

## LA DEPRECIACIÓN DEL CAPITAL PRODUCTIVO EN ESPAÑA (1964-1990)\*

FRANCISCO JAVIER ESCRIBÁ  
JOSÉ RAMÓN RUIZ TAMARIT

*Universitat de València*

En este trabajo se estudian los determinantes de la depreciación desde una perspectiva cuantitativa, con una aplicación al caso español. A partir de un marco referencial de causas económicas de la depreciación, planteamos algunas hipótesis contrastables mediante la identificación de un grupo de variables relevantes y sus principales líneas de causalidad. Los resultados empíricos nos muestran que la obsolescencia, tanto tecnológica como estructural, es la causa fundamental de la destrucción de capital productivo que experimentó la economía española durante el periodo analizado.

*Palabras clave:* depreciación, obsolescencia, capital endógeno, cointegración.

**E**ste trabajo tiene por objeto el estudio de la depreciación, sus causas y determinantes. Para ello tomamos como referencia el caso español durante el periodo comprendido entre 1964 y 1990. En estos veintisiete años la economía española experimentó distintos avatares, empezando por el expansionismo de los sesenta, con su asentamiento definitivo en el orden económico occidental y la potenciación de un sistema productivo basado en el desarrollo industrial, seguido por una crisis de orden internacional cuya principal víctima fueron los distintos sectores industriales que se mostraron débiles ante las nuevas reglas del juego, y finalizando con una profunda reestructuración del sistema productivo durante los primeros ochenta y una fase de crecimiento acelerado entre 1986 y 1990 coincidente con la entrada en la CEE. Todas estas vicisitudes, inevitablemente, se encuentran reflejadas en las decisiones que los empresarios tomaron con respecto a la depreciación de los equipos productivos instalados en sus empresas.

La polémica sobre la constancia<sup>1</sup> o variabilidad de la tasa de depreciación planea sobre nuestro trabajo porque éste constituye una apuesta a favor del principio de endogeneidad y variabilidad, en conexión con los resultados obtenidos en Escrivá y

---

(\*) Los autores agradecen los comentarios de dos evaluadores anónimos.

(1) La Contabilidad Nacional estima el Consumo de Capital Fijo utilizando el método del inventario permanente bajo el supuesto de vidas útiles constantes en periodos de tiempo relativamente largos. El INE recomienda utilizar unas vidas útiles fijas de 17 años para los bienes de equipo y de 35 o 40 años para las edificaciones. La función de supervivencia es la Lineal Inglesa y la función de depreciación Lineal. La depreciación "real" que se obtiene es entonces casiuniforme.

Ruiz (1995). Consideramos necesario señalar que otros trabajos<sup>2</sup> han participado de un ambiente de escepticismo en torno al supuesto de una tasa de depreciación constante, planteando muy claramente la necesidad de captar la obsolescencia a la que han estado sometidas las estructuras productivas de la economía española, y en especial de la industria, durante las dos últimas décadas.

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, el coste de uso, y la explicación del desempleo, entre otros. No obstante, en este trabajo nos limitamos a establecer en qué sentido la depreciación es afectada por ciertas variables macroeconómicas que recurrentemente se citan en la literatura. El artículo se estructura de la siguiente manera: en el apartado 1 se analiza la variabilidad de la tasa de depreciación; en el apartado 2 se explicita la conexión entre los diferentes motivos de la depreciación y las variables macroeconómicas que influyen sobre ellos; en el apartado 3 se presenta el modelo empírico y se realiza la contrastación de hipótesis; finalmente se establecen las conclusiones más significativas.

## 1. VARIABILIDAD DE LA DEPRECIACIÓN

En la mayor parte de los trabajos empíricos sobre la depreciación, e incluso en los ejercicios teóricos, se ha tomado como punto de referencia la idea de una tasa de depreciación constante. Esta forma de proceder encuentra su fundamentación en las condiciones de un crecimiento de estado estacionario en el cual se ignoran todo tipo de obsolescencias, y el único deterioro del capital considerado relevante es el deterioro físico. De esta manera se consigue reducir el problema de las minoraciones del capital a una cuestión puramente técnica donde el elemento económico no juega ningún papel, del mismo modo que cuando se mantiene sobre la inversión neta una teoría de aceleración simple es innecesaria una teoría del comportamiento inversor.

Aun suponiendo que el deterioro es únicamente debido al desgaste físico, dado una *stock* de capital compuesto de grupos de bienes de equipo con diferentes patrones de deterioro, la constancia de la tasa de depreciación agregada necesita, entre otras cosas, que se satisfagan los siguientes requisitos: primero, que dicho deterioro afecte a cada grupo a una tasa constante; segundo, que la composición del *stock* de capital permanezca constante; tercero, que no existan desviaciones de la senda de crecimiento de estado estacionario; cuarto, que la nueva inversión mantenga la misma durabilidad de los equipos; y finalmente, que los precios de los factores, la tasa de descuento y el progreso técnico neutral sigan una senda apropiada y consistente con el estado estacionario [Feldstein y Rothschild (1974) y Nickell (1975)].

No es de extrañar por tanto que diversos autores hayan cuestionado el realismo del supuesto de proporcionalidad, tanto a largo como a corto plazo. Esta idea de no proporcionalidad encuentra su razón de ser al incluir entre las causas de la depreciación una serie de factores que trascienden el estricto deterioro físico. En primer lugar, existe también un deterioro de raíz económica, la consideración del cual impli-

---

(2) Entre otros Raymond (1986), Segura y Jaumandreu (1987), Jaumandreu (1987), Segura y otros (1989).

ca que la depreciación pasa a determinarse como una decisión económica más, conectada con los costes de mantenimiento de los equipos [Escribá y Ruiz (1994)]. En segundo lugar, el progreso técnico incorporado en la nueva inversión contribuye a generar depreciación por medio de la obsolescencia tecnológica. Finalmente, los cambios estructurales que experimentan las economías a lo largo del tiempo generan también obsolescencia. La consideración de todos o alguno de estos elementos adicionales nos lleva a la conclusión de que ni siquiera para analizar relaciones de largo plazo parece conveniente tratar la tasa de depreciación como una constante.

Podemos resumir las múltiples causas de la depreciación señaladas en el párrafo anterior, y que serán objeto de un análisis pormenorizado en el próximo epígrafe, en el siguiente cuadro:

Cuadro 1: CAUSAS DE LA DEPRECIACIÓN

A. EL DETERIORO	B. LA OBSOLESCENCIA
A.1 FÍSICO ( <i>OUTPUT DECAY</i> )	B.1 TECNOLÓGICA
A.2 ECONÓMICO ( <i>INPUT DECAY</i> )	B.2 ESTRUCTURAL

A continuación, utilizando la serie de depreciación endógena calculada en Escribá y Ruiz (1995)<sup>3</sup>, planteamos un análisis descriptivo de los datos. (Ver Cuadro 2 y Gráfico 1).

El Cuadro 2 recoge los principales estadísticos que pueden arrojar luz sobre la estabilidad/variabilidad de la tasa de inversión bruta, la tasa de crecimiento del stock de capital y la tasa de depreciación. Ninguna de las tres variables parece seguir la trayectoria típica de una situación de estado estacionario. Los valores significativamente distintos de cero del coeficiente de variación confirman este hecho, y son indicativos de la variabilidad que las caracteriza. Además, podemos ver cómo la inestabilidad es mayor en la tasa de crecimiento del *stock* de capital, intermedia en el caso de la tasa de depreciación, y menor en la tasa de inversión bruta. En cambio, este orden se altera al considerar el rango de valores existente entre el máximo y el mínimo de la muestra. Es la tasa de depreciación precisamente la que ha registrado unos valores más extremos, mientras que la inversión bruta se ha mantenido dentro de un margen de variabilidad relativamente acotado. Más llamativo todavía es el estrecho margen temporal existente entre los valores máximo y mínimo de la tasa de depreciación, tan sólo dos años. Por todo ello, los valores anuales de estas tres variables no pueden dejar más clara la conveniencia de evitar cualquier supuesto apriorístico en favor de la constancia de la tasa de depreciación.

(3) En el trabajo citado se calcula una serie del *stock* de capital y la tasa de depreciación económica sin utilizar los supuestos convencionales del método del inventario permanente. Por el contrario, en la medida en que la depreciación es una decisión económica, hacemos intervenir los valores del ratio Q de Tobin medio para la economía española, como un indicador de la rentabilidad empresarial, y calculamos el valor económico del capital corrigiendo el método utilizado en Baily (1981b).

Cuadro 2: ANÁLISIS MUESTRAL COMPARATIVO DE LA TASA DE DEPRECIACIÓN

	IB/K	$\hat{K}$	m		IB/K	$\hat{K}$	m
1964-1990				1964	14,05	0,51	13,60
MEDIA	16,02	4,18	12,41	1965	16,31	2,97	13,79
MAX	19,55	9,46	20,98	1966	17,04	8,11	10,03
MIN	12,18	-2,08	8,49	1967	16,42	4,75	12,35
VAR	3,11	9,21	8,23	1968	16,71	6,32	11,28
C.V.	0,11	0,73	0,23	1969	17,62	9,46	9,45
1964-1973				1970	17,22	7,79	10,51
MEDIA	16,53	6,52	10,90	1971	15,06	6,49	9,37
MAX	18,22	9,46	13,79	1972	16,67	9,36	8,49
MIN	14,05	0,51	8,49	1973	18,22	9,44	10,12
VAR	1,32	8,12	2,97	1974	19,55	-1,80	20,98
C.V.	0,07	0,44	0,16	1975	17,77	4,08	14,35
1974-1979				1976	17,33	1,83	15,80
MEDIA	17,42	1,30	16,29	1977	17,52	-2,08	19,22
MAX	19,55	4,08	20,98	1978	16,82	2,13	15,03
MIN	15,50	-2,08	12,36	1979	15,50	3,65	12,36
VAR	1,45	5,88	8,61	1980	16,02	3,33	13,17
C.V.	0,07	1,86	0,18	1981	15,85	2,64	13,60
1980-1985				1982	14,21	3,74	10,94
MEDIA	14,01	2,50	11,84	1983	13,59	2,55	11,36
MAX	16,02	3,74	13,60	1984	12,18	1,84	10,55
MIN	12,18	0,91	10,55	1985	12,22	0,91	11,42
VAR	2,36	0,87	1,29	1986	13,43	5,24	8,77
C.V.	0,11	0,37	0,10	1987	15,07	5,38	10,38
1974-1985				1988	16,31	3,67	13,19
MEDIA	15,71	1,90	14,06	1989	17,11	5,82	12,15
MAX	19,55	4,08	20,98	1990	16,65	4,65	12,68
MIN	12,18	-2,08	10,55				
VAR	4,81	3,74	9,91				
C.V.	0,14	1,02	0,22				
1986-1990							
MEDIA	15,72	4,95	11,43				
MAX	17,11	5,82	13,19				
MIN	13,43	3,67	8,77				
VAR	1,76	0,55	2,67				
C.V.	0,08	0,15	0,14				

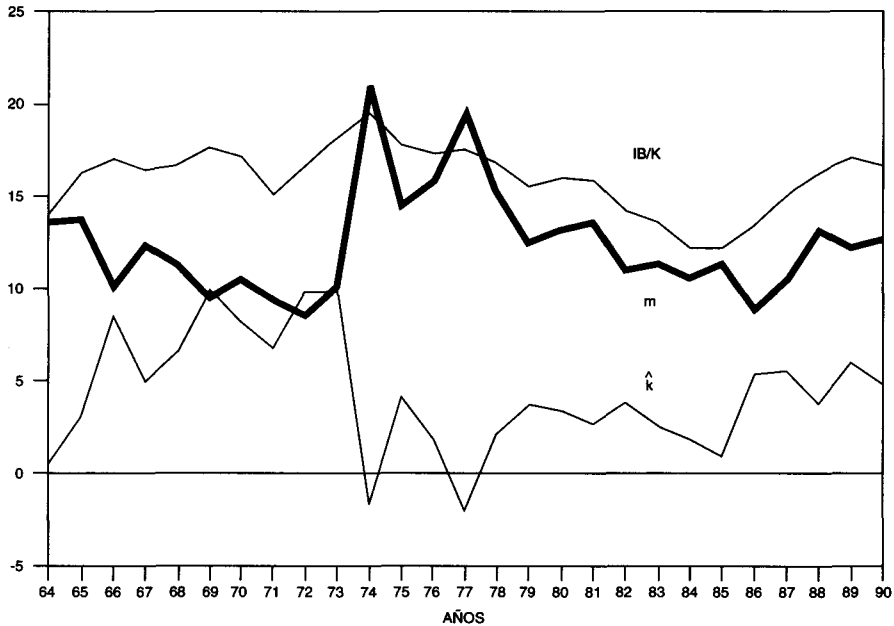
IB/K, tasa de inversión bruta.

$\hat{K}$ , tasa de crecimiento del *stock* de capital.

m, tasa de depreciación.

Fuente: Escrivá y Ruiz (1995).

Gráfico 1: TASA DE INVERSIÓN ( $IB/K$ ), DE CRECIMIENTO DEL CAPITAL ( $\hat{K}$ ) Y DE DEPRECIACIÓN ( $m$ )



Fuente: Escribá y Ruiz (1995).

## 2. LOS DETERMINANTES DE LA DEPRECIACIÓN

Nos proponemos ahora identificar un conjunto de variables que de una manera lo más inequívoca posible representen la influencia que cada una de las causas anteriormente mencionadas ejercen sobre la depreciación. La necesidad de este apartado surge de la imprecisión conceptual que caracteriza los estudios sobre la depreciación, y la justificación última proviene de la escasa literatura de tipo cuantitativo existente en relación a los determinantes de la misma, sobre todo a nivel agregado.

Un primer problema se encuentra en las dificultades para medir la propia variable depreciación. Los estudios empíricos existentes dan buena prueba de ello al trabajar unas veces con la inversión de reposición obtenida de encuestas de opinión empresarial, otras con el consumo de capital fijo que se deriva de los cálculos del *stock* de capital con el método del inventario permanente, y otras con los retiros de equipos productivos que se registran en los estados contables de las empresas.

En general, nos encontramos con una literatura que a lo largo del tiempo ha generado muy pocas hipótesis contrastables. Sin embargo, la polémica abierta en torno al supuesto de una tasa de depreciación constante ha dado lugar a una serie de desarrollos analíticos<sup>4</sup> que han ayudado a clarificar el panorama con respecto a la diversidad y multiplicidad de causas que pueden provocar la depreciación. En el cuadro 1 hemos resumido dichos motivos y a continuación vamos a establecer una correspondencia entre las distintas causas de la depreciación y un conjunto de variables económicas observables, de manera que tengamos una serie de hipótesis contrastables debidamente identificadas.

*Deterioro físico y económico.* El uso de los equipos y el envejecimiento de los mismos acarrea un desgaste en términos de menor *output* por unidad de *input*. La depreciación que de aquí se deriva puede recogerse con una variable de escala que aproxime el tamaño del equipo productivo y consiguientemente la magnitud de la depreciación. Cuanto mayor sea el capital mayor depreciación cabe esperar, pero la propia depreciación es un elemento fundamental en el proceso de determinación del *stock* de capital. Para evitar este problema de endogeneidad se modeliza la tasa de depreciación antes que su volumen, de manera que el papel que debía jugar el *stock* de capital como determinante de la depreciación se transfiere a la constante de proporcionalidad.

Aun cuando la magnitud del capital por sí misma pueda recoger el efecto positivo del deterioro físico sobre la depreciación, es evidente que también la intensidad con que se utilicen los equipos productivos contribuye a incrementar o disminuir la importancia de la depreciación. Una forma de aproximarnos al efecto de la intensidad puede ser por medio de la variable Utilización de la Capacidad Productiva (UCP). Aun cuando un aumento de la depreciación tendría a su vez un efecto positivo sobre la UCP de los equipos que permanecen, en la literatura esta variable se ha utilizado para captar el efecto más general de la demanda sobre la depreciación. Desde este punto de vista lo que parece importante, supuesta la no perfecta maleabilidad del capital *ex-post*, es si las variaciones en el nivel de actividad provocadas por disminuciones en la demanda son transitorias, en cuyo caso se neutralizan con variaciones en la UCP y los efectos sobre la depreciación se orientan hacia un menor deterioro; o bien son permanentes y por lo tanto la influencia sobre la depreciación cae dentro de lo que denominamos obsolescencia, procediendo al retiro de los equipos que se han vuelto obsoletos bajo las nuevas condiciones sostenidas del mercado.

En el contexto de perfecta maleabilidad, el mantenimiento de los equipos obliga a la empresa a asumir una serie de costes adicionales a los de producción, lo que traslada la depreciación al ámbito de las decisiones empresariales. La decisión con respecto al deterioro económico, en presencia de costes de mantenimiento, se toma de tal forma que el ahorro marginal obtenido del último equipo retirado (menores costes de mantenimiento) iguale el coste de oportunidad del mismo, es decir su rentabilidad presente y esperada en el seno de la empresa [Escribá y Ruiz (1994)]. Los gastos de mantenimiento necesarios para sostener la productividad media que en origen poseía un equipo crecerán con el tiempo y estarán constituidos principalmente por costes salariales. Un aumento del salario real hace aumentar los costes de mantenimiento y por

---

(4) Feldstein y Foot (1971), Eisner (1972), Bitros y Kelejian (1974), Feldstein y Rothschild (1974), Nickell (1975), Bosshardt y Mairesse (1980), Lioukas (1980, 1982) y Driver (1986).

tanto la depreciación, consiguientemente cabe esperar una relación positiva entre ambas variables. Para tasas salariales más elevadas los bienes de equipo son reparados en una menor cuantía puesto que su retiro supone un ahorro mayor que cuando los costes de mantenimiento son bajos. Las variaciones en los salarios están estrechamente relacionadas con la naturaleza de los costes de mantenimiento. No ocurre, sin embargo, lo mismo con el tipo de interés. En un contexto *putty-putty*, un aumento del tipo de interés necesariamente aumenta la depreciación, pues reduce el *stock* de capital deseado. Dado un *stock* de capital, la empresa dispone de dos vías discrecionales para reducirlo: un menor volumen de inversión y una mayor tasa de depreciación. No obstante, el efecto del tipo de interés sobre la depreciación no tiene en la literatura<sup>5</sup> un signo inequívoco, lo que apunta hacia la necesidad de trascender el supuesto de maleabilidad perfecta del capital.

*Obsolescencia tecnológica y estructural*<sup>6</sup>. Supone el abandono del supuesto de perfecta maleabilidad. Por ello, este factor determinante de la depreciación ha sido especialmente estudiado en el marco de los modelos de generaciones con un componente *clay ex-post*. La desaparición de las cuasi-rentas que proporcionan los equipos productivos a las empresas son la causa fundamental por la cual los empresarios deciden apartarlos de la producción, de tal forma que el retiro de generaciones completas de bienes de capital antiguas constituye una parte muy significativa, sino la más importante, del volumen total de depreciación. Los equipos quedan instalados con unas características técnicas que no es posible alterar ni siquiera con el paso del tiempo; siendo la propiedad más relevante la productividad media de cada generación, con la cual deberá contar la empresa al tratar de maximizar la rentabilidad. Consiguientemente, al analizar los distintos factores que pueden provocar una reducción en las cuasi-rentas, nos centraremos en aquellos que provocan variaciones en los costes asociados a la utilización de los equipos y variaciones en el precio del *output*.

La inversión bruta es utilizada generalmente como indicador de la obsolescencia tecnológica debido a que la nueva inversión transmite el progreso técnico, es decir, la inversión es el vehículo normal de incorporación del progreso técnico en la economía. Como consecuencia de ello esperaremos una relación positiva entre la inversión bruta y la depreciación. No obstante, tenemos el inconveniente de que la inversión bruta no es un indicador nítido de la relación anterior dado que la inversión es también un importante y volátil componente de la demanda. A este respecto nos apoyamos en Driver (1986) para seleccionar la inversión pasada como determinante de la depreciación, recogiendo la relación positiva entre progreso técnico y obsolescencia.

Por otra parte, como consecuencia de la incorporación del progreso técnico y del aumento en la eficiencia del factor trabajo, los incrementos de productividad acaban desembocando en incrementos salariales. Todas las generaciones pagan el mismo salario y las máquinas más antiguas, con una menor productividad media, se convierten en obsoletas al ser incapaces de cubrir sus costes variables. Los modelos de generaciones *clay-clay* con progreso técnico incorporado, bajo condiciones de estado estacionario, han dejado claramente establecido que el crecimiento de los salarios reales

(5) Feldstein y Foot (1971), Nickell (1975), Lioukas (1980, 1982), Driver (1986).

(6) Esta denominación la debemos a los trabajos de Baily (1981a, 1981b). En el segundo de los trabajos citados, que es donde presenta su modelo *putty-putty*, reserva el término obsolescencia exclusivamente para la depreciación que se deriva de los cambios estructurales.

reduce el tiempo de vida de un equipo productivo al disminuir sus cuasi-rentas<sup>7</sup>. Como consecuencia de esta segunda línea argumental no podemos ignorar que la variable salario real, además de recoger la influencia de los costes de mantenimiento, podría también expresar subsidiariamente la influencia del progreso técnico sobre la depreciación.

La disminución e incluso desaparición de las cuasi-rentas no sólo tiene su origen en el progreso técnico. Los *shocks* de oferta, los cambios en los patrones de la demanda y en las relaciones de competencia internacional y, en general, todos los cambios estructurales generan obsolescencia si los bienes de capital no son lo suficientemente versátiles *ex-post* para adaptarse a la nueva naturaleza de los bienes que se demandan, ni lo suficientemente maleables para alterar la intensidad relativa en el uso de los factores. Es decir, si los bienes de capital son en gran parte *input-específicos* y *output-específicos* los fenómenos mencionados generarán obsolescencia estructural.

En una economía que experimenta progreso técnico, *shocks* de oferta, cambios en los patrones de comercio exterior y de consumo, programas de regulación, etc., se producen cambios estructurales permanentes y no necesariamente de una manera suave y a un ritmo constante. Los desajustes en la producción y en su naturaleza, y los movimientos de recursos entre sectores, están directamente relacionados con las variaciones en la estructura de precios relativos que se agudizan en periodos de excepcionales cambios estructurales. Estos cambios en la estructura de precios relativos son consecuencia de la rigidez estructural de la oferta ante el incremento en los costes de producción y las variaciones en las pautas de consumo.

Una característica de las economías occidentales que aparece indisolublemente asociada a las variaciones en precios relativos durante el periodo analizado es la inflación. Baily (1981b) muestra que los periodos de mayor variabilidad de los precios relativos suelen corresponderse con los de mayores tasas de inflación. Pasinetti (1981), por otro lado, relacionaba las diferencias intersectoriales en el crecimiento de la productividad debidas al progreso técnico, dado un crecimiento más o menos uniforme de los costes de producción (salarios y materias primas), con la elevación del índice general de precios de la economía<sup>8</sup>. Andrés y otros (1990) consideran la tasa de inflación como un buen indicador del aumento de la incertidumbre que envuelve a las transacciones, al darse simultáneamente notables alteraciones de precios relativos e incorporar efectos de carácter fiscal. Por todo ello, cabe esperar una relación positiva entre variabilidad de los precios relativos, elevadas tasas de inflación, y depreciación provocada por la obsolescencia.

Se puede, por consiguiente, establecer una serie de vínculos muy estrechos entre los incrementos salariales, el encarecimiento de las materias primas, la variabilidad de precios relativos, y la fiscalidad, con la tasa de inflación. La inflación protagoniza el

---

(7) Johansen (1959), Phelps (1963), Solow, Tobin, Weizsacker y Yaari (1966), Bliss (1968) y Britto (1969) nos remiten invariablemente a la condición de obsolescencia por medio de la igualación entre el salario real y la productividad media del trabajo. También hemos encontrado repetidamente alusiones a esta condición de obsolescencia en otros trabajos más recientes que hacen de la depreciación, y en especial de la obsolescencia, el objeto principal de su estudio: Feldstein y Rothschild (1974), Nickell (1975), y sobre todo Malcomson (1975).

(8) La tasa de inflación desempeña, según Pasinetti, el papel de válvula de escape para que la resistencia de los precios a la baja no distorsione el cambio en los precios relativos necesario para la eficiencia.



proceso de desaparición de las cuasi-rentas, y de ahí la existencia de obsolescencia, tanto desde el punto de vista tecnológico como estructural. No se trata de afirmar que sea el propio proceso inflacionista el que provoca la obsolescencia sino que, dada la asociación que se experimenta entre éste y el progreso técnico y los cambios estructurales, se puede tomar la tasa de inflación como indicador de los procesos desencadenantes de la depreciación. Consideramos pues que la tasa de inflación, como determinante de la depreciación, constituye un factor globalizador de todos los elementos que presionan desde el lado de la obsolescencia, tanto tecnológica como estructural.

Finalmente, en el marco de los modelos de generaciones sin sustituibilidad *ex-post*, el tipo de interés puede ejercer una influencia sobre la depreciación de signo opuesto a la apuntada anteriormente cuando hablábamos del deterioro económico en un escenario *putty-putty*. Dada la necesaria igualdad entre precio de oferta y precio de demanda en las situaciones de equilibrio, una elevación del tipo de interés debe ir acompañada de una elevación de las cuasi-rentas que restaure la igualdad del precio de demanda con el de oferta, el cual no se vio alterado con la elevación del tipo de interés. La manera más inmediata de conseguir este objetivo es reduciendo el retiro de las generaciones antiguas, estableciéndose con ello una relación negativa entre el tipo de interés y la tasa de depreciación. Nickell (1975) defiende este signo de la relación cuando señala que una elevación de los tipos de interés puede constituir un incentivo al alargamiento de la vida útil de los equipos, al reducir el coste actual de su mantenimiento. Esta relación negativa entre tipo de interés y depreciación también fue remarcada por Driver (1986), quien además apuntaba la conveniencia de trabajar con los niveles del tipo de interés a largo plazo, pues al reconocer que la tasa relevante es la esperada a lo largo del periodo medio de vida de los equipos, no es de esperar que la depreciación responda a los cambios en el tipo de interés de carácter transitorio.

### 3. EL MODELO EMPÍRICO

Proponemos a continuación un contraste econométrico para identificar la contribución de las variables del apartado anterior a la depreciación del capital. Dado el carácter no estacionario de dichas variables, el objetivo se centra en obtener relaciones de cointegración que aseguren la estacionariedad de los residuos. Las estimaciones de los vectores de cointegración se obtienen por el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)<sup>9</sup>. El paso siguiente será obtener una especificación dinámica correspondiente al corto plazo, incorporando los desajustes mínimo cuadráticos del largo plazo como mecanismo de corrección de errores [Engle and Granger (1987) y Dolado *et al.* (1990)].

Podemos expresar la relación entre la depreciación y sus determinantes de una manera genérica por medio de la función *h*. Si introducimos aditivamente un término aleatorio *u*, tendremos:

$$M = h(K, UCP, WR, RN, IB, TP) + u \quad [1]$$

(9) La consistencia de las estimaciones mínimo-cuadráticas de los parámetros de cointegración está garantizada por el teorema de la super-consistencia [Stock (1987)].

Para evitar los problemas que pueden plantearse con la endogeneidad del *stock* de capital planteamos el modelo empírico escribiendo la tasa de depreciación como variable endógena, y expresamos todos sus determinantes en términos de tasas dividiendo por el *stock* de capital.

$$m = H(1, UCP, WRK, RN, TIBC, TP) + \epsilon \quad [2]$$

siendo:

- M : volumen de depreciación;
- K : *stock* de capital;
- IB : volumen de inversión bruta;
- WR: salario real;
- UCP: tasa de utilización de la capacidad productiva;
- RN: tasa de interés a largo plazo;
- TP: tasa de inflación;
- M: tasa de depreciación, (M/K);
- TIBC: tasa de inversión bruta, (IB/K);
- WRK: salario real/*stock* de capital, (WR/K).

La modelización en términos de tasas obedece a un hecho suficientemente reconocido en la literatura por distintos autores. Dado que la perturbación aleatoria  $\epsilon$  recoge el efecto combinado de las variables omitidas, si suponemos que no existen componentes deterministas que afecten de manera sistemática, o por lo menos que estos efectos se autocompensen, el método de los mínimos cuadrados nos ofrece estimaciones eficientes de los parámetros del modelo. En otras palabras, la perturbación aleatoria presenta la estructura de una variable ruido blanco. Con toda probabilidad tenemos que  $\text{var}(u) = \sigma^2 \cdot K^2$ , donde  $u = \epsilon \cdot K$ . Por ello, al dividir por el *stock* de capital estamos obteniendo una perturbación aleatoria  $\epsilon$ , en el modelo a estimar, que es homoscedástica. Es más, a partir de ahora supondremos que  $\epsilon$  se distribuye según una normal con media cero y varianza  $\sigma^2$ , [ $\epsilon \sim N(0, \sigma^2)$ ].

En nuestro modelo suponemos que la función H es lineal. En el caso más general en que todas las variables exógenas cointegren con la tasa de depreciación, podríamos especificar la ecuación 2 de la siguiente forma:

$$m = \Omega_0 + \Omega_1 UCP + \Omega_2 WRK + \Omega_3 RN + \Omega_4 TIBC + \Omega_5 TP + \epsilon \quad [3]$$

siendo el vector  $(1, -\Omega_0, -\Omega_1, -\Omega_2, -\Omega_3, -\Omega_4, -\Omega_5)$  el vector de parámetros de cointegración. El procedimiento que seguimos es el de encontrar primero un vector de cointegración de la menor dimensionalidad posible, para ir añadiendo paulatinamente variables que, además de respetar la propiedad de cointegración<sup>10</sup>, nos ofrezcan el mayor grado posible de varianza explicada.

Con la estimación de algunas relaciones anidadas en el modelo general de la ecuación 3 no pretendemos discriminar entre modelos teóricos alternativos claramente identificados. En la literatura sobre la depreciación tales modelos no existen. No obs-

(10) Los estadísticos que manejamos para contrastar la hipótesis nula de no estacionariedad de los residuos son el Durbin-Watson (CRDW) y el estadístico de Dickey y Fuller (DF y ADF). Los valores obtenidos con el primero se comparan con los computados por Sargan y Bhargava (1983). Los valores críticos para los tests DF y ADF se recogen en Engle y Granger (1987) y Engle y Yoo (1987), según que el número de variables cointegradas sea igual o mayor que dos.

tante, rechazaremos la hipótesis de una tasa de depreciación constante desde el momento en que se encuentre una relación de cointegración entre la tasa de depreciación y alguna de las variables consideradas. Con este enfoque tan general lo que pretendemos es contrastar la significatividad de aquellas variables que, actuando como resortes del deterioro y la obsolescencia, contribuyen a apuntalar el principio de endogeneidad y variabilidad de la tasa de depreciación.

### 3.1 Los determinantes de largo plazo<sup>11</sup>

Los resultados de las pruebas de orden de integrabilidad para las variables del modelo empírico nos muestran que todas ellas son integrables de orden uno,  $I(1)$ <sup>12</sup>.

Cuadro 3: RELACIONES DE COINTEGRACIÓN

	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(J)
CTE <sub>t</sub>	0,075 (7,113)	0,021 (0,159)	0,181 (3,992)	0,094 (4,365)	0,017 (0,464)	0,223 (1,487)	0,197 (4,118)	0,128 (1,934)	
UCP <sub>t</sub>		0,065 (0,398)				-0,046 (-0,29)			
WRK <sub>t</sub>			-1527,3 (-2,40)			-1588,2 (-2,33)	-1504,6 (2,37)	-1302,4 (-1,96)	
RN <sub>t</sub>				-0,187 (-1,02)			-0,173 (1,035)		
TIBC <sub>t</sub>					0,343 (1,684)			0,220 (1,090)	0,433 (7,680)
TP <sub>t</sub>	0,477 (5,089)	0,482 (5,010)	0,541 (6,036)	0,518 (5,080)	0,479 (5,307)	0,541 (5,905)	0,579 (5,996)	0,533 (5,953)	0,491 (5,747)
CRDW	1,820	1,847	1,917	1,900	2,110	1,907	2,029	2,084	2,110
R <sup>2</sup>	0,519	0,522	0,616	0,540	0,572	0,617	0,633	0,635	0,568
$\bar{R}^2$	0,499	0,481	0,582	0,500	0,534	0,565	0,583	0,585	0,550
DW	1,93	1,92	2,02	1,89	1,92	2,02	2,00	2,02	1,91
k	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DF	4,62 (3,67)	4,67 (4,11)	4,96 (4,11)	4,71 (4,11)	5,39 (4,11)	4,96 (4,35)	5,10 (4,35)	5,40 (4,35)	5,41 (4,11)

(11) Las variables utilizadas, correspondientes al sector privado no financiero de la economía española, han sido obtenidas de las siguientes fuentes: la depreciación (M) y el capital (K) de Escribá y Ruiz (1995); la inversión bruta (IB) y el salario real (WR), calculado como el cociente entre la retribución al factor trabajo y la población ocupada, de Escribá y Ruiz (1991); la tasa de utilización de la capacidad productiva (UCP) y el tipo de interés o rendimiento de las obligaciones a largo plazo (RN) de Andrés y otros (1990); la tasa de inflación (TP) se calcula a partir del deflactor del PIB a coste de factores de la Contabilidad Nacional.

(12) Todo el material relativo a los contrastes de orden de integrabilidad [Dickey y Fuller (1981), Dickey y Pantula (1987)], no se incluye por motivos de espacio pero los autores gustosamente lo pondrán a disposición del lector interesado.

Cuadro 4: TEST DICKEY-FULLER AUMENTADO

A D F	K=1	K=2	K=3	K=4
(A)	-3,22	-2,41	-2,27	-2,61
(B)	-3,29	-2,50	-2,41	-2,61
(C)	-3,61	-3,26	-3,04	-3,64
(D)	-3,42	-2,62	-2,42	-2,74
(E)	-3,67	-2,35	-2,07	-2,38
(F)	-3,61	-3,23	-2,94	-3,48
(G)	-3,80	-3,45	-3,07	-3,58
(H)	-3,81	-3,15	-2,91	-3,38
(J)	-3,61	-2,18	-1,84	-2,05

Cuadro 5: TEST AUTOCORRELACIÓN

TEST LM V.C. (0,05)	(2)	(3)	(4)
	5,99	7,81	9,49
(A)	0,18	0,39	0,93
(B)	0,18	0,45	1,28
(C)	0,21	1,14	2,55
(D)	0,27	0,58	1,44
(E)	0,35	0,61	0,82
(F)	0,34	1,26	2,80
(G)	0,54	2,01	3,89
(H)	0,40	1,23	2,50
(J)	0,27	0,72	0,70

Con ello estamos afirmando la no estacionariedad de la tasa de depreciación, pero esta conclusión está totalmente condicionada por el periodo muestral que se está analizando, pues a largo plazo no es sostenible una tasa de depreciación con tendencia. Los resultados de las pruebas de cointegración los resumimos en los cuadros 3-5.

Tomando la tasa de depreciación y el resto de las variables de la ecuación 3 de una en una, solamente ha sido posible encontrar un vector de cointegración para la tasa de inflación (TP). Los parámetros de este vector junto con el valor de los principales estadísticos, se recogen en la columna correspondiente a la regresión (A). Este resultado nos indica, ya de entrada, la enorme importancia de la tasa de inflación como determinante de la depreciación; por sí sola permite explicar un 52% de la varianza de

la tasa de depreciación. Además, la significatividad individual expresada por el estadístico t-student, apunta hacia un claro rechazo de la hipótesis de una tasa de depreciación constante. La magnitud del efecto inflación en la determinación de la tasa de depreciación pone de relieve que, aparte de la justa relevancia que hay que conceder al deterioro como causa de la depreciación, en España la obsolescencia de las estructuras productivas heredadas del pasado constituye la causa principal de la depreciación que se ha venido experimentando durante los años setenta y ochenta.

En esta primera regresión el valor del coeficiente de determinación resulta algo más bajo de lo que sería deseable, especialmente si se tiene en cuenta que se está trabajando con una muestra pequeña y que los sesgos que de esta limitación se derivan podrían llevarnos a interpretar que el valor estimado de los coeficientes está sesgado en un 50% aproximadamente<sup>13</sup>. Esta apreciación por una parte, pero también la voluntad de contrastar hipótesis conjuntas sobre la significatividad de otras causas y determinantes de la depreciación, es lo que nos lleva a tratar de encontrar un nuevo vector de cointegración que incluya una tercera variable de entre las consideradas anteriormente. Las regresiones (B)-(J) representan el esfuerzo hecho en esta dirección.

La regresión (B) nos pone de manifiesto que la variable UCP no aporta apenas capacidad explicativa. Los resultados no nos permiten concluir a favor de ninguna de las opiniones enfrentadas con que los distintos investigadores pretendían justificar el papel de la UCP en la explicación de la tasa de depreciación. La regresión (C) considera la incorporación de la variable tasa salarial (WRK) a la relación de cointegración. Los resultados que ofrece son plenamente satisfactorios: aumenta la varianza explicada por la regresión diez puntos porcentuales, los tests CRDW y DF rechazan la hipótesis de no estacionariedad de los residuos, y el valor  $R^2$  igual a 0,62 reduce el sesgo de las estimaciones de los coeficientes del 50% al 40% aproximadamente<sup>14</sup>. Aquí llama la atención el signo negativo del coeficiente estimado para WRK. Cuanto más elevados sean los salarios, y menor la rentabilidad empresarial, menores serán los incentivos para que las empresas reparen los equipos viejos, generando con ello una mayor depreciación. Contrariamente a esta intuición, nuestros datos arrojan una relación negativa entre salarios corrientes y tasa de depreciación. Solamente desde la perspectiva de las tecnologías *putty-clay*, es posible interpretar de una manera satisfactoria esta relación negativa. Dada la existencia de irreversibilidad las empresas deben anticipar el futuro, en este contexto salarios crecientes se pueden tomar como referente de las expectativas de mayores incrementos futuros, entonces es posible que las empresas anticipen la reparación y mantenimiento de los equipos deteriorados y con ello reduzcan la depreciación.

Con las regresiones (D) y (E) se prueban las variables tipo de interés (RN) y tasa de inversión bruta (TIBC) respectivamente. Ninguna de estas variables parece relevante tomadas individualmente, y las ganancias en cuanto a varianza explicada apenas si son significativas. Las restantes regresiones del cuadro 3 corresponden a dos líneas de avance en la búsqueda de una relación de largo plazo para la tasa de depreciación.

(13) De acuerdo con Banerjee *et al.* (1986) las estimaciones minimocuadráticas de los parámetros de cointegración compensan la rápida convergencia a los verdaderos valores, con un sesgo en las muestras pequeñas que en ciertos casos puede ser del orden del  $1-R^2$ .

(14) Resulta interesante comprobar cómo, al comparar las regresiones (A) y (C), paralelamente a la reducción del sesgo de Banerjee se experimenta un aumento en los valores de los coeficientes estimados.

La primera continúa la estrategia de añadir variables adicionales, regresiones (F)-(H); y la segunda se concentra en los efectos de la obsolescencia, regresiones (E) y (J). Solamente en el caso de la regresión (J) se consiguen mejorar significativamente los resultados. Esta, al eliminar la constante de regresión manteniendo como variables explicativas la tasa de inversión (TIBC) y la tasa de inflación (TP), nos ofrece una imagen de la depreciación explicada exclusivamente por elementos representativos del fenómeno de la obsolescencia. La elección final, pues, se establece entre las especificaciones (C) y (J). No obstante, los valores de los estadísticos estudiados no parece que decanten la elección de una manera clara, resultando de ello la necesidad de encontrar un criterio alternativo para poder discriminar. Este criterio podría ser el de la mejor especificación dinámica del modelo corrector de error correspondiente a cada uno de los modelos de largo plazo que acabamos de preseleccionar.

### 3.2. *Análisis dinámico*

Al abordar la especificación dinámica de la relación entre la tasa de depreciación y sus determinantes, la primera diferencia de la tasa de depreciación se regresa con respecto a su primer retardo, a las diferencias contemporáneas y retardadas de las variables explicativas presentes en la ecuación de cointegración, otras variables exógenas que sean  $I(0)$  y una combinación lineal formada por las variables cointegrantes, en niveles, que recoge los errores cometidos en el pasado. La estimación de la relación dinámica se realiza simultáneamente aplicando MCO en una sola etapa, para lo cual se incorpora la relación de las variables de cointegración con un retardo entre los regresores del modelo dinámico; y también utilizando el método de las dos etapas, en cuyo caso el término de error de la segunda etapa corresponde a los errores estimados en la cointegración. En el cuadro 6, columnas (I) y (II), se aplican uno y otro método, respectivamente, para la relación de cointegración (C) del cuadro 3. En el cuadro 7, columnas (III) y (IV), se replica el ejercicio anterior para la relación de cointegración (J). En los cuadros 8 y 9 se ofrecen los valores de los distintos contrastes de especificación. En el primero se analiza la existencia de autocorrelación y heteroscedasticidad, en el segundo se ofrecen los contrastes de predicción post-muestral y de estabilidad estructural.

Dos hechos son remarcables en los resultados del cuadro 6. Por una parte la significatividad de los coeficientes dinámicos del primer retardo de los salarios y del segundo retardo de la inversión. Por otra parte, los coeficientes de largo plazo estimados por el procedimiento de una sola etapa parecen reproducir bastante bien los coeficientes que se estiman en la relación de cointegración, pues los valores de la estimación conjunta difieren en menos de un diez por ciento de los parámetros estimados en la regresión (C) del cuadro 3.

En el cuadro 7 se caracteriza una relación dinámica con un efecto salarios y tipo de interés que solo actúan en el corto plazo, pues en la relación de cointegración (J) dichas variables no aparecen. Las estimaciones (III) y (IV), por el método de una sola etapa y de dos etapas respectivamente, ponen de manifiesto la elevada significatividad de estas dos variables. En el caso concreto de la estimación en una sola etapa se puede observar que la estimación eficiente de los parámetros de cointegración se obtiene con una elevada significatividad individual, pero se aprecia un sesgo relativamente importante en los valores de los coeficientes estimados. Ambos, tanto el de (TIBC) como el de (TP), son un 50% más elevados que en la relación de cointegración (J) del cuadro 3.

Por lo que respecta a los cuadros 8 y 9, los tests de autocorrelación, heteroscedasticidad y estabilidad estructural resultan concluyentes en todos los casos, acep-

Cuadro 6: ANÁLISIS DINÁMICO (1)

(1 - L) m	(I)	(II)
Constante		-0,0015 (-0,56)
{m <sub>t-1</sub> + 0,1812 - 1631,3 WRK <sub>t-1</sub> + 0,59 TP <sub>t-1</sub> } (2,38) (-1,90) (3,10)	-0,72 (-2,94)	
Z <sub>t-1</sub>		-0,751 (-3,50)
(1 - L) m <sub>t-1</sub>	0,295 (2,015)	0,310 (2,364)
(1 - L) TP <sub>t</sub>	0,452 (5,635)	0,446 (6,007)
(1 - L) WRK <sub>t</sub>	-4306,2 (-2,91)	-3973,7 (-3,68)
(1 - L) WRK <sub>t-1</sub>	2380,4 (1,871)	2553,7 (2,454)
(1 - L) TIBC <sub>t-2</sub>	0,461 (1, 850)	0,469 (2,085)
(1 - L) RN <sub>t</sub>	-0,452 (-5,63)	-0,446 (-6,01)
DW	2,34	2,33
R <sup>2</sup>	0,889	0,888
$\bar{R}^2$	0,830	0,849
SEE	0,013	0,013

tándose de una manera inequívoca las respectivas hipótesis nulas. Sin embargo, los modelos (I) y (II) presentan un mayor poder predictivo que los modelos (III) y (IV).

En consecuencia, nos decantamos por los resultados del cuadro 6, los cuales nos muestran que la dinámica de corto plazo refuerza la interpretación que hacíamos anteriormente sobre los determinantes de la depreciación, resaltando la importancia del deterioro económico y, sobre todo, la obsolescencia. No ha sido posible encontrar una significatividad estadística relevante para la primera diferencia de la variable UCP que justificase su inclusión, de aquí deducimos que el papel de la demanda es secundario en la determinación dinámica de la tasa de depreciación, al igual que ocurría en la especificación de largo plazo.

Resulta interesante comprobar una cierta diferenciación temporal en la influencia de los distintos tipos de obsolescencia, la estructural y la tecnológica. La significatividad de la primera diferencia de la tasa de inflación sin ningún desfase apunta a que los cambios estructurales afectan a la tasa de depreciación de una manera inmediata, es decir, impactan sobre las estructuras productivas heredadas del pasado provocando la obsolescencia inmediata de aquellos equipos y plantas de producción poco maleables y con escasa versatilidad *ex-post*. En cambio, el desfase de dos periodos encontrado

Cuadro 7. ANÁLISIS DINÁMICO (2)

(1 - L) $m_t$	(III)	(IV)
Constante	0,0371 (-1,37)	0,0023 (-0,87)
{ $m_{-1} + 0,686 TIBC_{-1} + 0,623 TP_{-1}$ }	-0,61 (-2,62)	
(2,69) (3,22)		
$Z_{t-1}$		-0,720 (-3,31)
(1 - L) $m_{t-1}$	0,220 (1,853)	0,261 (2,288)
(1 - L) $TP_t$	0,452 (5,636)	0,447 (5,714)
(1 - L) $WRK_t$	-4677,5 (-4,15)	-3824,3 (-4,34)
(1 - L) $RN_t$	-0,452 (-5,64)	-0,447 (-5,71)
DW	2,30	2,15
$R^2$	0,877	0,864
$\hat{R}^2$	0,836	0,837
SEE	0,013	0,013

en la primera diferencia de la tasa de inversión bruta parece indicarnos que la incorporación del progreso técnico solo se manifiesta en una mayor obsolescencia tecnológica después de transcurrido un periodo mínimo de dos años.

Por otra parte, la significatividad de la primera diferencia de la tasa salarial, tanto en valores corrientes como retardados un periodo, requieren un tratamiento diferenciado. El signo positivo de las variaciones retardadas un periodo debe interpretarse conjuntamente con el efecto apuntado para la tasa de inversión bruta. La incorporación del progreso técnico tiene una de sus primeras manifestaciones en los incrementos salariales que acompañan al aumento en la productividad del factor trabajo. Dados los valores de la productividad media de las máquinas de cada generación, los incrementos salariales generalizados contribuyen a reducir las cuasi-rentas, provocando con ello la obsolescencia económica de los equipos con una menor productividad. En cambio, el signo negativo de las variaciones corrientes en los salarios reales debe interpretarse en función del papel de las expectativas de mayores tasas salariales futuras. En estas circunstancias las empresas esperan mayores costes de mantenimiento de los equipos en el futuro y por lo tanto encuentran el incentivo necesario para anticipar las reparaciones o, en cualquier caso, para no postergarlas a periodos venideros. En un marco con tecnología *putty-clay* estos incrementos salariales acarrearán una menor depreciación por el motivo expuesto del deterioro económico. Tanto en la regresión (I) como en la (II) del cuadro 6 el efecto contemporáneo de los salarios, con signo negativo, domina sobre el efecto retardado, con lo cual a largo plazo es lógico que se obser-



Cuadro 8: TESTS AUTOCORRELACIÓN Y HETEROSCEDASTICIDAD

T	(I) 24	(II) 24	(III) 25	(IV) 25	V,C, (0,05)
Q ( 2 )	1,20	1,21	1,30	0,88	( 5,99 )
Q ( 3 )	5,00	4,79	4,77	3,03	( 7,81 )
Q(4)	5,37	5,03	5,01	3,08	( 9,49 )
Q ( 8 )	8,68	8,65	8,48	6,09	(15,51 )
H	1,19	1,06	0,92	0,45	(1,96)
LM(2)	5,06	4,57	1,41	1,24	(5,99)
LM( 3 )	7,26	6,90	5,79	2,73	(7,81)
LM ( 4 )	7,53	6,67	6,33	2,75	(9,49)
ARCH(1)	2,32	2,12	1,58	1,60	(3,84)

Cuadro 9: TEST PREDICCIÓN (PPT) Y ESTABILIDAD (CHOW)

PPT	(I)	(II)	(III)	(IV)	(0,05)
19 90	0,09	0,08	0,08	0,20	( 3,84 )
89-90	0,26	0,25	1,54	1, 5 2	( 5,99 )
88-90	0,27	0,27	2,33	2,05	( 7,81 )
87-90	0,35	0,31	2,33	2,09	( 9,49 )
86-90	2,84	2,91	4,31	4, 88	(11,07 )
CHOW	1967-79 1980-90 (0,05)	1,37 (3,14)	1967-79 1980-90 (0,05)	1,17 (2,96)	

ve el coeficiente negativo en la relación de cointegración con un valor que aproximadamente se corresponde con la suma de los dos coeficientes de corto plazo.

Finalmente, en relación a la variable tipo de interés se constata para todos los casos que el signo es siempre negativo, en línea con lo apuntado anteriormente para tecnologías en las cuales no existe maleabilidad perfecta del capital. Este signo podría interpretarse de hecho como una prueba en contra del supuesto tecnológico *putty-putty*, dado que solamente bajo esta hipótesis, y recogiendo exclusivamente el efecto del deterioro económico, la relación entre tipo de interés y tasa de depreciación sería positiva.

#### 4. CONCLUSIONES

En este trabajo, al estimar los coeficientes de un modelo empírico para la tasa de depreciación en España durante el periodo 1964-1990, se confirma que la depreciación se debe a una cada vez mayor obsolescencia. Los niveles elevados de infla-

ción que experimentó la economía española durante el periodo analizado, no reflejan sino la magnitud de las convulsiones sufridas por nuestra economía, y a las cuales se enfrentó con una infraestructura productiva caracterizada por una endeblez estructural muy acusada.

Las empresas españolas han encontrado algunos incentivos para *mantener* los bienes de capital por medio de la reparación continuada, haciendo frente al deterioro y alargando con ello el periodo medio de vida de los equipos productivos, pero los importantes cambios estructurales padecidos durante las dos últimas décadas, añadidos a la presión establecida por el flujo de innovaciones que se incorporaron a los procesos productivos, acabaron provocando un efecto de signo contrario mucho más efectivo y contundente: la obsolescencia generalizada de equipos productivos. El papel jugado por la obsolescencia es fundamental para interpretar las elevadas tasas de depreciación de la década de los setenta y la primera mitad de los ochenta.

Algunos ejercicios circunscritos a la industria española<sup>15</sup> destacan una serie de factores característicos de la crisis de los setenta, que encuentran una perfecta ubicación en nuestro esquema interpretativo de la depreciación del capital para el sector privado no financiero de la economía española durante ese periodo: la inadecuación de las estructuras productivas, tanto en su composición como en su localización, a las nuevas condiciones económicas y a la división internacional del trabajo; los desplazamientos relativos de la demanda perjudicando claramente a los sectores cuya competitividad depende en gran parte de la continencia salarial; las insuficiencias históricas, de dimensión y tecnológicas, en la empresa española; etc. Factores todos ellos que contribuyen a explicar la magnitud y el alcance de los cambios estructurales experimentados.

El periodo 1974-1984 fue a todas luces dramático para la economía española. El paro, la elevadas tasas de inflación, la atonía inversora, y la disminución en la tasa de crecimiento del PIB, configuraron una situación económica que rompió claramente con la senda marcada desde los primeros años sesenta. Los años de crisis supusieron para la economía española una experiencia de reestructuración continuada, y no es de extrañar que si hay una variable que ha jugado un protagonismo especial en la explicación de la depreciación, ésta es la tasa de inflación como *proxy* del cambio estructural. En este periodo hubo una fuerte destrucción de capital que no recogen las estadísticas oficiales, y que pone en entredicho la utilización de unas tasas de depreciación *normales* como las utilizadas en la mayor parte de los trabajos empíricos realizados sobre este tema. Apoyándonos en nuestros resultados podemos afirmar que la causa más importante de esta depreciación de gran alcance fue la obsolescencia, estructural y tecnológica, por encima del simple deterioro. Un dato tan burdo como el número de empresas que se declararon en quiebra o en suspensión de pagos es más ilustrativo de lo que aconteció en este periodo que cualquier serie del *stock* de capital prolongada desde los años sesenta con los datos oficiales de consumo de capital fijo y de inversión.



(15) Véase Segura y otros (1989).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrés, J., A. Escribano, C. Molinas y D. Taguas (1990): *La Inversión en España. Econometría con Restricciones de Equilibrio*, Antoni Bosch ed. e Instituto de Estudios Fiscales, Barcelona y Madrid.
- Baily, N.M. (1981a): "The Productivity Growth Slowdown and Capital Accumulation", *AEA Papers and Proceedings*, vol. 71, n.º 2, May, págs. 326-331.
- Baily, N.M. (1981b): "Productivity and the Services of Capital and Labor", *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, págs. 1-65.
- Banerjee, A., J.J. Dolado, D.F. Hendry and G. Smith (1986): "Exploring Equilibrium Relationships in Econometrics Through Static Models: Some Monte-Carlo Evidence", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 48, 3, págs. 253-277.
- Bitros, G.C. and H.H. Kelejian (1974): "On the Variability of the Replacement Investment Capital Stock Ratio: some Evidence from Capital Scrappage", *The Review of Economics and Statistics*, 56, August, págs. 270-278.
- Bliss, C.J. (1968): "On Putty-Clay", *Review of Economic Studies*, 35 (2), n.º 102, págs. 105-132.
- Bosshardt, M.O. et J. Mairesse (1980): "Le Comportement de Déclassement des Entreprises: quelques Estimations", *Annales de l'INSEE*, n.º 38-39, págs. 207-235
- Britto, R. (1969): "On Putty-Clay: A Comment", *Review of Economic Studies*, págs. 395-398.
- Dickey, D.A. and W.A. Fuller (1981): "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Econometrica*, vol. 49, n.º 4, July, págs. 1057-1072.
- Dickey, D.A. and S. G. Pantula (1987): "Determining the Order of Differencing in Autoregressive Processes", *Journal of Business and Economic Statistics*, October, págs. 455-461.
- Dolado, J.J., T. Jenkinson and S. Sosvilla (1990): "Cointegration and Unit Roots: a Survey", *Banco de España*, Documento de Trabajo.
- Driver, C. (1986): "The Scrapping Behaviour of Concentrated and Non-concentrated Industries in the UK", *Applied Economics*, 18, págs. 249-263.
- Eisner, R. (1972): "Components of Capital Expenditures: Replacement and Modernization versus Expansion", *The Review of Economics and Statistics*, 54, August, págs. 297-305.
- Engle, R.F. and C. W. J. Granger (1987): "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing", *Econometrica*, 55, n.º 2, págs. 251-276.
- Engle, R.F. and B. S. Yoo (1987): "Forecasting and Testing in Co-Integrated Systems", *Journal of Econometrics*, 35, págs. 143-159.
- Escribá, F.J. y J.R. Ruiz (1991): "Inversión, Capital y Beneficios en el Sector Endógeno de la Economía Española (1964-1990)". Quadern de Treball 213. *Facultad de Ciències Econòmiques i Empresariales*, Universitat de València. Diciembre.
- Escribá, F.J. y J.R. Ruiz (1994): "Endogenous Depreciation in a Putty-Putty Production Model". Discussion Paper DP-IRES 9423. *Institut de Recherches Economiques et Sociales*, Université Catholique de Louvain.
- Escribá, F.J. y J.R. Ruiz (1995): "Economic Measurement of Capital and Profitability", *Recherches Economiques de Louvain*, vol. 61, num. 2, págs. 433-459.
- Feldstein, M.S. and D.K. Foot (1971): "The other Half of Gross Investment: Replacement and Modernization Expenditures", *The Review of Economics and Statistics*, 53, February, págs. 49-58.
- Feldstein, M.S. and M. Rothschild (1974): "Towards an Economic Theory of Replacement Investment", *Econometrica*, vol. 42, n.º 3, May, págs. 393-423.
- Jaumandreu, J. (1987): "Producción, Empleo, Cambio Técnico y Costes Relativos en la Industria Española, 1964-1985", *Investigaciones Económicas*, Segunda Epoca, vol. 11, n.º 3, págs. 427-461.

- Johansen, L. (1959): "Substitution versus Fixed Production Coefficients in the Theory of Economic Growth: A Synthesis", *Econometrica*, vol. 27, n.º 2, April, págs. 157- 176.
- Lioukas, S.K. (1980): "Factors Affecting Capital Retirement: Evidence from Capacity Decommissioning Plans in a Publicly Owned Corporation", *The Journal of Industrial Economics*, vol. 28, n.º 3, págs. 241-254.
- Lioukas, S.K. (1982): "The Cyclical Behaviour of Capital Retirement: some new Evidence", *Applied Economics*, 14, págs. 73-79.
- Malcomson, J.M. (1975): "Replacement and the Rental Value of Capital Equipment subject to Obsolescence", *Journal of Economic Theory*, 10 (1), págs. 24-41.
- Nickell, S. (1975): "A Closer Look at Replacement Investment", *Journal of Economic Theory*, 10, págs. 54-88.
- Pasinetti, L. (1981): *Structural Change and Economic Growth*. Cambridge University Press, Ed. Cast.: Ediciones Pirámide, Madrid, 1985.
- Phelps, E. (1963): "Substitution, Fixed Proportions, Growth and Distribution", *International Economic Review*, vol. 4, n.º 3, September, págs. 265-287.
- Raymond, J.L. (1986): "¿Existen Barreras Estructurales al Crecimiento de la Economía Española?", *Papeles de Economía Española*, 26, págs. 197- 199.
- Sanghamitra Das (1990): "A Micro Econometric Model of Capital Utilization and Retirement", *National Bureau of Economic Research, Working Paper n.º 3568*. December.
- Sargan, J.D. and A. Bhargava (1983): "Testing Residuals from Least Squares Regression for being generated by the Gaussian Random Walk", *Econometrica*, vol. 51, n.º 1, January, págs. 153-174.
- Segura, J. y J. Jaumandreu (1987): "Algunos resultados recientes sobre la importancia del Cambio Técnico en la Industria Española", *Cuadernos Economicos de I.C.E.*, 3, págs. 71-79.
- Segura, J., C. Martín, J.L. Romero, J. C. Fariñas, J. Jaumandreu, G. Mato, C. Jiménez, A. Martín y L. Moreno (1989): *La Industria Española en Crisis 1978-1984*, Alianza Editorial S. A., Madrid.
- Solow, R.M., J. Tobin, C.C. Weizsacker and M. Yaari (1966): "Neoclassical Growth with Fixed Factor Proportions", *Review of Economic Studies*, 33 (2), April, págs. 79-115.
- Stock, J.H. (1987): "Asymptotic properties of Least Squares Estimators of Cointegrating Vectors", *Econometrica*, vol. 55, n.º 5, September, págs. 1035-1056.
- Wan, H.Y., Jr. (1971): *Economic Growth*, Harcourt Brace Jovanovich, inc. Ed. Cast.: Vicens Vives, Barcelona, 1975.

*Fecha de recepción del original: Febrero, 1995*  
*Versión final: Noviembre, 1995*

#### ABSTRACT

In this paper we analyze the determinants of capital depreciation, from a quantitative point of view, with an application to the Spanish economy. In the light of the scarce literature on this subject, we formulate some testable hypothesis in identifying a set of economic variables which grasp the impact of the different factors influencing such depreciation. The empirical results show that obsolescence, in both technological and structural senses, is the main factor explaining the severe capital destruction experienced, from the mid-seventies up to the mid-eighties, in the private non-financial sector of the Spanish economy.

*Keywords:* depreciation, obsolescence, endogenous capital, cointegration.