551-573.
- [8] Bitros, G. C. and Flytzanis, E., 2016. On the Optimal Lifetime of Real Assets. MPRA D.P. No. 70818, 1-19.
- [9] Bitros, G. C. and Kelejian, H. H., 1974. On the Variability of the Replacement Investment Capital Stock Ratio: some Evidence from Capital Scrappage. The Review of Economics and Statistics 56 (August), 270-278.
- [10] Bosshardt, M. O. and Mairesse, J., 1980. Le comportement de déclassement des entreprises: Quelques estimations. Annales de l’INSEE 38/39, 207-235.
- [11] Boucekine, R. and Ruiz-Tamarit, J. R., 2003. Capital maintenance and investment: Complements or substitutes? Journal of Economics 78 (1), 1-28.
- [12] Caballero, R. J. and Hammour, M. L., 1996. On the timing and efficiency of creative destruction. Quarterly Journal of Economics 446, 805-852.
- [13] Cowing, T. G. and Smith, V. K., 1977. A note on the Variability of the Replacement Investment Capital Stock Ratio. The Review of Economics and Statistics 59 (May), 238-243.
- [14] De Bustos, A., Cutanda, A., Díaz, A., Escribá, F. J., Murgui M. J. and Sanz, M. J., 2008. La BD Mores en base 2000: nuevas estimaciones y variables. Ministerio de Hacienda. SEPG Documentos de Trabajo Number: D-2008-02.
- [15] Dekle, R., 1994. Technological progress and endogenous capital depreciation: evidence from the US and Japan. Board of Governors of the Federal Reserve System, D. P. 485, 1-33.

- [16] Eisner, R., 1972. Components of capital expenditures replacement and modernization versus expansion. *The Review of Economics and Statistics* 54, 297-305.
- [17] Escribá-Pérez, F. J. and Ruiz-Tamarit, J. R., 1995a. Economic measurement of capital and profitability. *Recherches Économiques de Louvain* 61 (2), 433-459.
- [18] Escribá-Pérez, F. J. and Ruiz-Tamarit, J. R., 1995b. La depreciación del capital productivo en España (1964-1990). *Revista de Economía Aplicada* 3 (9), 21-40.
- [19] Escribá-Pérez, F. J. and Ruiz-Tamarit, J. R., 1996. Maintenance costs and endogenous depreciation. *Revista Española de Economía* 13 (2), 261-277.
- [20] Espitia, M., 1987. Rentabilidad y Coste del Capital de la Empresa Española No Financiera 1962-1984. *Situación* 1(4), Banco de Bilbao, 62-83.
- [21] Feldstein, M. S. and Foot, D. K., 1971. The other Half of Gross Investment: Replacement and Modernization Expenditures. *The Review of Economics and Statistics* 53 (February), 49-58.
- [22] Feldstein, M. S. and Rothschild, M., 1974. Towards an Economic Theory of Replacement Investment. *Econometrica* 42 (3), 393-423.
- [23] FMI Found Monetary International, 2015. Crecimiento dispar. Factores a corto y largo plazo. *Perspectivas de la Economía Mundial*. Cap. 4.
- [24] Fujisaki, S. and Mino, K., 2010. Long-Run Impacts of Inflation Tax with Endogenous Capital Depreciation. *Economics Bulletin*, 30 (1), 808-816.
- [25] Hayashi, F., 1982. Tobin's marginal q and average q: a neoclassical interpretation. *Econometrica* 50 (1), 213-224.
- [26] Hulten, C. R. and Wykoff, F. C., 1980. Economic Depreciation and the Taxation of Structures in United States Manufacturing Industries: An Empirical Analysis. In D. Usher, ed., *The Measurement of Capital*, Chicago and London, The University of Chicago Press, 83-119.
- [27] Hulten, C. R. and Wykoff, F. C., 1981. The estimation of economic depreciation using vintage asset prices: An application of the Box-Cox power transformation. *Journal of Econometrics* 15 (3), 367-396.
- [28] Hulten, C. R., Robertson, J. W. and Wykoff, F. C., 1989. Energy, Obsolescence, and the Productivity Slowdown. In D. W. Jorgenson and R. Landau, eds., *Technology and Capital Formation*, Massachusetts, The MIT Press, 225-258.
- [29] Jorgenson, D. W., 1963. Capital Theory and Investment Behavior, *American Economic Review* 53 (2), 247-259.
- [30] Jorgenson, D. W., 1974. The Economic Theory of Replacement and Depreciation. In Dale W. Jorgenson, *Econometrics and Economic Theory*, Palgrave Macmillan UK, 189-221.
- [31] Jorgenson, D. W., 1989. Capital as a Factor of Production. In D. W. Jorgenson and R. Landau, eds., *Technology and Capital Formation*, Massachusetts, The MIT Press, 1-35.

- [32] Kalyvitis, S., 2006. Another look at the linear q model: an empirical analysis of aggregate business capital spending with maintenance expenditures. *Canadian Journal of Economics / Revue Canadienne d'Economie* 39 (4), 1282-1315.
- [33] Katz, A. J., 2015. A Primer on the Measurement of Net Stocks, Depreciation, Capital Services, and Their Integration. Bureau of Economic Analysis, No. 123, 1-49.
- [34] Licandro, O., Puch, L. A. and Ruiz-Tamarit, J. R., 2001. Optimal Growth under Endogenous Depreciation, Capital Utilization and Maintenance Costs. *Investigaciones Económicas* 25, 543-559.
- [35] Lioukas, S. K., 1980. Factors affecting capital retirement: evidence from capacity decommissioning plans in a publicly owned corporation. *The Journal of Industrial Economics* 28 (3), 241-254.
- [36] Lioukas, S. K., 1982. The cyclical behaviour of capital retirement: some new evidence. *Applied Economics* 14 (1), 73-79.
- [37] Malcomson, J. M., 1975. Replacement and the Rental Value of Capital Equipment subject to Obsolescence. *Journal of Economic Theory* 10 (1), 24-41.
- [38] Mukoyama, T., 2008. Endogenous depreciation, mismeasurement of aggregate capital, and the productivity slowdown. *Journal of Macroeconomics* 30 (1), 513-522.
- [39] Nickell, S., 1975. A Closer Look at Replacement Investment. *Journal of Economic Theory* 10 (1), 54-88.
- [40] OECD Organisation for Economic Co-operation and Development, 2001. *Measuring Capital OECD Manual*. Paris.
- [41] OECD Organisation for Economic Co-operation and Development, 2009. *Measuring Capital OECD Manual*. Paris.
- [42] Ramírez, M., Rosell, J. and Salas, V., 2003. Evolución de la empresa Española no financiera. *Economía Industrial*, Nos349-350, 203-214.
- [43] Wadhawani, S. and Wall, M., 1986. The UK Capital Stock New Estimates of Premature Scrapping. *Oxford Review of Economic Policy* 2 (3), 44-55.
- [44] Ward, M., 1976. The Measurement of Capital. *The Methodology of Capital Stock Estimates in OECD Countries*. OECD. Paris.
- [45] Wykoff, F. C., 1989. Economic Depreciation and the User Cost of Business-Leased Automobiles. In D. W. Jorgenson and R. Landau, eds., *Technology and Capital Formation*, Massachusetts, The MIT Press, 259-292.