

## CAPITULO 12. PERFILES EDAD-PRECIO Y DEPRECIACIÓN

En este documento, el consumo de capital fijo o la depreciación han sido definidos como la pérdida del valor de un activo debido al deterioro físico (desgaste), y debido a la obsolescencia normal. La depreciación es un concepto de valor, ha de ser distinguido de los conceptos cuantitativos tales como la función edad-eficiencia que captura las pérdidas en la eficiencia productiva de un activo. Existen varias maneras de determinar los parámetros de la depreciación. Ellos incluyen:

- Empezar con la información empírica acerca de la vida útil de los activos, y hacer un supuesto adicional acerca de la forma funcional del patrón de la depreciación. Los diferentes enfoques para evaluar las vidas útiles empíricamente son descritos en la Sección 13.1;
- Uso de la información sobre la depreciación implícita en los precios de los activos usados y explotarla econométricamente;
- Derivar los patrones de la edad-precio y la depreciación a partir de los perfiles edad-eficiencia;
- Usar el enfoque de la función producción y estimar las tasas de depreciación econométricamente.

Los primeros dos métodos son por mucho los más comunes y serán descritos con algún detalle abajo. El enfoque de la función producción será descrito muy sucintamente.

### 12.1. Formas funcionales del patrón de depreciación

**Modelo de depreciación de línea recta.** Un modelo común de la depreciación es el modelo de línea recta. Dada una vida útil de un activo duradero, el perfil edad-precio del activo sigue un patrón de declinación lineal:

$$(10) \quad p_n/p_0 = 1-n/T; \quad n = 0, 1, \dots, T.$$

La pérdida del valor del activo entre dos rendimientos consecutivos es un monto constante ( $1/T$ ) del valor inicial del activo:  $p_n - p_{n+1} = 1/T$ . El perfil edad-precio traduce directamente en una secuencia las tasas de depreciación,  $\{\delta_n\}$ , definidas como la pérdida porcentual en el valor del activo debido al envejecimiento o  $\delta_n = 1 - p_{n+1}/p_n$  tal que  $\delta_n = 1/(T-n)$ . Considere el precio del costo del usuario de un nuevo activo bajo una depreciación lineal. La expresión simplificada es:

$$(11) \quad c_n = p_n(r^* - \delta_n) \\ = p_n[r^*(1-n/T) - (p_n - p_{n+1})/p_n] \\ = p_n r^*(1-n/T) + p_0/T$$

Bajo la depreciación lineal, este término del costo del usuario no se vuelve cero conforme la vida útil del activo termina, esto es cuando  $n$  se acerca a  $T$ . Esto implica un caso implausible, a saber, el valor positivo del servicios de capital no tiene valor.

El perfil edad-precio (10) ha sido definido para un solo activo. Para aplicaciones prácticas, se tiene que hacer una reserva para la distribución de retiro. La transformación del perfil edad-precio para un solo activo a un perfil combinado edad-precio/retiro para una cohorte entera es descrito en la Sección 13.3.

**Modelo de depreciación geométrico o de balance decreciente.** Otro modelo común es la depreciación geométrica o de balance decreciente. Diewert (2005a) encontró que este enfoque de fecha atrás hasta Matheson (1910). Como se mencionó antes, este método es computacionalmente simple; ha sido usado en gran número de estudios económicos (ver Jorgenson 1995, 1996 para una muestra de documentos influyentes) y a sido adoptado también gradualmente por los institutos de estadística, entre ellos el BEA de EE.UU. el modelo geométrico de depreciación  $\delta$  (para una aplicación inicial ver Jorgenson y Griliches 1967) es caracterizado por

$$(12) \quad p_n/p_0 = (1 - \delta)^n; \quad n = 0, 1,$$

La independencia de esta tasa de depreciación de la edad del activo genera una fórmula del costo del usuario particularmente conveniente. Los costos del usuario son proporcionales a los precios de los activos y en general, el factor de proporcionalidad comprende las tasas de retorno, de depreciación y la revaloración dependen del año del activo porque la tasa de depreciación es dependiente de la edad. Bajo el modelo geométrico, el factor de proporcionalidad se vuelve independiente del año del activo. Una importante implicación es que el valor de la depreciación no tiene que ser calculado separadamente para cada año pero es obtenido directamente por la aplicación de la tasa de depreciación al stock de capital neto. Además, el stock de capital productivo y el stock de capital neto coinciden en el caso de las tasas geométricas porque los perfiles edad-precio y edad-eficiencia coinciden.

Otra característica de las tasas geométricas es que ellas típicamente combinan el perfil edad-precio y de retiro para una cohorte de activos. Como se ha mostrado en la Sección 13.3 varios perfiles edad-precio para activos individuales, cuando son combinados con perfiles de retiro para cohortes enteras, generan perfiles que son más o menos convexos al origen así que el modelo geométrico puede ser usado como una aproximación al patrón combinado edad-precio/retiro. Alternativamente, cuando la información de los precios de los activos de segunda mano es usada para estimar las tasas geométricas econométricamente, un ajuste específico es hecho para tomar en cuenta los patrones de retiro y por el hecho de que los precios observados son sólo precios de los activos sobrevivientes (ver siguiente Sección).

En la ausencia de estimaciones econométricas de las tasa de depreciación geométricas,  $\delta$  ha sido estimada algunas veces con el método del balance decreciente y con base en la información acerca de la vida útil promedio de un grupo de activos. Hulten Y Wykoff (1996) hicieron la siguiente sugerencia para convertir una vida útil promedio de una cohorte,  $T^A$ , en una tasa de depreciación. Ellos proponen un procedimiento en dos pasos basado en la fórmula del balance decreciente  $\delta = R/T^A$  donde  $R$  es una tasa del balance decreciente. Bajo la fórmula del doble balance decreciente,  $R$  es dada igual a 2, pero generalmente es preferible turnar los resultados empíricos para la forma del patrón geométrico de la depreciación. Hulten y Wykoff, en sus estudios empíricos encontraron un valor promedio de  $R$  que es menor a 2. Sus resultados sirvieron como base para las tasas de la depreciación geométrica usadas por el BEA (ver Frumeni 1997)<sup>23</sup>. Baldwin et al (2007), por otra parte, reporta estimaciones econométricas de las tasas del balance decreciente en un rango entre 2 y 3.

Sobre todo, los parámetros de los modelos geométricos de la depreciación se derivan mejor con los estudios econométricos de los precios de los activos usados. Aunque la base empírica no es muy amplia,

<sup>23</sup> El BEA usa la tasa del saldo decreciente de 1.65 para la mayoría de la maquinaria y equipo y una tasa de 0.91 para las estructuras no residenciales, basada en Hulten y Wykoff (1981) y Wykoff y Hulten (1979).

estos resultados proveen mucho mejores cimientos para la estimación de la depreciación que los simples supuestos. Los principios de dichos estudios son descritos abajo.

## 12.2. Estimaciones empíricas de los perfiles edad-precio de los activos usados

### 12.2.1. Concepto

Los estudios econométricos de la depreciación usan las observaciones de los precios de los activos nuevos y usados por varios periodos (para una muestra más extensa de los estudios de la depreciación ver Jorgenson 1996). La mayoría de los enfoques pueden ser trazados hasta el trabajo de Hall (1971) quien estableció un modelo econométrico para las funciones de precios anuales. El principal trabajo empírico en este campo fue conducido por Hulten y Wykoff (1981). Ejemplos de trabajos más recientes son Oliner (1993), Geske, Ramsey y Shapiro (2007), y Doms, Dunn, Oliner y Sichel (2004). En forma amplificada estos modelos pueden caracterizarse como sigue.

$$(13) \quad \ln P^{n,v,t} = a + \beta D_n + \gamma D_v + \mu D_t + \varepsilon$$

Las observaciones en los precios de una clase particular de activos se distinguen por la edad  $n$  del bien de capital, por su año (p.e. un modelo en particular, descrito por un conjunto de características  $v$ ) y por el tiempo de compra  $t$ . El coeficiente  $\mu$  en esta regresión resultará en una estimación del cambio en el precio promedio de la clase de activos bajo consideración, mientras que controlar la edad y las características de los modelos en la muestra. En otras palabras,  $\mu$  es una estimación del índice de precios constantes-calidad para los nuevos activos, con mucho el tipo el tipo de índice discutido en el contexto de la deflatación del gasto de inversión como primera etapa hacia la construcción de las medidas de los stocks de capital.

El coeficiente  $\beta$ , adjunto a la variable edad, representa el cambio porcentual en los precios cuando el activo se mueve por una unidad, quedando las características y el tiempo constantes. El efecto económico medido por  $\beta$  captura lo que ha sido etiquetado como “degradencia” por algunos autores (ver Triplett 1998 para una discusión), p.e. la pérdida en el valor debido al desgaste por el uso de un bien de capital conforme envejece. Este es un efecto puro de la edad en el sentido de que es medido mientras las características de calidad se mantienen constantes.  $\beta$  es también un parámetro capaz de captar el efecto “limones”, identificado primero por Akerlof (1970). El comercio de los activos usados es a descuento cuando los compradores no pueden evaluar la calidad de los bienes ofrecidos a la venta cuando ellos asumen que los vendedores intentan vender bienes deficientes.

Este problema ha sido discutido también por Hulten y Wykoff (1981): ellos cuestionan si los activos comercializados en los mercados de segunda mano son representativos del stock total de activos, incluyendo la gran mayoría de los activos que permanecen en posesión de los dueños originales hasta que ellos son desechados. Si el problema de los defectos (“limón”) es generalizado, los precios de las muestras de segunda mano no serán representativos. Aunque la mayoría de los activos de segunda mano no sean limones (p.e. no sean defectuosos), así que algunos prospectos de compradores temen que pueda haber algunos defectuosos entre los activos que se ofrecen, los precios se deprimirán y los precios de los activos comercializados en los mercados de segunda mano subestimarán los valores de mercado de los activos que no sean comercializados. Como punto adicional es que pueda haber una relación inversa entre el efecto limón y la edad de un activo. Si un activo es puesto en el mercado mientras este es relativamente nuevo, los compradores prospectivos podrían sospechar más acerca de los posibles defectos que cuando el activo es comercializado hacia el final de su vida útil normal. La sugerencia opuesta se ha hecho también, a saber, los activos usados son puestos a la venta con objeto de captar fondos y así las firmas venderán sus mejores activos en lugar de los peores. Intentos para determinar la validez de estas y otras teorías acerca del alcance

hasta el cual los activos de segunda mano son representativos del stock total de activos no son concluyentes.

El coeficiente  $\gamma$  captura los efectos de las características del producto, p.e. la calidad del producto en los precios. La obsolescencia está directamente asociada con las características del producto: un nuevo modelo de una clase de activos puede tener nuevas características o más de ciertas características que un modelo viejo y esto típicamente deprimirá el precio de los modelos viejos aunque estos no hayan cambiado físicamente *como tales*. Debido a que obsolescencia esperada es considerada parte de la depreciación en las cuentas nacionales, los efectos relacionados con la obsolescencia deben de ser reflejados en las medidas de la depreciación. Sin embargo, como Oliner (1993) ha demostrado cuando los datos de la inversión han sido deflactados con índices de calidad a precios constantes – como es el caso típico – sólo  $\beta$  debe formar la base para las estimaciones empíricas de las tasas de depreciación porque el cambio en la calidad ya ha sido capturado por el deflactor calidad constante.

Un enfoque relacionado usa la información de encuestas sobre la venta de activos, implementada recientemente, por ejemplo en Japón (Nomura 2008). Bajo el enfoque de Nomura, los precios son captados en una encuesta de ventas. Las empresas proveen información sobre el precio de compra de un activo (valor bruto en libros a precios históricos) y sobre el precio al cual el activo fue vendido. Nomura (2008) usa entonces un índice de precios de los activos nuevos para expresar el costo de adquisición a precios del periodo actual, ajustados por un margen comercial y corregido por los costos de transporte para obtener así una valoración a precios de comprador. Dadas las razones entre los precios de venta y de adquisición por tipo de activo, un perfil edad-precio puede ser estimado económicamente, suponiendo un perfil de depreciación geométrico y ponderando las observaciones de los valores de los activos vendidos pero que sobrevivieron por la probabilidad de sobrevivencia correspondiente y ponderando las observaciones sobre los valores de los activos vendidos y descartados por uno menos la probabilidad de sobrevivencia. Las tasas de depreciación y los parámetros de la función de sobrevivencia son ambos estimados empíricamente.

#### **Caja 4. Tasas de depreciación basadas en el gasto de capital y la encuesta de ventas de Japón**

Las encuestas japonesas sobre los gastos de capital y las ventas, conducidas en 2005 y 2006, captaron alrededor de 260,000 observaciones sobre la venta de activos de la contabilidad de las empresas privadas. Cerca de 26,000 transacciones relacionan las ventas de los activos con la información de los precios de venta. La encuesta japonesa tiene unas características únicas. Primero, los datos captados proveen información bastante completa sobre las características de los activos vendidos, y sobre el tiempo de su adquisición y venta. Con cada punto de datos sobre la venta, un identificador distingue entre la venta de un activo de segunda mano por uso continuo y un descarte del activo desechado. Segundo, la encuesta japonesa tiene un impresionante número de activos detallados – más de 600 al nivel más detallado. Esto proporciona tipos de activos más homogéneos que en el caso de un pequeño número de tipos de activos. Tercero, los periodos de adquisición y de venta fueron investigados mensualmente, por tanto, capturando también los activos con vidas útiles relativamente cortas.

### Tasas de depreciación para Japón

		Manufacturas	No-manufacturera	Total	Canadá*	EE.UU.*
A	Edificios y construcción	0.108	0.109	0.109	0.083	0.032
	A-1 Vivienda propiedad de las firmas	0.101	0.100	0.101		
	A-2 Plantas para manufacturas	0.107		0.107	0.090	0.030
	A-3 Almacenes	0.090	0.090	0.090	0.075	0.030
	A-4 Edificios de oficinas	0.103	0.103	0.103	0.070	0.030
	A-5 Hoteles, tiendas y restaurantes	0.129	0.111	0.111	0.100	0.030
	A-6 Otros edificios	0.106	0.126	0.122	0.070	0.030
	A-7 Plantas de energía eléctrica		0.122	0.122	0.090	0.020
	A-8 Suministro de agua e instalaciones de desagüe		0.131	0.133		
	A-9 Comunicaciones e instalaciones de radiodifusión		0.104	0.104	0.120	0.020
	A-10 Otra construcción	0.145	0.147	0.146	0.130	0.020
B.	Maquinaria y equipo	0.189	0.199	0.195	0.200	0.018
	B-1 Edificios e instalaciones anexas	0.141	0.136	0.138		
	B-2 Maquinaria	0.183	0.182	0.182	0.148	0.155
	B-3 Equipo de transporte	0.254	0.218	0.222	0.193	0.170
	B-4 Otra maquinaria y equipo	0.224	0.260	0.243	0.194	0.168
Reagrupado	Computadoras y máquinas fotocopadoras	0.364	0.363	0.363	0.450	0.500
	Equipo de comunicaciones	0.322	0.310	0.313	0.230	0.140

Nota: Para una comparación gruesa, las estimaciones para Canadá y EE.UU para categorías de activos similares fueron derivadas como promedios simples de estos países más las tasas de depreciación detalladas.

Fuente: Nomura (2008).

#### 12.2.2. Evidencia empírica

Muchos estudios de los precios de los activos de segunda mano se han hecho en los Estados Unidos, quizá porque los mercados de activos de segunda mano están más desarrollados en ese país. No es seguro que los perfiles edad-precio identificados para los activos en los Estados Unidos sean también típicos para otros países, aunque los estudios llevados a cabo en otras partes, por ejemplo, en Canadá, Reino Unido y Japón, han encontrado perfiles edad-precio similares.

**Caja 5. Tasas de depreciación basadas en la encuesta gasto de capital y ventas de Statistics Canada**

Cuando los institutos de estadística compilan regularmente los datos sobre el gasto de capital y la venta de capital, esta puede ser una buena fuente de información para la estimación de los perfiles edad-precio y la depreciación (ver Sección 13.1.1 para mayor descripción)- La Encuesta de gasto de capital y reparación (CES, siglas en inglés) conducida por Statistics Canada provee un buen ejemplo para este enfoque. La encuesta cubre cerca del 80% de la inversión de los negocios canadienses con cerca de 30,000 firmas encuestadas cada año. La parte de la encuesta que trata con el gasto de capital es central para la estimación de la formación bruta de capital fijo en Canadá y como tal un insumo clave para el método del inventario permanente. Sin embargo, la información crucial para la estimación de las tasas de depreciación viene de aquellas partes de la encuesta que tratan con la venta de capital.

La base de datos de la venta permite la estimación directa de las tasas de depreciación para 36 grupos mayores de activos. La base de datos contiene datos individuales sobre el valor de venta de los activos, sobre la edad de los activos y sobre el correspondiente valor en libros. Otra pieza interesante de información viene de una cuestión sobre la vida esperada de los activos nuevos junto con el valor de la inversión de los nuevos activos.

Tradicionalmente, las muestras de los activos usados no contienen información sobre los retiros, y los datos de precios tienen que ser ponderados por supuestas probabilidades de sobrevivencia. Tales ajustes no se requieren cuando la información sobre los desechos es incluida directamente en la base de datos. La variable básica usada en estudios recientes sobre la depreciación (Statistics Canada (2007), Patry 2005) es la tasa entre el precio del activo cuando es vendido y su valor bruto en libros:  $P=SV/GBV$ . El valor en libros, inicialmente a precios históricos, es expresado en precios del año de venta usando deflatores de la inversión. Así, la tasa  $P$ , junto con la información acerca de la edad del activo cuando es vendido, permite estimar una función edad-precio al cual se convierte fácilmente en un perfil de depreciación. Un desafío metodológico en este contexto ha sido tratar con el hecho de que el valor bruto en libros comprende no solo el valor de compra inicial del activo sino también las mejoras acumuladas que han sido capitalizadas durante la vida útil del activo.

Las tasas ex-post de depreciación se pueden comparar con la información de la encuesta sobre la vida útil esperada. Las vidas útiles esperadas ( $T$ ) pueden ser traducidas en tasas de depreciación  $\delta$  con el método del balance decreciente dada la información acerca de la tasa del balance decreciente  $DBR$ :  $\delta=DBR/T$ . Statistics Canada obtiene la  $DBR$  econométricamente y encuentra que como un todo, las tasas de depreciación ex-ante y ex-post fueron razonablemente cercanas.

Uno de los resultados más interesantes de estos estudios es la tasa comparativamente alta de la depreciación y de la vida útil corta que resulta para las estructuras. Por ejemplo, los autores encontraron que una tasa del 6% de depreciación y una vida útil promedio de 33 años para los edificios – considerablemente menor que en otros países y que en estudios anteriores en Canadá. Resultó que a través del tiempo, la vida útil de los edificios ha declinado. Esto subraya la necesidad de estudios regulares y comprehensivos sobre el patrón de la depreciación, sino habrá el peligro de terminar con valores sesgados para la depreciación y los insumos de capital.

Fuentes: Statistics Canada (2007, Tanguay y Nakamura (próximamente), Patry (2005).

Idealmente, estos estudios deben usar precios actuales de las transacciones. Unos cuantos estudios han hecho esto usando los precios de remante. Este es a menudo el caso en los estudios de equipo de granja porque los remates son una manera común de disponer de los activos cuando las granjas salen de los negocios. Otros estudios han tratado de obtener los precios de transacciones de los corredores de bienes de segunda mano mediante encuestas. Sin embargo, la mayoría de los estudios se han basado en las “listas de precios”. Estas publican los precios ofrecidos por los corredores, como el regateo es común en estos mercados, ellas podrían sobre elevar los precios actuales de la transacción. En casi todos los casos, el primer precio en el perfil edad-precio – el precio de un activo nuevo – es casi siempre el precio de lista aunque las observaciones siguientes sean los precios genuinos de transacción. Finalmente, cuando menos un estudio (Lee 1978) ha usado los valores de los seguros. Este fue un estudio sobre los barcos de pesca ya

que estos corren riesgos substanciales por pérdida accidental, ambos dueños y aseguradoras han compartido el interés en asegurar que los valores asegurados sean realistas. Este no es siempre el caso para los activos que afrontan menores riesgos de accidentes.

Una fuente significativa de sesgos, acerca de la cual no hay disputa, se presenta a partir del hecho de que los precios de los activos de segunda mano necesariamente se refieren a los activos que todavía no han sido retirados del stock de capital. Dentro del grupo entero de los tractores agrícolas de una marca dada, modelo y año de fabricación, habrá algunos que sus precios de segunda mano sean cero porque ellos ya han sido desechados. Un número de estudios (Jorgenson 1996) han tratado de corregir este sesgo mediante la adición de algunos precios cero (no observados) al conjunto de los precios que han sido observados. Es usualmente supuesto que los activos con precios cero fueron quitados del stock siguiendo una función de mortalidad en forma de campana tal como la curva “S3” de Winfrey. Hulten y Wykoff (1981) ajustan las observaciones de los activos usados antes de que ellos apliquen su procedimiento econométrico. Esto permite integrar los efectos de sobrevivencia y consecuentemente, las resultantes tasas de depreciación que combinan los efectos del retiro, el decaimiento y la obsolescencia.

Tres conclusiones principales acerca de los perfiles edad-precio se pueden obtener de dichos estudios:

- Primero, diferentes tipos de activos exhiben un amplio rango de perfiles edad-precio. Si el precio es graficado en el eje vertical y la edad en el horizontal, los estudios han encontrado que los perfiles edad-precio que son cóncavos al origen, que hay líneas horizontales, que caen en línea directa y que son convexos al origen. Los estudios han cubierto un amplio rango de maquinaria industrial, agrícola y de construcción, edificios comerciales e industriales y equipo de transporte y que por lo tanto no es sorpresa que ellos no hayan identificado un solo patrón estándar para el perfil edad-precio de los activos.
- Segundo, a pesar de lo anterior, por mucho el perfil más común edad-precio es una línea que va a través del tiempo con alguna convexidad hacia el origen. Esto es casi siempre el caso para la maquinaria y equipo y es generalmente el caso de los edificios.
- Tercero, la curva con pendiente convexa hacia abajo, que es la más comúnmente detectada en estos estudios, no sigue una simple ley matemática. Algunos de estos estudios han probado si sus perfiles de precios agregados observados siguen uno o dos modelos simples – geométricos (p.e. precios de los activos cayendo por una tasa constante cada año) o en línea recta (p.e. precios de los activos cayendo por un monto constante cada año). Pruebas estadísticas casi invariablemente rechazan ambos de estos modelos simples, aunque la línea recta es usualmente rechazada más firmemente que el modelo geométrico. En resumen, para citar la experiencia de Hulten y Wykoff (1996): “Aunque es rechazado estadísticamente, el modelo geométrico es por mucho el más cerrado de cualquiera de los otros candidatos. Esto nos conduce a aceptar el patrón geométrico como una aproximación razonable para grandes grupos de activos, y extender nuestros resultados a los activos para los cuales no hay mercado de reventa por la imputación de las tasas de depreciación basadas en el supuesto de relacionar la tasa de declinación geométrica a las vidas útiles de los activos.”

### ***12.3. Derivación de los perfiles de depreciación a partir de los perfiles edad-eficiencia***

Cuando existe información o cuando se han hecho supuestos acerca del perfil edad-eficiencia y del perfil edad-precio se puede derivar el patrón de depreciación. Los perfiles edad-precio y edad-eficiencia se relacionan y un simple ejemplo numérico de cómo los perfiles edad-precio se pueden derivar a partir de los perfiles edad-eficiencia fue dado en el capítulo 3.2. el vínculo conceptual entre los dos perfiles es la condición de equilibrio de mercado – el precio de un activo es igual al valor descontado de sus ingresos futuros esperados – debido a que es un factor importante que forma los precios de renta futuros el factor

edad-eficiencia relacionado con que activo contribuirá a la producción. Este patrón edad-eficiencia es reflejado por los costos del usuario relativos para los activos diferente edad:  $f_n/f_0=h_n$  donde  $f_n/f_0$  es el costo del usuario de un activo de  $n$  años de edad relativo a un activo nuevo donde  $h_n$  es el perfil edad-eficiencia/retiro. Una demostración más formal de esta derivación está dada en el Anexo 4.

Debe observarse que el vínculo entre los perfiles edad-eficiencia y edad-precio es establecido al nivel de toda la cohorte, p.e. empezando con una función edad-eficiencia/retiro que combine la información acerca de la distribución de retiro y acerca del perfil edad-eficiencia para un solo activo (ver Sección 13.3). Dado un perfil edad-eficiencia para una cohorte, y dada una tasa real de retorno  $r^*$ , un perfil edad-precio consistente puede ser calculado. Observe una posibilidad circulatoria cuando la tasa de retorno real es calculado endógenamente y cuando el perfil edad-precio es derivado del perfil edad-eficiencia: una tasa retorno es necesaria para calcular el perfil edad-precio y por lo tanto la depreciación. Pero la tasa de depreciación es necesaria para calcular la tasa de retorno endógena. Una, tediosa, manera de tratar esta situación es resolver un sistema de ecuaciones no lineales. Una solución más simple es usar una tasa real de retorno aproximada y plausible, tal como el 4% y resolver para el perfil edad-precio. El problema no aparece cuando las tasas de retorno son exógenas y/o cuando los perfiles edad-precio y edad-eficiencia son geométricos.

#### 12.4. Enfoque de la función producción

La siguiente descripción del enfoque de la función producción parte directamente de Diewert (2005b) a quien referimos para una descripción más extensa y mayores referencias. El enfoque de la función producción postula la existencia entre el producto  $y^t$  producido durante el periodo  $t$ , cantidades de insumos no durables  $x^t$ , y cantidades de insumos durables de diferente edad  $\{I^{t-n}\}$  de manera que:

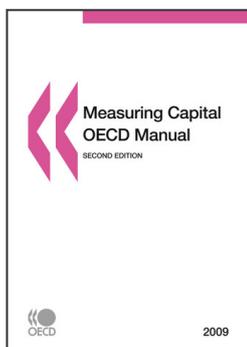
$$(14) \quad y^t = f [x^t, I^t + (1-\delta)I^{t-1} + (1-\delta)^2 I^{t-2} + (1-\delta)^3 I^{t-3} + \dots + (1-\delta)^T I^{t-T}]$$

Dadas las observaciones sobre productos e insumos, y dado el supuesto acerca de la forma funcional de la producción, se pueden usar técnicas de regresión para obtener estimaciones de  $\delta^{24}$ . Los estudios empíricos que usan el enfoque de la función producción para estimar las tasas de depreciación incluyen Epstein y Danny (1980), Pakes y Griliches (1984). Nadiri y Prucha (1996) y Doms (1996). Como Diewert (2006a) puntualiza, debe observarse que las tasas de la depreciación que son estimadas usando el enfoque de la función producción pueden ser diferentes de las estimaciones resultantes de los estudios de los activos usados. El enfoque anterior incorpora los efectos del deterioro y obsolescencia (y por lo tanto están en línea con la noción de la depreciación en las cuentas nacionales) mientras que el enfoque de la función producción incorpora típicamente sólo los efectos del deterioro físico.

Las técnicas econométricas aplicadas a los modelos basados en la teoría de la producción, también han sido usados para estimar las tasas de depreciación para el capital de la investigación y desarrollo (Bernstein y Mamuneas 2006, Hall 2006) para la cual no hay posibilidad de usar los precios de los activos usados para determinar las tasas de depreciación. Esta es una manera de introducir alguna objetividad en la difícil área de medir el capital de la I&D y la depreciación<sup>25</sup>.

<sup>24</sup> Estrictamente hablando, el método produce estimaciones del perfil edad-eficiencia. Sin embargo, debido al supuesto de las tasas geométricas, no hay diferencia entre los perfiles edad-precio y la edad-eficiencia.

<sup>25</sup> Un caveat aquí es que típicamente, este enfoque se sustenta en las estimaciones econométricas de la depreciación dada una tasa de retorno. La última se supone que, p.e. tomada como una variable exógena y los resultados estimados sobre las tasas de la depreciación pueden variar con las tasas de retorno supuestas. Es poco claro si, hablando empíricamente, este es un efecto importante o no.



**From:**  
**Measuring Capital - OECD Manual 2009**  
Second edition

**Access the complete publication at:**  
<https://doi.org/10.1787/9789264068476-en>

**Please cite this chapter as:**

OECD (2009), “Perfiles edad–precio y depreciación”, in *Measuring Capital - OECD Manual 2009: Second edition*, OECD Publishing, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264043695-15-es>

El presente trabajo se publica bajo la responsabilidad del Secretario General de la OCDE. Las opiniones expresadas y los argumentos utilizados en el mismo no reflejan necesariamente el punto de vista oficial de los países miembros de la OCDE.

This document and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

You can copy, download or print OECD content for your own use, and you can include excerpts from OECD publications, databases and multimedia products in your own documents, presentations, blogs, websites and teaching materials, provided that suitable acknowledgment of OECD as source and copyright owner is given. All requests for public or commercial use and translation rights should be submitted to [rights@oecd.org](mailto:rights@oecd.org). Requests for permission to photocopy portions of this material for public or commercial use shall be addressed directly to the Copyright Clearance Center (CCC) at [info@copyright.com](mailto:info@copyright.com) or the Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) at [contact@cfcopies.com](mailto:contact@cfcopies.com).