

ELASTICIDADES DEL TRANSPORTE DE CARRETERA EN LA ARGENTINA: 1991-98*

José Luis Nicolini*
 Instituto de Investigaciones Económicas
 Universidad de Buenos Aires

RESUMEN

El propósito de este trabajo es estimar los coeficientes (elasticidades) de las funciones que relacionan los vehículos pasantes por cabinas de peaje, con los comportamientos de la población, del producto bruto interno (PBI), de la tarifa de peaje y del precio de los combustibles.

El análisis es sobre las rutas interurbanas argentinas concesionadas por peaje. El período considerado es 1991/98. Se consideran tres tipos de vehículos, automóviles, pasajeros y carga. En todos los casos se utilizan mínimos cuadrados ordinarios.

1. Datos de vehículos por estación de peaje

Los datos disponibles sobre vehículos, se encuentran clasificados por categoría de peaje. Para convertirlos a las tres categorías utilizadas en este estudio se utilizó la relación que se muestra en la **tabla 1** a continuación :

Tabla 1.- Relación entre la clasificación de vehículos del Organo de Control de Concesiones de la Dirección Nacional de Vialidad y la utilizada en este estudio

Categoría	Organo de Control de Concesiones	Este Estudio
I	Hasta 2 ejes y hasta 2,10 m de altura o sin rueda doble.	Automóviles
II	Hasta 2 ejes y más de 2,10 m de altura o rueda doble	Transp. de Pasajeros
III	De 3 a 4 ejes y menos de 2,10 m de altura o rueda doble	Transp. de Pasajeros
IV	De 3 a 4 ejes y más de 2,10 m de altura o rueda doble	Transporte de Carga
V	De 5 a 6 ejes o rueda doble	Transporte de Carga
VI	Más de 6 ejes, más de 2,10 m de altura o rueda doble	Transporte de Carga

En la **tabla 2**, se presentan las rutas en estudio y sus puestos de peaje.

* Agradezco la asistencia y comentarios del Lic. Juan Diego Alonso. Errores y omisiones son de mi responsabilidad.

* Tel: (54-11) 4403 6557 - E-Mail: JNICOL@VIRTUAL.AR.NET

Tabla 2.- Estaciones de peaje

Ruta	Concesionario	Nº Estac. de Peaje	Nombre	Ruta Nacional
1	Semacar S.A.	1	Cañuelas	3
		2	Azul	3
		3	Tres Arroyos	3
2		4	Uribelarrea	205
		5	Saladillo	205
3	Caminos del Oeste S.A.	6	Vicuña Mackenna	7
		7	La Cumbre (San Luis)	7
		8	La Paz	7
4		9	Solis	8
		10	Venado Tuerto	8
		11	Sampacho	8
5	Nuevas Rutas S.A.	12	Villa Espil	7
		13	Junin	7
6	Covico U.T.E.	14	J. De La Pena	188
		15	Junin (A) y (D)	188
		16	Ameghino (A)y(D)	188
7		17	Zárate	9
		18	Lagos	9
8	Servicios Viales S.A.	19	Nelson	11
		20	Reconquista	11
		21	Florencia	11
9		22	Venado Tuerto	33
		23	Casilda	33
10	Covicentro S.A.	24	Carcaraña	9
		25	James Craik	9
11	Covinorte S.A.	26	San Vicente	34
		27	Ceres	34
		28	Fernandez	34
12	Concanor S.A.	29	Los Puestos (Florida)	9
		30	Molle Yaco	9
		31	Cabeza de Buey	34
13	Virgen de Itati S.A.	32	Pte. Gral. Belgrano	16
		33	Makalle	16
		34	Riachuelo	12
		35	Ituzaingo	12
		36	Santa Ana	12
		37	Victoria	12
14	Rutas del Valle S.A.	38	Frank	19
		39	Devoto	19
16	Camino del Abra S.A.	40	El Dorado	226
		41	Tandil (Vasconia)	226
		42	El Hinojo	226
17	Nuevas Rutas S.A.	43	Olivera	5
		44	9 de Julio	5
		45	Trenque Lauquen	5
18	Caminos del Rio Uruguay S.A.	46	Zárate BL	12
		47	Colonia Elia	14
		48	Veruca	14
		49	Piedritas	14
20	Red Vial Centro S.A.	50	Arroyo Tegua	38
		51	Piedras Moras	38
		52	Molinari (D)	36
		53	Villa Giardino (La Cumbre)	36

Fuente : Organismo de Control de Concesiones de la Dirección Nacional de Vialidad.

2. Modelo de regresión

Con un modelo de regresión de mínimos cuadrados ordinarios, se estimaron los coeficientes (elasticidades constantes) de las siguientes funciones multiplicativas:

$$(1) \quad v_j = a_j + \sum_i \alpha_{s,j} pbi_i + \beta_j pob + \sum_i \gamma_j pcr,i + \sum_i \pi_{s,j} pea_i$$

$$(2) \quad v_j = a_j + \sum_i \rho_{s,j} percap_i + \sum_i \gamma_j pcr,i + \sum_i \pi_{s,j} pea_i$$

con $i = s$ y $r = j$ en (1) y (2).

Para estas dos expresiones (1) y (2) se consideraron, a su vez, dos formas funcionales: La primera, en que las elasticidades se estimaron respecto del trimestre anterior; en este caso se regresaron los *logaritmos* de las variables. La segunda, en que las elasticidades se estimaron respecto del mismo trimestre del año anterior; en este segundo caso se regresaron las *tasas* de las variables, esto es las diferencias logarítmicas respecto del mismo trimestre del año anterior (lo que implica la eliminación de la ordenada al origen en las expresiones 1 y 2).

Donde el significado de las variables es:

- α : elasticidad producto
- β : elasticidad población
- γ : elasticidad precio de combustible
- ρ : elasticidad producto per cápita
- π : elasticidad tarifa de peaje
- a : ordenada al origen de la función logarítmica
- pbi : logaritmo o tasa de crecimiento del PBI
- $percap$: logaritmo o tasa de crecimiento de PBI/población
- pc : logaritmo o tasa de variación del precio de los combustibles
- pea : logaritmo o tasa de variación de la tarifa de peaje en la estación de peaje
- pob : logaritmo o tasa de variación de la población nacional
- v : logaritmo o tasa de variación de la cantidad de vehículos pasantes por la estación de peaje.

Sufijos

- r : tipo de combustible (gasolina o gas-oil)
- s : identificación del coeficiente
- j : tipo de vehículo
- i : cantidad de trimestres rezagados (hasta tres)

La segunda forma funcional mencionada (con diferencias logarítmicas respecto del mismo trimestre del año anterior) permite eliminar la estacionalidad en el comportamiento de las variables. Esto, sin embargo, aumenta el error del ajuste relacionado con el componente no explicado de la relación que no está vinculado a variaciones estacionales y que se modifica con el paso del tiempo. Es de esperar, por lo tanto, que los ajustes con un fuerte ingrediente estacional sean más robustos al usar tasas desestacionalizadas, pero que en el caso en que este componente no sea de gran importancia, los mejores resulten los referidos al trimestre inmediato anterior.

3. Programación*

Es de destacar que la cantidad de datos a procesar fue una magnitud considerable : 53 puestos de peaje, tres tipos de vehículo, 32 trimestres y combinaciones de cuatro variables explicativas tomadas de a dos, tres y cuatro y con rezagos de uno a tres trimestres tomados también de a uno, dos y tres, además del valor sin rezago. La población no se considera con posibilidad de rezago por la estabilidad de su comportamiento en periodos trimestrales (tasas prácticamente constantes). Esta cantidad de estimaciones se cuadriplica ya que se consideraron dos tipos de funciones (con PBI y con PBI per capita), y fueron estimadas con AR(1) (factor autorregresivo de primer orden) y sin este. Finalmente, una combinatoria adicional surge de considerar para cada ajuste, tasas de crecimiento respecto del trimestre anterior o respecto del mismo trimestre del año previo.

Para posibilitar la realización de tan elevada cantidad de estimaciones, fueron desarrollados una serie de programas, que corren bajo el paquete econométrico EVIEWS.

Es importante destacar que el programa permitió estimar ajustes con todas las combinaciones de variables posibles. Por lo tanto cuando un ajuste no incluye una variable (por ejemplo peaje) es porque habiéndose probado resultó estadísticamente no significativa.

4. Criterios de selección de ajustes

Los mencionados programas permitieron acotar la presentación de resultados que cumplen con los siguientes criterios :

- Coeficiente de correlación $R^2 \geq 0.7$ cuando algún precio (peaje o combustible) resulta significativo en la regresión ($\gamma \neq 0$ ó $\pi \neq 0$)
- $R^2 \geq .8$ para pasajeros
- $R^2 \geq .8$ para automóviles y carga si $AR(1) = 0$

* ^ cargo del Ing. Gonzalo Rodríguez Mir

- $R^2 \geq .9$ para automóviles y carga si $AR(1) \neq 0$
- Probabilidad de error en los coeficientes < 0.05
- Valores coherentes para cada coeficiente :

$$\begin{aligned}\alpha & (\text{elasticidad producto}) > 0 \\ \beta & (\text{elasticidad población}) > 0 \\ g & (\text{elasticidad precio de combustible}) < 0 \\ p & (\text{elasticidad tarifa de peaje}) < 0\end{aligned}$$

- no existe autocorrelación evidente de primer grado con una significación del 5 %.

5. Resultados

En casi todos los ajustes obtenidos, el Producto Bruto Interno resulta estadísticamente significativo. En todos los casos en que se obtuvo mas de un ajuste por estación, se observa que los valores de los coeficientes del PBI, se modifican significativamente con la incorporación de variables adicionales, lo que indica la presencia de multicolinealidad.

Se realizó entonces una selección adicional, conservando al menos un ajuste por estación de peaje y buscando evitar el mencionado problema de multicolinealidad. Se llegó así a la **Tablas 3.a, 3.b y 3.c**. "Ajustes Nacionales" para automóviles, pasajeros y carga respectivamente. Estas **tablas 3.a, 3.b y 3.c** muestran los ajustes ordenados según número de estación (o puesto) de peaje, número de ruta y R^2 (en este orden de importancia). En los casos en que los estadísticos no permitieron seleccionar el más robusto de los mejores dos ajustes, se incorporaron ambos a la tabla.

En la **tabla 3** solo se mencionan (entre paréntesis) las probabilidades de que los valores de los coeficientes no sean significativos, cuando estas superan el 1%. Nótese que, a la mayoría de los coeficientes corresponden probabilidades inferiores a este valor.

En **negrita cursiva**, siempre en tabla 3, están destacados los valores de los coeficientes cuando la variable explicativa es el producto ***per cápita***.

Es de destacar que solo dos ajustes (estaciones de peaje 27 y 28 para automóviles) resultaron significativos en **tasas** de crecimiento (diferencias logarítmicas de cuatro trimestres). Todos los otros ajustes corresponden a la forma funcional lineal logarítmica; esto es con ordenada al origen ($a \square 0$ en expresiones 1 y 2).

TABLA 3: ESTIMACIONES SELECCIONADAS PARA LAS RUTAS ARGENTINAS CON PEAJE
(Series trimestralizadas) - Período: 1º Trimestre 1991-4º Trimestre 1998

a) *Tipo de vehículo: Automóviles particulares (Categoría I)*

Nº de puesto	Ruta Nac. Nº	Valor del coef. de la const.	Elasticidades							AR (I)	Medidas de bondad de ajuste				
			Peaj _t	Peaj _{t-1}	Peaj _{t-2}	Suma elastic.	PBI _t	PBI _{t-1}	PBI _{t-2}	PBI _{t-3}	R ² ajust.	DW			
4	205	-11,23 (0,0271)				1,082		0,453	0,630		0,677	0,929	1,988		
5	205	-13,95				1,182		0,460	0,352	0,371		0,514 (0,0103)	0,936	1,999	
9	8	-72,98				0,431			0,431 (0,0186)		4,638		0,923	2,037	
12	7	-64,16									4,648	0,503	0,907	2,138	
13	7	-79,25		-0,550		1,048	1,048				4,198 (0,0261)		0,736	2,350	
16	188	-12,40				1,067		0,773	0,294			0,537	0,925	1,693	
17	9	9,70				0,569			0,569			0,803	0,916	2,202	
18	9	3,30 (0,0129)				1,892	0,598		0,948 (0,0250)	0,347		0,591	0,918	1,847	
18	9	-61,65				0,716	0,716				3,615		0,889	1,706	
19	11	7,27	-0,361			0,680			0,680 (0,0454)			0,941 (0,0391)	0,828	2,168	
20	11	-22,63		-0,241		1,595	0,626		0,533 (0,0309)	0,436 (0,0425)			0,878	1,819	
20	11	-40,46				2,426	0,917	0,688	0,820		-0,627 (0,0400)		0,857	1,739	
23	33	-75,01		-0,561 (0,0103)		1,022	0,405 (0,0437)	0,617			4,018 (0,0359)		0,792	1,615	
26	34	-32,65				2,039	0,876		1,164		-0,446 (0,0477)		0,801	2,286	
27	34					0,314			0,314		-0,299 (0,0172)		-1,003	0,958	1,801
28	34			-0,245 (0,0224)		0,267		0,267 (0,0472)				-0,937	0,910	1,925	
32	16	-9,10				1,043		0,465	0,578			0,943	0,980	1,808	
33	16	6,63				0,992		0,452	0,540			0,969	0,980	1,996	
34	12	2,25				1,817	0,499		1,318				0,884	1,763	
36	12	-64,19				0,525			0,525			3,965		0,943	2,233
39	19	-38,44		-1,085		2,389	0,778 (0,0104)		0,960 (0,0367)	0,650				0,758	2,201
42	226	-33,68			-0,576	2,157	1,264		0,893				0,779	2,106	
43	5	-20,09				1,529		0,671	0,558	0,301 (0,0325)			0,689	0,943	1,680
44	5	9,14				0,399			0,399		-0,395 (0,0416)		0,944	0,942	1,771
51	38	-105,7				1,785	0,709		0,590 (0,0355)	0,487	-0,792	4,868		0,929	1,626
Elasticidad promedio			-0,361	-0,399	-0,831	1,162					-0,512	4,279			
Desviación estándar			0,000	0,181	0,360	0,659					0,197	0,452			
Elast. prom. per cápita						1,296									
Desv. est. per cápita						0,736									

Nota: 1) Los valores de los coeficientes del PBI que se encuentran en cursiva y negrita corresponden a valores de PBI per cápita.

2) Entre paréntesis se destacan las probabilidades de los coeficientes superiores al 1%.

TABLA 3: ESTIMACIONES SELECCIONADAS PARA LAS RUTAS ARGENTINAS CON PEAJE
(Series trimestralizadas) - Período: 1º Trimestre 1991-4º Trimestre 1998

b) Tipo de vehículo: Transporte de pasajeros (Categorías II y III)

Nº de puesto	Ruta Nac. Nº	Valor del coef. de la const.	Elasticidades						AR (I)	Medidas de bondad de ajuste		
			Peaj _{t+2}	Suma elastic.	PBI _t	PBI _{t-1}	PBI _{t-2}	Comb _t	Comb _{t-1}	R ² ajust.	DW	
9	8	-10,08		0,937	0,441	0,495					0,811	1,690
23	33	4,96	-0,835	<i>1,153</i> (0,0297)	<i>0,580</i> (0,0235)	<i>0,572</i> (0,0203)	-0,178				0,748	1,920
32	16	4,48		<i>1,235</i>	<i>0,590</i>	<i>0,645</i>				0,529	0,803	1,604
33	16	3,24		<i>1,238</i>	<i>0,712</i>	<i>0,526</i>				0,524	0,871	2,092
34	12	-17,99		1,279	0,450	0,830		-0,151 (0,0492)		0,461 (0,0213)	0,820	1,909
34	12	2,38 (0,0379)		<i>1,410</i>	<i>0,549</i>	<i>0,861</i>				0,508 (0,0107)	0,817	1,761
51	38	-27,35		1,749 (0,0288)	0,594	1,154					0,832	1,950
Elasticidad promedio			-0,835	1,322			-0,178	-0,151				
Desviación estándar			0,000	0,408			0,000	0,000				
Elast. prom. per cápita				1,259								
Desv. est. per cápita				0,108								

c) Tipo de vehículo: Transporte de carga (Categorías IV, V y VI)

Nº de puesto	Ruta Nac. Nº	Valor del coef. de la const.	Elasticidades						AR (I)	Medidas de bondad de ajuste		
			Peaj _t	Suma elastic.	PBI _t	PBI _{t-1}	PBI _{t-2}	Comb _t		R ² ajust.	Durbin-Watson	
9	8	4,56		<i>1,257</i>	<i>0,734</i>	<i>0,523</i>			0,763	0,906	1,761	
31	34	-26,98		1,773	1,013	0,759				0,803	1,886	
32	16	-14,88 (0,0126)		1,195 (0,0265)	0,404	0,790			0,671	0,913	1,911	
39	19	-19,18 (0,0151)		1,388	0,934 (0,0398)	0,454			0,747	0,912	1,975	
51	38	-12,52 (0,0183)	-0,19	1,056	1,056		-0,186 (0,0294)			0,835	1,661	
Elasticidad promedio			-0,192	1,353			-0,186					
Desviación estándar			0,000	0,311			0,000					
Elast. prom. per cápita				1,257								
Desv. est. per cápita				0,000								

Nota: 1) Los valores de los coeficientes del PBI que se encuentran en cursiva y negrita corresponden a valores de PBI per cápita.

2) Entre paréntesis se destacan las probabilidades de los coeficientes superiores al 1%.

6. Conclusiones

En prácticamente la mitad de las estaciones de peaje (en el 45%), se obtuvieron resultados relativamente satisfactorios (en la medida que superan las restricciones impuestas).

Los mejores ajustes corresponden a automóviles, luego a carga y finalmente a pasajeros. Esto, resulta de que los datos no están clasificados por tipo de vehículo sino por categoría tarifaria (ver **tabla 1**). La categoría I corresponde exclusivamente a automóviles. Las categorías IV a VI, por sus características, corresponden casi totalmente a camiones (aunque con alguna superposición en la IV con colectivos). Las categorías II y III, sin embargo incluyen furgonetas, camiones pequeños y medianos, colectivos y combis.

En general los valores obtenidos para las elasticidades PBI, Peaje y Precio del Combustible están dentro de los valores citados en la literatura (Goodwin 1992 y Oum et. al. 1992). Los valores *relativamente* similares en los coeficientes de algunos ajustes dan cierto grado de generalidad a los resultados. Para un mejor desarrollo de este aspecto, en un estudio posterior, se trabajará con los datos en forma de panel.

Nótese, sin embargo, que en la mayoría de los ajustes la tarifa de peaje no resultó significativa, esto puede obedecer al hecho de que en la mayoría de las concesiones no existen rutas alternativas comparables en costo y tiempo de viaje. No surge una explicación satisfactoria, sin embargo, para la aparentemente marcada inelasticidad (cero) de los viajes respecto del precio del combustible, en la mayoría de los ajustes.

En el caso de las elasticidades población (para algunos ajustes de automóviles), los valores obtenidos son excesivamente elevados. Al ser su tasa de variación prácticamente constante, la población opera como si fuese parte de la ordenada al origen que captura variables no explicitadas en la regresión. Variables probablemente significativas que se han omitido por falta de datos son: Producto Bruto Regional, nivel socioeconómico de los viajantes, Origen-Destino de los viajes (la percepción de los costos por parte de los viajantes suele ser función de la distancia recorrida), la existencia de recorridos alternativos, el motivo de los viajes y la tasa de ocupación de los vehículos.

Finalmente, las elasticidades precio (combustible y peaje) son algo más elevadas para automóviles que para carga. Lo cual está dentro de lo esperable, dado la mayor significación que tiene el peaje en el costo total de operación de automóviles respecto a carga.

Fuentes de los datos utilizados :

La evolución de las *tarifas de peaje* y los *vehículos* pasantes por categoría y por estación de peaje se obtuvieron del Organismo de Control de las Concesiones de la Dirección Nacional de Vialidad de la Argentina.

Los datos sobre el comportamiento de la *población* nacional corresponden al Instituto Nacional de Estadística y Censos de la Argentina (INDEC).

Los datos de *Producto Bruto Interno* de la Secretaría de Programación Económica de la Nación.

Los **precios de combustibles** de la Secretaría de Energía de la Nación, Subsecretaría de Combustible. Para automóvil se supuso una utilización de 25% de Nafta común y un 75% de Nafta Especial (97 octanos). Vehículos de pasajeros y carga exclusivamente con Gas-Oil (55 cetanos).

Bibliografía

Goodwin, P. B. (1992) "A review of new demand elasticities with special reference to short and long run effects of price charges", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol XXVI, N° 2.

Oum, T. H. , W. G. Waters and Yong J (1992) "Concepts of Price Elasticities of Transport Demand and recent empirical estimates", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol XXVI, N° 2.