

## ANEXO 2

### PERFIL ETARIO DE PRECIOS DE BIENES DE CAPITAL EN ARGENTINA *Test de Forma Funcional de la Curva de Depreciación*

Ariel Coremberg  
Coordinador e Investigador Principal  
Proyecto BID-UNPRE: "La Riqueza Nacional en Argentina"  
DNCN-INDEC

Este anexo tiene por objeto presentar brevemente los resultados econométricos del test de formas funcionales de la curva de depreciación. El estudio fue realizado para aquellas categorías de bienes de capital estimados por el método de Valuación Hedónica (VH) cuyas estadísticas presentan datos de perfil etario de precios para Argentina: Aeronaves, equipo de transporte automotor (vehículos de transporte de carga y de pasajeros, automóviles y utilitarios utilizados por empresas) y tractores.

Cabe notar que el test de forma funcional de la curva de depreciación se realiza sobre la base de estadísticas de precios de mercado de bienes usados. Su utilización como curva de depreciación implica el supuesto de que el perfil etario de precios es equivalente al perfil etario de eficiencia<sup>1 2</sup>.

La estimación de la curva de depreciación mediante el test de forma funcional sobre el perfil etario de precios tiene además de sus implicaciones econométricas, una importancia práctica debido a que, en la aplicación del método VH, se utilizó en la imputación de precios a las cohortes de bienes de capital que no presentan cotizaciones en el mercado. Además tiene implicancias incluso para las categorías de bienes de capital cuyo stock fue estimado por el Método de Inventario Permanente (MIP), al verificar el predominio de determinada forma funcional de la depreciación<sup>3</sup>.

De acuerdo a lo señalado en el texto principal, el test de Box-Cox permite testear una serie de formas funcionales standard, además de estimar la forma funcional óptima de acuerdo al test.

El test de Box-Cox tiene por objeto testear la siguiente transformación de la variable endógena<sup>4</sup>:

$$p^{(\lambda)} = \alpha + \beta_1 e + \varepsilon$$

siendo  $p$ : precio;  $e$ : edad;  $\varepsilon$ : error aleatorio, donde  $p^{(\lambda)}$  es una transformación no lineal de  $p$  de la familia general:

$$p^{(\lambda)} = \frac{(p^\lambda - 1)}{\lambda}$$

---

<sup>1</sup> No obstante este supuesto es implícitamente realizado en la práctica habitual de estimación del stock de capital por parte del BEA y en los primeros estudios sobre el tema realizados por Hulten y Wycoff (1981).

<sup>2</sup> Para estimar econométricamente la curva de depreciación sobre la base del perfil etario de eficiencia, sería necesario disponer de muestras estadísticas de datos de productividad y/o eficiencia física de los bienes en función de edad (estudios de ingeniería industrial).

<sup>3</sup> Cabe notar que la extrapolación de los resultados de las categorías estimadas por VH no son necesariamente extrapolables a las categorías estimadas por MIP.

<sup>4</sup> También es posible transformar la variable exógena pero los resultados no variaron significativamente con los obtenidos, es decir se acepta ampliamente que la variable exógena se incorpora linealmente en las estimaciones.

El test verifica la hipótesis semilog vs las formas funcionales recíproca y lineal<sup>5 6</sup>:

Forma Funcional	$\lambda$
(I) Semilogarítmica	0
(II) Lineal	1
(III) Recíproca	-1

En el caso de los vehículos de transporte automotor se presentan los resultados para una muestra en datos de panel, la ecuación a estimar es la siguiente:

$$p^{(\lambda)} = \alpha + \beta_1 e + \beta_2 t + \varepsilon$$

t: tiempo, indica el año de la observación

Resulta importante testear si la forma funcional óptima es aproximadamente semilogarítmica dado que ella se correspondería con un perfil etario de precios geométrico. Este resultado permitiría verificar la hipótesis de que el perfil etario de precios es no solamente convexo sino exactamente geométrico, supuesto comúnmente utilizado en la literatura empírica dado su coincidencia con el perfil etario de eficiencia.

Las tipologías de bienes de capital que presentan estadísticas de precios de bienes de capital usados en Argentina son:

	Fuentes	Periodo de Referencia
<b>Aeronaves</b> <sup>7</sup>	Aircraft Bluebook Price Digest	2002
<b>Autos</b>	DGI (en base ACARA)	1998-2002
<b>Utilitarios</b>	DGI (en base ACARA)	1998-2002
<b>Pasajeros</b>	DGI (en base ACARA)	1998-2002
<b>Carga</b>	DGI (en base ACARA)	1998-2002
<b>Tractores</b>	Revista Márgenes Agropecuarios y Agromercado+ Encuesta a Fabricantes y Comercializadoras	1997

En el siguiente cuadro se presentan los principales resultados para la forma simple:

$\lambda$	$\alpha$	$\beta_1$	$\beta_2$	Log-likelihood	n. obs.
-----------	----------	-----------	-----------	----------------	---------

<sup>5</sup> Además se puede corroborar la posibilidad de depreciación cóncava con el valor de  $\lambda$ .

<sup>6</sup> Para que la forma funcional semilog sea geométrica, se debe testear que la tasa de depreciación sea constante. En todos los casos en que los test confirman forma semilog, se comprobó que la tasa de depreciación era aproximadamente constante (se agradece este comentario a W.Sosa Escudero).

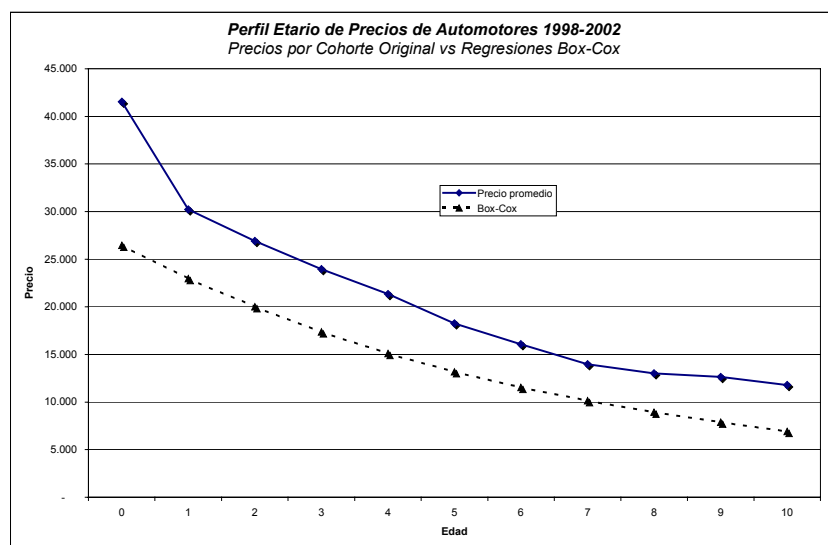
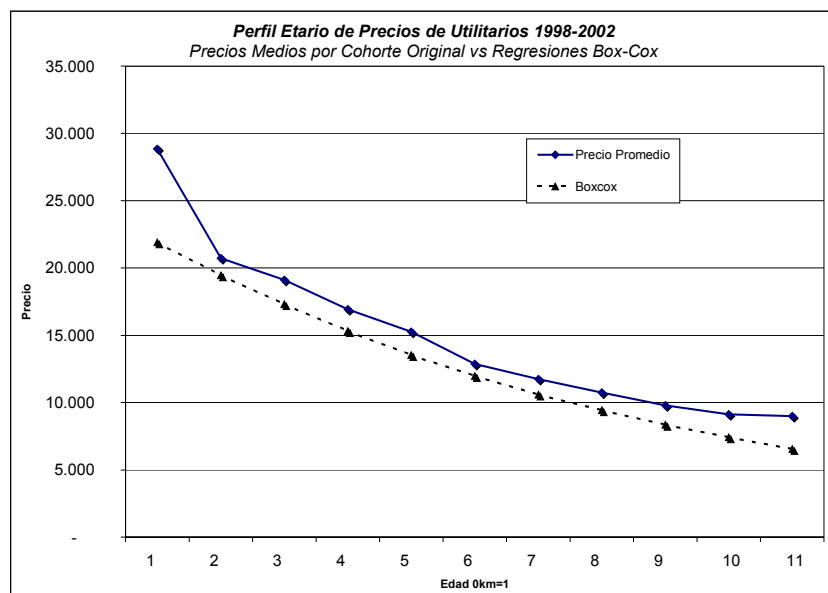
<sup>7</sup> En este caso implica la adopción de la metodología de precios internacionales citada anteriormente para el caso del stock de equipo durable importado por metodología MIP. Se realiza el supuesto implícito de que el perfil etario de precios está correlacionado con las características de los modelos independientemente del lugar geográfico de su ubicación (hipótesis hedónica débil).

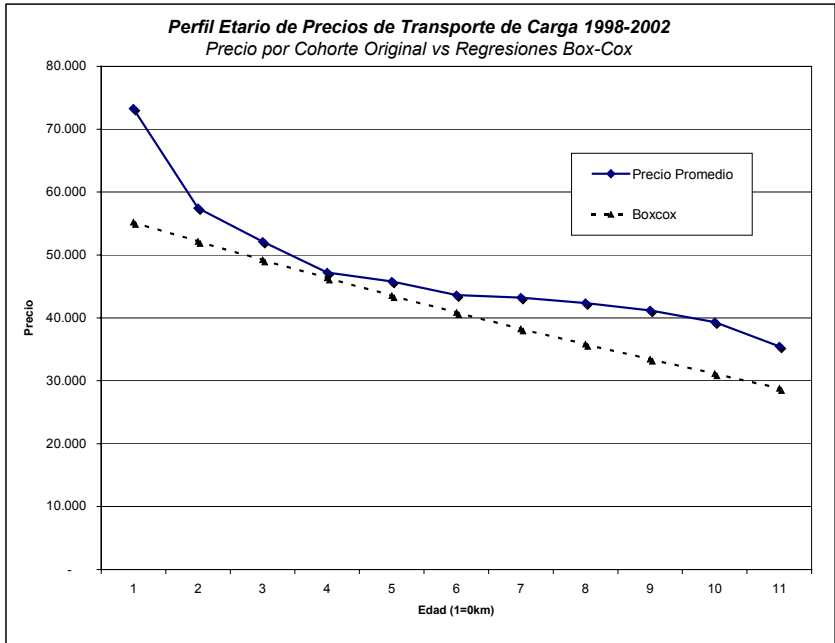
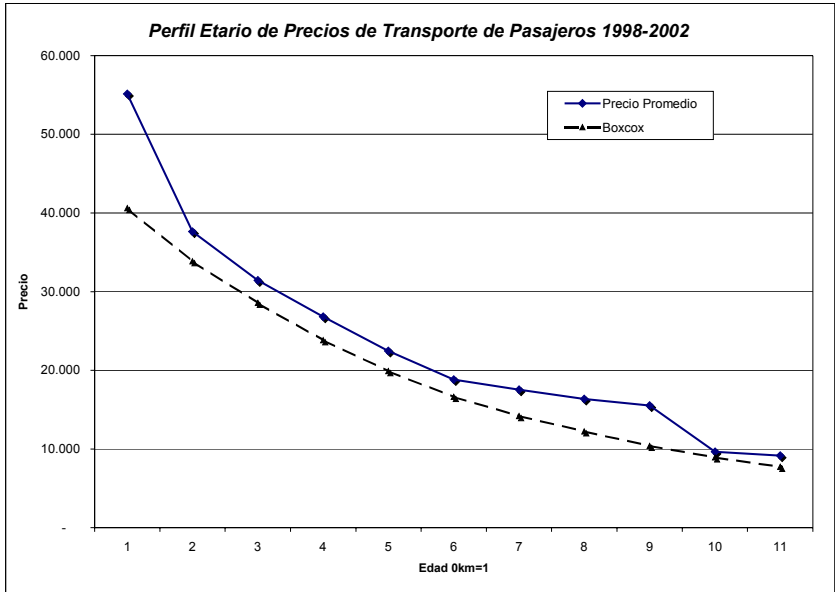
<b>Aeronaves</b>	-.1702847*	5.335636*	-.0100408*		-36935.382	2783
<b>Autos</b>	-.1669546*	-11.45425*	-.0280148*	.0081758*	-222518.15	20675
<b>Utilitarios</b>	-.0273642*	-37.2127*	-.0952972 *	.0229798*	-47642.019*	4636
<b>Pasajeros</b>	-.1499517*	-19.71147*	-.0405394*	.0125113*	-12601.037	1148
<b>Carga</b>	.3855241*	-1244.313	-3.876109*	.7103175	-38351.421	3293
<b>Tractores</b>	-.0638231	7.555552*	-.0282284*		-0.6199.8263*	571

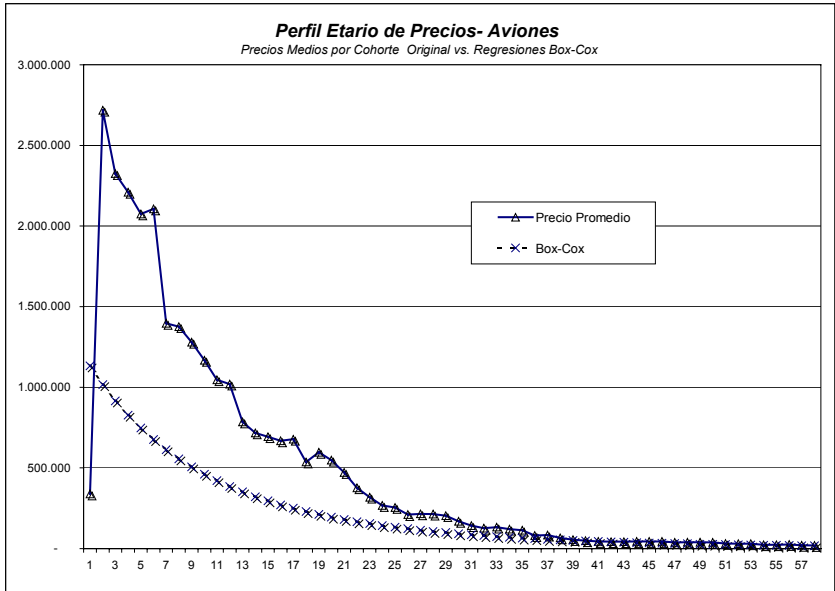
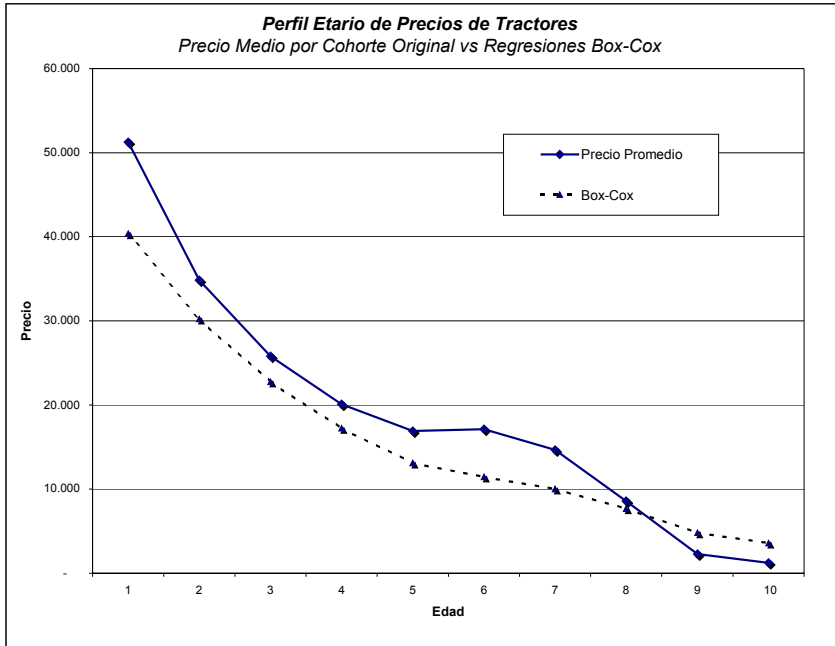
\* Los parámetros presentan un nivel de significatividad no menor al 10%

En todos los casos se detectan formas funcionales convexas aunque se rechaza la hipótesis nula de identificación de las formas funcionales planteadas (geométrica, recíproca y lineal), excepto en utilitarios y tractores. En este último caso, se acepta la forma geométrica ( $\lambda=0$ )

En los siguientes gráficos se presentan los perfiles etarios de precios promedio para cada caso. En el caso de las categorías de equipo de transporte automotor, las regresiones son en datos de panel en tanto que para tractores y aeronaves corresponde a regresiones de corte transversal.

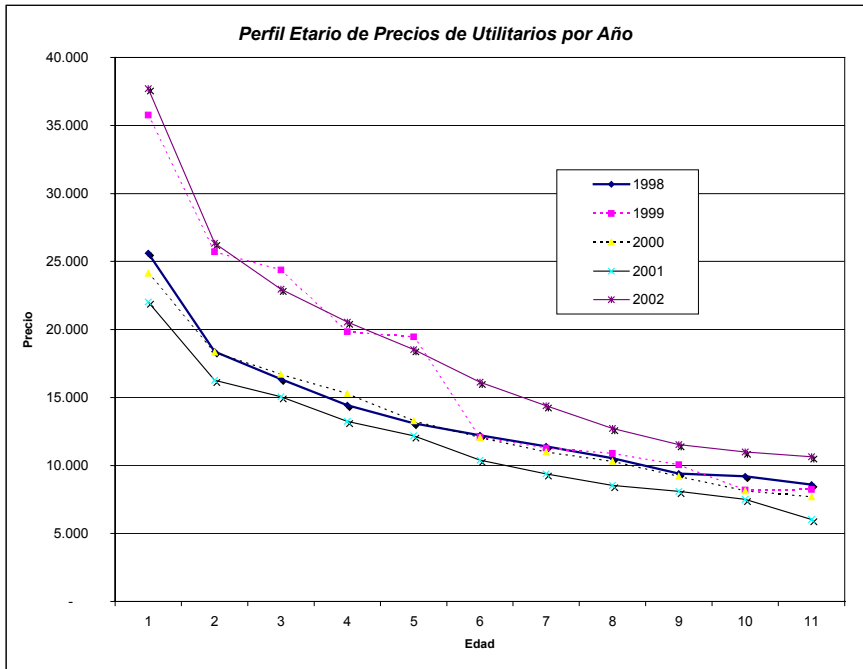
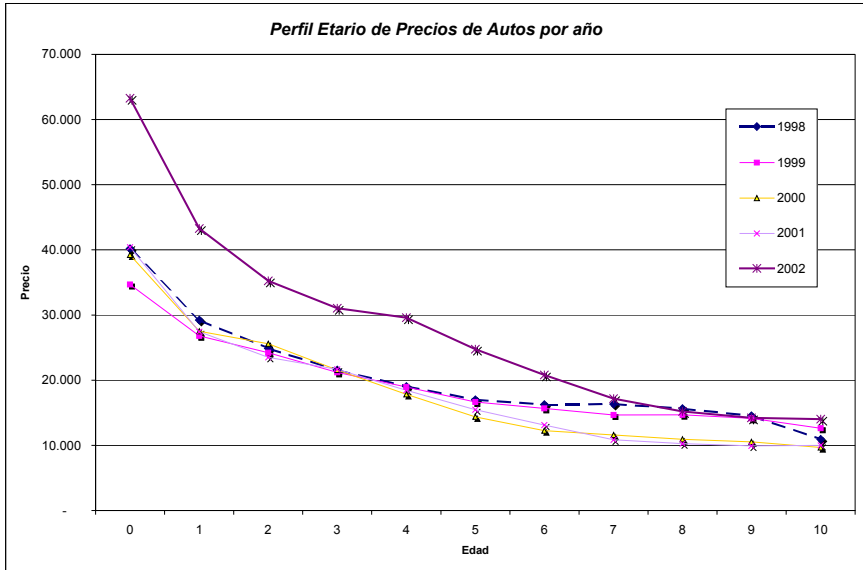


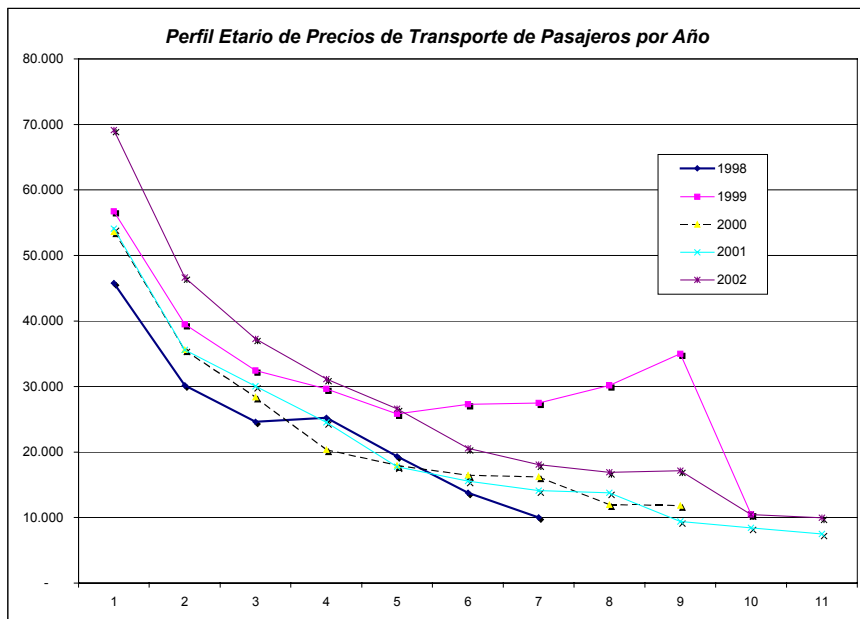
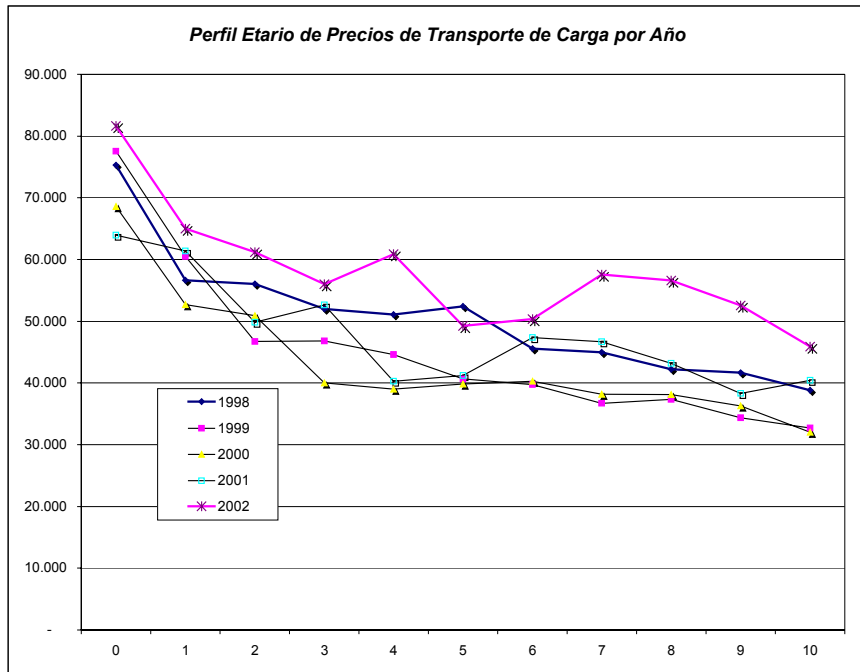




En el caso de equipo de transporte automotor, las regresiones en datos de panel suponen que las curvas de depreciación no cambian su pendiente con el paso del tiempo o en otros términos que la inflación es neutral respecto de los precios relativos de los bienes usados.

En los siguientes gráficos se puede comprobar que el efecto de la inflación sobre el perfil etario de precios anual por categoría de automotor no es necesariamente neutral:





Dado que en el cálculo del valor del stock de equipo de transporte automotor se utilizaron las estimaciones Box-Cox por año de cada categoría para la imputación de las cohortes del parque automotor que no cotizaban en el mercado, resulta importante testear si las curvas de depreciación anuales de cada categoría son aproximadamente geométricas. En la siguiente tabla se presentan los principales resultados:

<b>Autos</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
$\lambda$	-0,2141098*	-0,1701901*	-0,0457609*	-0,2736408*	-0,2804968*
$\beta_1$	-0,0164729*	-0,0251882*	-0,0972056*	-0,0109*	-0,0094526*
$\alpha$	4,141666*	4,824797*	8,139254*	3,423694*	3,374336*
<b>Log-likelihood</b>	<b>-33456.498*</b>	<b>-39501.799*</b>	<b>-45261.191*</b>	<b>-49357.153*</b>	<b>-54690.15*</b>
<b>n. obs.</b>	<b>3098</b>	<b>3673</b>	<b>4243</b>	<b>4682</b>	<b>4998</b>

<b>Utilitarios</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
$\lambda$	0,1646254*	-0,2959065*	0,3886949*	0,3015781*	0,0694481*
$\beta_1$	-0,5842835*	-0,0082838*	-4,853263*	-0,1996636*	-0,1581721*
$\alpha$	25,2924*	3,209408*	120,5784*	62,5889600*	14,687310*
<b>Log-likelihood</b>	-62.671.616*	-79.786.978*	-97.504.504*	-10810,11*	-12.615.189*
<b>n. obs.</b>	623	763	972	1093	1197

<b>Pasajeros</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
$\lambda$	-0,7757109*	.0605816	-0,2574541*	-0,4112863*	-0,1334801*
$\beta_1$	-0,000077*	-0,2922063*	-0,0144817*	-0,0032445*	-0,0469345*
$\alpha$	1,288762*	14,92659*	3,6438810*	2,4033690*	5,7714820*
<b>Log-likelihood</b>	-1358.4346	-2176.2681	-25.888,437*	-31.478,236*	-3.259,565*
	*recíproco	*semilog			
<b>n. obs.</b>	127	191	242	293	308

<b>Carga</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
$\lambda$	0,3146789*	-4,8499470*	0,2673472*	0,3726921*	0,6141905*
$\beta_1$	-1,630166*	-1,48E-17*	-1,149093*	-2,124051*	-30,23824*
$\alpha$	98,9881*	0,2061878*	65,4730*	151,0462*	1.475,5210*
<b>Log-likelihood</b>	-8.059,3031	-21.887,3100	-1.225,4292	-4.576,4529*	-5.070,5802*
<b>n. obs.</b>	692	743	1065	392	429

\* Los parámetros presentan un nivel de significatividad no menor al 10%.

En todos los casos se detectan formas funcionales convexas. En todas las categorías de vehículos en todos los años (excepto transporte de pasajeros años 1998 y 1999) se rechazan las formas funcionales standard planteadas.

En el caso del transporte de pasajeros, el test de Box-Cox detecta significatividad de la forma funcional recíproca para el año 1998 y la semilogarítmica para el año 1999.

El análisis conjunto de los resultados de corte transversal permitiría afirmar la no neutralidad de la inflación sobre las curvas de depreciación de las categorías de equipo de transporte automotor en Argentina; en otros términos, habría una inestabilidad anual del perfil etario de precios, más pronunciada a partir del año 2002.

Este resultado otorga relevancia a la metodología adoptada VH: la valorización del stock de capital por categoría debe realizarse tomando en cuenta su perfil etario de precios con frecuencia anual, a los fines de evitar la imputación de curvas de depreciación no corroboradas empíricamente, además del supuesto de estabilidad del perfil etario de precios en el mercado de bienes usados.

La conclusión general de este estudio econométrico para Argentina es que si bien no se puede determinar contundentemente la forma funcional exacta del perfil etario de precios para las tipologías de bienes de capital analizados, predomina la forma funcional convexa<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> A similar conclusión llegan Hulten y Wycoff (1981) en el principal trabajo sobre verificación empírica de la forma funcional del perfil etario de precios de activos inmobiliarios en Estados Unidos.