

## **TARIFICACION DEL USO DE CARRETERAS INTERURBANAS EN CHILE**

**Tristán E. Gálvez Pérez**  
**CITRA Ltda.**  
**General del Canto 487, Santiago, Chile.**

### **RESUMEN**

Este trabajo presenta los principales resultados del estudio de tarificación del uso de carreteras en Chile, contratado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones a CITRA Ltda.

El objetivo del estudio era determinar tarifas de primer y segundo óptimo, basadas en costos sociales de largo plazo. Se expone brevemente la metodología utilizada para el cálculo de estas tarifas y los resultados obtenidos. Sin embargo, la presentación se centra en los aspectos de implementación.

Un primer aspecto que se dilucida es el monto actual de pagos que el sector transporte carretero hace al Estado. Se discute la separación de estos pagos por tipo de vehículo y entre transporte urbano y rural, así como cuáles de ellos son o pueden ser entendidos como una tarifa por el uso de infraestructura vial. Para ello fue necesario obtener información sobre los niveles de actividad física del sector, demostrándose que los datos provenientes de las diversas fuentes son contradictorios y es necesario hacer supuestos acerca de temas tales como el porcentaje de evasión del impuesto específico al petróleo Diesel.

En seguida se cuantifica el gasto del Estado en infraestructura vial urbana y rural. Ello permite una primera apreciación acerca de la existencia de subsidios estatales o subsidios cruzados. Por otra parte, se determina un nivel de referencia para el gasto anual de largo plazo en el sistema vial, equivalente al monto a financiar en el caso de segundo óptimo.

A continuación se discute diversas estrategias de recaudación de ingresos, examinando ventajas y desventajas de cada una en términos de factibilidad práctica, costo de recaudación, equidad, posibilidad de evasión y eficiencia económica. Los mecanismos de cobro considerados son tarifas sobre el consumo de combustibles, permisos de circulación y peajes. Finalmente, se resumen las principales conclusiones y recomendaciones del estudio.

## **1. INTRODUCCION.**

El objetivo del presente artículo es presentar los aspectos metodológicos y principales resultados del estudio "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE TARIFICACION PARA TRANSPORTE INTERURBANO (Cargos a Usuarios de Carreteras)" contratado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones a la firma consultora CITRA Ltda. Dicho estudio tuvo dos objetivos principales:

a) Diseñar un conjunto de tarifas por el uso de la infraestructura vial que propenda a corregir las imperfecciones del mercado de transporte interurbano y de este modo lograr una eficiente asignación de recursos sectoriales y una partición modal de la demanda que refleje las ventajas inherentes a cada modo de transporte.

b) Diseñar un sistema de tarificación del uso de la infraestructura vial mediante mecanismos económicos razonables y técnicamente factibles que permita recuperar el costo total de provisión, conservación y gestión de infraestructura realizado por el Estado, que se aleje en la menor medida posible de las tarifas definidas en a), y que sea coherente con las políticas fiscales y de transporte del Supremo Gobierno.

El Informe Final de dicho estudio (CITRA, 1993) contiene el desarrollo de todas las materias necesarias para lograr los objetivos señalados, entre las cuales cabe destacar las siguientes: una revisión bibliográfica sobre aspectos metodológicos y de teoría económica; experiencias en el extranjero acerca de sistemas aplicados de tarificación; parámetros físicos del sistema de transporte vial, incluyendo un análisis de consistencia a nivel agregado de la información proveniente de diversas fuentes; tarifas actualmente pagadas por los usuarios de infraestructura vial y la recaudación total correspondiente; gastos del Estado en infraestructura vial interurbana y urbana; costos de provisión de infraestructura vial y operación de vehículos, valorizados tanto a precios privados como sociales; determinación de costos sociales marginales de largo plazo por concepto de provisión de infraestructura, lo cual constituye la pieza clave necesaria para establecer un sistema de tarificación; determinación de un presupuesto de gasto de largo plazo en vialidad interurbana; determinación del subsidio actual al transporte por carretera; costos del transporte ferroviario, valorizados tanto a precios privados como sociales; costos sociales marginales de largo plazo del modo ferroviario; desarrollo de modelos de partición modal para carga y pasajeros, entre carretera y ferrocarril; discusión de los mecanismos de tarificación posibles de utilizar; determinación de los niveles tarifarios de primer y segundo óptimo; impactos de las tarifas propuestas sobre la partición modal agregada y sobre los niveles de recaudación de ingresos por parte del Estado; aspectos prácticos de implementación del sistema tarifario propuesto.

En lo que sigue se resume los principales resultados obtenidos en el estudio y los principales aspectos conceptuales, prácticos y metodológicos tenidos en cuenta. Dada la breve extensión del presente artículo, algunos tópicos han sido omitidos, pero pueden ser consultados en el texto del Informe Final.

## **2. ANTECEDENTES.**

### **2.1. Parámetros físicos del sistema de transporte vial.**

Los parámetros físicos de mayor relevancia para los fines del presente estudio son la magnitud del parque vehicular, su recorrido anual, la distribución de éste entre zonas urbanas e interurbanas, los consumos de combustible y el tránsito agregado en las principales rutas del país. Se realizó una compatibilización de los datos existentes sobre estos parámetros, que permitió obtener un cuadro razonable entre las diferentes fuentes de información. El principal resultado obtenido son los veh-km recorridos anualmente en la red vial, presentados en el Cuadro N°1. Otro resultado importante es que debió suponerse un nivel de evasión del impuesto al combustible Diesel del orden del 10%.



**Cuadro N°1**  
**Kilometraje anual recorrido en transporte vial**  
**AÑO 1990 (en Millones de Vehículos-km)**

Tipo de Vehículo	Kilometraje			
	Red Urbana	Red Interurbana		Total
		Tarifificada	Resto	
Vehículos Livianos	12.056	2.671	1.786	16.513
Camiones 2 Ejes	849	523	640	2.012
Camiones + de 2 Ejes	169	829	432	1.430
Buses	1.192	495	198	1.888
Otros	38	0	103	142
<b>Total</b>	<b>14.304</b>	<b>4.518</b>	<b>3.159</b>	<b>21.984</b>

Fuente: Cuadros N°2.3-10 y 7.5-2 del Informe Final (CITRA, 1993).

## 2.2. Ingresos y gastos del Estado relacionados con el sector transporte vial.

El sector transporte vial realiza pagos al Estado que van más allá de la tributación general, aplicable a las diversas actividades económicas, por los conceptos que se detallan a continuación.

- a) Impuesto específico al Petróleo Diesel
- b) Impuesto específico a la Gasolina
- c) Ingresos percibidos en las Plazas de Peaje
- d) Permisos de circulación

Sin embargo, es difícil discriminar qué parte de estos pagos pueden realmente interpretarse como una tarifa por uso de infraestructura vial y qué parte es un impuesto propiamente tal. Por ejemplo, en el caso de los permisos de circulación de automóviles, es claro que la estructura del impuesto es más similar a un impuesto a la renta o patrimonio que a una tarifa vial. Por su parte, la provisión de infraestructura vial hecha por el Estado tiene cuatro fuentes principales de financiamiento: La Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, el SERVIU del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, el Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) y los Fondos Municipales. Un resumen ingresos y gastos del Estado en relación al transporte vial urbano e interurbano se puede apreciar en el Cuadro N°2.

## 2.3. Costos de operación del modo carretero.

El estudio de costos del modo carretero tuvo como objetivo cuantificar el impacto que pueden producir diversas alternativas de tarificación de uso de la infraestructura vial sobre la estructura de costos de los operadores y, por consecuencia, sobre las tarifas cobradas a los usuarios. El modelo fue desarrollado en la forma de una planilla de cálculo. En la estructura global de costos de los operadores viales, se consideraron los siguientes ítems:

- Costos Variables de Operación
- Costos fijos relacionados con el tipo de vehículo
- Costos fijos relacionados con el tipo de empresa
- Costos relacionados con el tipo de carga y las labores de carga y descarga
- Impuestos generales
- Impuestos específicos y Peajes

**Cuadro N°2**  
**Resumen de Ingresos y Gastos del Estado,**  
**relacionados con el transporte vial**  
**AÑO 1990 (en Millones de \$ de Junio de 1992)**

Concepto	Ingresos						Gastos Totales
	Tipo de Vehículo					Total	
	Vehículos Livianos	Camiones 2 Ejes	Camiones más 2 Ejes	Buses	Otros		
Urbano:							
Permiso de Circulación	24,001	872	94	275	20	25,261	
Impuesto Gasolina	52,946	2,863	72	1,478	188	57,547	
Impuesto Diesel (*)	260	3,446	1,296	6,247	0	11,250	
Pasajes	-	-	-	-	-	-	
TOTAL URBANO	77,207	7,181	1,462	8,000	207	94,058	21,587
Interurbano:							
Permiso de Circulación	8,873	1,194	703	160	52	10,983	
Impuesto Gasolina	13,639	2,051	231	211	251	16,383	
Impuesto Diesel (*)	97	4,422	8,257	3,433	395	16,605	
Pasajes	8,715	1,292	3,475	1,517	6	15,005	
TOTAL INTERURBANO	31,324	8,959	12,666	5,321	704	58,975	64,607
Total:							
Permiso de Circulación	32,874	2,066	797	435	72	36,244	
Impuesto Gasolina	66,585	4,914	304	1,690	438	73,930	
Impuesto Diesel (*)	357	7,869	9,553	9,680	395	27,854	
Pasajes	8,715	1,292	3,475	1,517	6	15,005	
TOTAL	108,531	16,140	14,128	13,322	912	153,033	86,194

Fuente: Cuadros N°2.3-22 y 2.3-23 del Informe Final.

(\*) : Considerando una Evasión del 10%.

#### 2.4. Experiencia Internacional.

La experiencia internacional en Tarifación Vial fue analizada y discutida en el presente estudio con el fin de determinar los mecanismos más apropiados para su posible aplicación al caso chileno. Para tales efectos, fueron descritos y analizados los sistemas de tarificación utilizados en California, Malasia, Nueva Zelandia y diversos países de Europa.

Los temas de discusión comunes y recurrentes en la literatura internacional está el rol de los costos de implementación de un sistema de tarificación vial, el que podría ser protagónico en los resultados de una eventual aplicación. Entre los temas no tratados, está el caso de una discusión en cuanto al rol de la capacidad vial en la definición de tarifas óptimas, es decir, si tarificar por congestión, por provisión óptima de infraestructura, o bien por una combinación de ambas. Finalmente, del análisis de la bibliografía se concluye que la diversidad de criterios y objetivos en la definición de mecanismos de tarificación, cuya implementación, tanto en su estructura como nivel también varían considerablemente entre los países que los emplean, se sustentan en una base jurídico-institucional particular, que hacen prácticamente imposible su aplicabilidad al caso chileno sin contemplar modificaciones a la legislación vigente.

Por otra parte, se recogió información sobre niveles tarifarios actuales en diversos países. Un resumen de esta información se presenta en el Cuadro N°3.



**Cuadro N°3**  
**Niveles de cobro por impuestos en diversos países. Valores medios para un camión de 38 toneladas de capacidad de carga**

País	Permiso de Circulación		Impuesto al Diesel		Peaje		Total
	US\$/año	%	US\$/año	%	US\$/año	%	
Bélgica	1.169	24,7	3.561	75,3	-	-	4.730
España	483	3,7	5.264	40,6	7.204	55,6	12.950
Grecia	1.708	23,4	4.499	61,6	1.095	15,0	7.302
Italia	532	4,9	7.555	69,3	2.807	25,8	10.895
Portugal	803	5,5	6.875	47,5	6.798	47,0	14.476
Reino Unido	6.188	38,9	9.719	61,1	-	-	15.907

Fuente: Cuadro N°2.2-2 del Informe Final.  
 (\*) : Dato correspondiente al año 1984.

### 3. COSTOS DE PROVISION DE INFRAESTRUCTURA VIAL INTERURBANA.

#### 3.1. Costos sociales marginales de largo plazo.

El supuesto básico para el cálculo de estos costos es que son dependientes de las condiciones climáticas y topográficas en las cuales debe desarrollarse el camino, y del nivel y composición del flujo vehicular. En este sentido, el ejercicio de cálculo consistió en diseñar una carretera, a partir del terreno natural, para cada condición posible, y determinar su costo. Este costo de provisión se subdividió en inversión, conservación y repavimentación. Para la determinación del costo de inversión en carreteras se consideraron separadamente las siguientes componentes: Trabajos Preliminares, Carpeta y Obras Complementarias. Las condiciones topográficas y la sección transversal del camino, la que a su vez está determinada por el volumen de tránsito y el nivel de servicio requerido, constituyen el factor más importante para el costo de los trabajos preliminares. En el caso de la carpeta, la variable fundamental está constituida por los ejes equivalentes en el horizonte de diseño del camino y por las condiciones climáticas. En el caso de las obras complementarias, los factores más importantes se refieren a la topografía y las condiciones climáticas que determinan el número y magnitud de las obras de saneamiento y puentes que se deben incorporar al camino en consideración.

Considerando las condiciones climáticas del territorio nacional, en especial en lo referente a precipitaciones, se clasificó la red vial en tres zonas: NORTE (zona seca), Regiones I, II, III y IV; CENTRO (zona media), Regiones V, VI, VII y Metropolitana; SUR (zona húmeda), Regiones VIII, IX, X, XI y XII. Además, atendiendo a las condiciones topográficas, se distinguió entre tres categorías: caminos en zonas planas, onduladas y montañosas. Ello condujo finalmente a nueve tipos de camino. Para cada uno de ellos se determinó un costo social anual equivalente que incluía todos los ítemes de costo definidos anteriormente, para 45 niveles de flujo, cada uno de los cuales era un vector de cuatro componentes: i) vehículos livianos, ii) camiones simples de dos ejes, iii) camiones simples de más de dos ejes, trailers y semitrailers y iv) buses.

Los niveles de flujo se determinaron independientemente para cada tipo de vehículo mediante una tabla de números aleatorios en el rango entre 0 y 1,6 veces el valor máximo observado realmente como flujo de ese tipo de vehículo en ese tipo de camino, asegurando con ello una base empírica adecuada. Para cada tipo de vía y nivel de flujo se estimó los costos de construcción y mantención según las siguientes etapas:

- Diseño geométrico de la vía para un nivel de servicio C.

- Diseño de los pavimentos en función de los ejes equivalentes, considerando alternativas en asfalto y hormigón.
- Estimación de costos de inversión inicial, de mantención y de repavimentación. Estos costos fueron valorizados a precios privados y sociales, y expresados como cuota anual equivalente con una tasa de actualización del 12%.

Luego, utilizando el conjunto de observaciones generadas, para cada uno de los nueve tipos de camino clasificados según clima-topografía se procedió a estimar una función de costo multiproductiva cuadrática para cada caso, que distingue los cuatro tipos de vehículo definidos y cuya expresión genérica es la siguiente.

$$C_T = C_0 + \sum_{i=1}^4 A_i \cdot \Delta Q_i + \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 A_{ij} \cdot \Delta Q_i \cdot \Delta Q_j \quad \left[ \frac{\$}{\text{veh-año-metro}} \right] \quad (1)$$

Donde,  $\Delta Q_i$  es la desviación en torno a la media de las observaciones de la componente i-ésima del TMDA y  $C_0$ ,  $A_i$ ,  $A_{ij}$  son los coeficientes a estimar de la función cuadrática. Dado que para cada nivel de flujo se está diseñando un "tamaño de planta" exactamente adecuado al mismo, esta función representa los costos sociales de largo plazo. Una explicación en mayor detalle del método utilizado puede verse en Jara y Munizaga (1993). Finalmente, se calculó para la media de las observaciones, los costos marginales sociales de largo plazo de la provisión de carreteras, presentados en el Cuadro N°4.

La metodología aplicada supera la habitual dificultad de identificar qué proporción del costo de construcción y mantención de carreteras se debe a cada uno de los tipos de vehículo que la utilizan. Dado que son precisamente éstos los valores relevantes en una perspectiva de tarificación de primer óptimo, la metodología enfoca el problema a través de la conversión de un problema discreto, cual es el diseño de un camino, en uno continuo, cual es el de la estimación de una función de costos.

**Cuadro N°4**  
**Costos Marginales [\$ / veh / km], en \$ de Junio de 1992.**

Tipo de Camino	Tipo de Vehículo			
	Veh. Liv.	C.2 Ejes	C.+2 Ejes	Buses
Norte-Plano (NP)	1.61	3.85	10.02	4.11
Norte-Ondulado (NO)	1.77	8.66	15.52	7.28
Norte-Montañoso (NM)	4.40	38.88	50.09	26.05
Centro-Plano (CP)	2.75	4.96	8.57	4.95
Centro-Ondulado (CO)	2.80	12.77	20.08	9.87
Centro-Montañoso (CM)	4.35	37.96	53.03	26.14
Sur-Plano (SP)	2.17	4.69	9.07	4.61
Sur-Ondulado (SO)	2.59	11.17	17.79	9.23
Sur-Montañoso (SM)	3.95	33.30	46.99	23.30

Fuente: Cuadro N°3.4-3 del Informe Final.

### 3.2. Estimación de un presupuesto tipo para vialidad.

Para la estimación del presupuesto se partió por realizar una estimación del monto del patrimonio vial interurbano, correspondiente a la inversión histórica realizada a la fecha en caminos interurbanos, que comprende principalmente todos los gastos realizados por el Estado para la habilitación de los caminos existentes, esto es: gastos en terreno, obras preliminares, obras complementarias y la inversión inicial



en pavimentos. Para su estimación se utilizaron las mismas funciones de costo de provisión utilizadas para la calibración de funciones cuadráticas de costo. El resultado obtenido, calculado a precios privados, se presenta en el Cuadro N°5.

**Cuadro N°5**  
**Patrimonio Vial Interurbano (Millones de \$ de Junio de 1992).**

Tipo de Camino	km Totales	Red			
		Tarificada	No Tarificada	Comunal	Total
NP	9048	52.742	44.419	63.892	161.053
NO	10094	31.871	84.591	113.045	229.507
NM	2583	3.242	50.741	65.110	119.093
CP	12194	125.474	160.189	234.156	519.819
CO	4451	33.299	89.791	123.714	246.802
CM	1177	9.706	50.962	63.930	124.597
SP	21611	76.041	189.110	301.634	566.785
SO	10859	7.272	165.945	243.557	416.774
SM	7577	0	250.886	395.375	646.261
TOTAL [Millones de \$]		339.647	1.086.634	1.604.413	3.030.691
TOTAL [Millones de US \$]		918	2.937	4.457	8.419

Fuente: Cuadro N°3.3-9 del Informe Final.

El presupuesto de Vialidad debe contemplar montos suficientes para cubrir las nuevas inversiones requeridas, ya sea en incrementos de capacidad producto del crecimiento del flujo vehicular, o en necesidades de cambio de estándar por consideraciones de costos de operación de vehículos. Estos requerimientos se estimaron en un 6% del patrimonio vial, exceptuando la red comunal. Dicho presupuesto también debe considerar montos para repavimentación y mantención de los caminos actuales. Estos criterios de cálculo condujeron al presupuesto presentado en el Cuadro N°6.

**Cuadro N°6**  
**Presupuesto Anual para Vialidad**  
**(Mill. de \$ de Junio de 1992).**

Items	Red Tarificada	Red No Tarificada	Red Comunal	Total
Inversión	20.379	65.197	-	85.577
Conservación	3.510	13.435	22.944	39.889
Repavimentación	21.262	20.887	1.735	43.884
Zona Norte	8.466	22.777	5.270	36.514
Zona Centro	25.749	23.018	6.267	55.033
Zona Sur	10.937	53.724	13.142	77.803
Total	45.152	99.519	24.679	169.350

Fuente: Cuadro N°3.3-11 del Informe Final.

#### 4. LA TARIFICACION VIAL Y SUS IMPACTOS.

##### 4.1. Tarifas de Primer Optimo.

En esta sección se analiza el caso de utilizar tarifas de Primer Optimo por el uso de infraestructura vial equivalentes a los costos sociales marginales de largo plazo. Para efectos de este ejercicio, se supondrá

que es posible cobrar y recaudar los valores exactos de estas tarifas óptimas, para la totalidad de los vehículos-km que circulan en el país.

La cantidad de vehículos-km interurbanos según tipo de camino se presentan en el Cuadro N°7, elaborado a partir de estimaciones realizadas por el autor y Cuadro N°1. Si a estos vehículos-km se les aplica tarifas iguales a los costos marginales presentados en el Cuadro N°5-1, se obtiene la recaudación total indicada en el Cuadro N°6-2. En este cálculo no se ha tomado en cuenta variaciones en la partición modal con respecto a la situación actual, dado que las tarifas de primer óptimo son de un orden de magnitud similar a las tarifas actuales, por lo cual el efecto resulta ser muy pequeño.

En resumen, se obtiene que la tarificación de primer óptimo según costos marginales sociales de largo plazo recaudaría un monto del orden de 38.000 Millones de \$ de Junio de 1992, que resulta insuficiente para cumplir la meta de recaudación, indicada en el Cuadro N°5-3, que alcanza a aproximadamente 170.000 Millones de \$ de Junio de 1992. Estos resultados reflejan la existencia de importantes economías de escala en la provisión de infraestructura vial. En teoría, de no existir estas economías de escala, las recaudaciones con tarifas iguales a los costos marginales de largo plazo podrían haber sido suficientes para recuperar los costos totales.

**Cuadro N°7**  
**Vehículos-Km Interurbanos por tipo de camino y zona geográfica (Año 1990)**

VEH-KM POR TIPO DE CAMINO (Millones por año)	Vehículos Livianos	Camiones 2 Ejes	Camiones más 2 Eje	Buses	Total
NORTE-PLANO	406	93	195	85	779
NORTE-ONDULADO	284	69	96	48	497
NORTE-MONTAÑOSO	16	12	12	3	43
CENTRO-PLANO	1,901	428	467	325	3,121
CENTRO-ONDULADO	328	95	68	37	528
CENTRO-MONTAÑOSO	61	11	7	7	86
SUR-PLANO	1,230	326	335	166	2,057
SUR-ONDULADO	188	108	72	22	390
SUR-MONTAÑOSO	41	21	8	4	75
<b>TOTAL</b>	<b>4,457</b>	<b>1,163</b>	<b>1,261</b>	<b>696</b>	<b>7,577</b>

Fuente: Cuadro N°7.2-1 del Informe Final.

**Cuadro N°8**  
**Recaudación con tarifas iguales al costo marginal, Año 1990**  
**(\$ de Junio de 1992)**

RECAUDACION (Millones de \$)	Vehículos Livianos	Camiones 2 Ejes	Camiones más 2 Eje	Buses	Total
NORTE-PLANO	653	358	1,958	347	3,316
NORTE-ONDULADO	504	599	1,493	348	2,944
NORTE-MONTAÑOSO	72	450	588	81	1,191
CENTRO-PLANO	5,237	2,126	4,003	1,608	12,974
CENTRO-ONDULADO	919	1,208	1,370	368	3,866
CENTRO-MONTAÑOSO	265	404	396	180	1,245
SUR-PLANO	2,669	1,529	3,037	767	8,001
SUR-ONDULADO	486	1,211	1,286	199	3,181
SUR-MONTAÑOSO	163	707	391	85	1,346
<b>TOTAL</b>	<b>10,969</b>	<b>8,592</b>	<b>14,521</b>	<b>3,982</b>	<b>38,064</b>

Fuente: Cuadro N°7.2-2 del Informe Final.



#### 4.2. Tarifas de Segundo Optimo.

Con el objetivo de recuperar los costos totales de provisión de infraestructura y de acuerdo a lo técnicamente aceptado, la mejor manera de tarificar es mediante la regla del inverso de la elasticidad (RIE), según la cual los costos marginales son amplificados por factores inversamente proporcionales a la elasticidad-precio de cada modo de transporte, asegurándose de esta manera que se alcanza el llamado "segundo óptimo" o menor distorsión respecto del óptimo social.

El criterio básico utilizado consistió en generar un monto a cobrar proporcional a los costos marginales sociales de largo plazo de cada tipo de vehículo en cada tipo de camino. Este criterio es equivalente a suponer una elasticidad de la demanda igual para todos los tipos de vehículos en todos los tipos de camino, único supuesto posible ante la falta de evidencia empírica en sentido contrario. Sin embargo, cabe destacar que la diferencia de recaudación entre el Primer y Segundo Optimo podría ser distribuida de otro modo sin alterar los principios de tarificación.

Utilizando el criterio de proporcionalidad ya expuesto, se incrementó las tarifas unitarias de modo de recaudar el monto objetivo propuesto. Sin embargo, este incremento de tarifas producirá una reducción de los flujos, con la consiguiente reducción en la recaudación total por debajo del monto objetivo. Ello hizo necesario utilizar un procedimiento iterativo para la determinación de las tarifas.

Para estimar la reducción de flujos, se adoptó los siguientes supuestos: i) no existirán efectos sobre la generación de viajes, ni sobre los flujos de pasajeros, dado que el incremento de costos es relativamente pequeño; ii) en las áreas geográficas en que existen servicios ferroviarios, parte de los flujos de carga cambiarán modo de transporte, en una magnitud dada por el modelo de partición modal desarrollado en el estudio (ver Videla et al., 1993). Los resultados finales obtenidos de la aplicación del procedimiento iterativo reseñado se resumen en los Cuadros N°9 y N°10.

#### 4.3. Subsidio al transporte por carretera.

El Cuadro N°11 presenta una estimación del subsidio hipotético que realizaría el Estado a los usuarios de carreteras, si el nivel de gasto en infraestructura aumentara a los niveles señalados en el Cuadro N°6, y se mantuviera la estructura y niveles de tarificación actuales. Las bases de cálculo pueden ser consultadas en el informe final del estudio. Cabe destacar que estas cifras no corresponden, por lo tanto, al subsidio realmente recibido por el transporte vial en 1990.

**Cuadro N°9**  
**Impacto de las tarifas de segundo óptimo sobre la partición modal interurbana**

Tipo de Camino	Mill Veh-km Actuales		Mill Veh-km Reducidos		Diferencia			
	Cam 2 Ejes	Cam +2 Ejes	Cam 2 Ejes	Cam +2 Ejes	Mill Veh-km		Mill Ton-km	
					Cam 2 Ejes	Cam +2 Ejes	Cam 2 Ejes	Cam +2 Ejes
CP	264,095	380,636	240,501	346,630	23,594	34,006	99,095	510,085
CO	34,966	40,221	31,842	36,628	3,124	3,593	13,120	53,900
CM	5,945	5,417	5,414	4,933	531	484	2,231	7,259
SP	160,379	253,152	146,051	230,536	14,328	22,616	60,178	339,245
SO	22,250	27,586	20,262	25,121	1,988	2,465	8,349	36,968
SM	2,143	1,857	1,952	1,691	191	166	804	2,489
<b>Total</b>	<b>489,778</b>	<b>708,869</b>	<b>446,022</b>	<b>645,539</b>	<b>43,756</b>	<b>63,330</b>	<b>183,776</b>	<b>949,945</b>

Fuente: Cuadro N°7.3-5 del Informe Final.

**Cuadro N°10**  
**Recaudación con tarifas de Segundo Óptimo, Año 1990**  
**(\$ de Junio de 1992)**

	Vehículos Livianos	Camiones 2 Ejes	Camiones más 2 Ejes	Buses	Total
<b>TARIFAS (\$/Vehículo-Km)</b>					
NORTE-PLANO	7.36	17.64	45.86	18.80	
NORTE-ONDULADO	8.12	39.62	71.05	33.32	
NORTE-MONTAÑOSO	20.11	177.94	229.23	119.22	
CENTRO-PLANO	12.60	22.72	39.22	22.67	
CENTRO-ONDULADO	12.82	58.45	91.90	45.16	
CENTRO-MONTAÑOSO	19.92	173.75	242.71	119.62	
SUR-PLANO	9.93	21.47	41.53	21.11	
SUR-ONDULADO	11.84	51.13	81.40	42.26	
SUR-MONTAÑOSO	18.10	152.40	215.08	106.63	
<b>Recaudación (Millones de \$)</b>					
NORTE-PLANO	2,990	1,638	8,961	1,589	15,178
NORTE-ONDULADO	2,308	2,740	6,832	1,592	13,473
NORTE-MONTAÑOSO	329	2,059	2,691	370	5,449
CENTRO-PLANO	23,966	9,194	16,985	7,360	57,505
CENTRO-ONDULADO	4,208	5,347	5,942	1,683	17,179
CENTRO-MONTAÑOSO	1,212	1,757	1,697	824	5,490
SUR-PLANO	12,215	6,689	12,959	3,511	35,373
SUR-ONDULADO	2,223	5,443	5,683	909	14,259
SUR-MONTAÑOSO	748	3,207	1,753	387	6,094
<b>TOTAL</b>	<b>50,200</b>	<b>38,073</b>	<b>63,502</b>	<b>18,224</b>	<b>170,000</b>

Fuente: Cuadro N°7.3-4 del Informe Final.

**Cuadro N°11**  
**Subsidio Hipotético al Transporte por Carretera en 1990,**  
**en \$ de Junio de 1992**

Ítemes	Zona	Vehículos Livianos	Camiones 2 Ejes	Camiones más 2 Eje	Buses	Total
Subsidio [Mill. de \$]	Norte Centro-Sur	2,041 16,835	5,292 23,822	16,274 34,561	2,810 10,093	26,418 85,311
Veh-km [Mill. por año]	Norte Centro-Sur	707 3,750	174 989	303 958	135 560	1,319 6,257
Ton(Pax)-km [Mill. por año]	Norte Centro-Sur	1626 8625	729 4154	4549 14370	3656 15128	
Subsidio Unit. [\$/Ton(Pax)-km]	Norte Centro-Sur	1.25 1.95	7.26 5.73	3.58 2.41	0.77 0.67	

Fuente: Cuadro N°7.3-5 del Informe Final.

## 5. IMPLEMENTACION

### 5.1. Modalidades de cobro.

Para cobrar el costo de uso de infraestructura vial, a las tarifas de segundo óptimo, fueron considerados los siguientes mecanismos:

- i) Impuesto al Petróleo Diesel
- ii) Impuesto a la Gasolina



- iii) Cobros efectuados en Plazas de Peaje
- iv) Permisos de circulación

Los ingresos actuales por estos conceptos, desagregados por tipo de vehículo, fueron presentados en el Cuadro N°2. Cabe destacar que los pagos por permisos de circulación no son directamente asignables al transporte urbano o interurbano, pues ellos dan derecho al uso de toda la red mediante un único cobro fijo. Sin embargo, para los fines del estudio, fueron desagregados en proporción a los veh-km recorridos en cada área. Para recaudar los montos requeridos por el Estado, fueron definidas 5 estrategias de cobro que se exponen en el texto del Informe Final. De ellas, la más atractiva resultó ser la número 5, cuyas principales características se exponen a continuación.

- i) Se subdividió la red vial interurbana en dos redes: la tarifada mediante plazas de peaje propuestas, y el resto.
- ii) En la red tarifada, se supuso que una parte del impuesto al Diesel, proporcional a los vehículos-km recorridos en ella, contribuye a financiar su costo. El saldo resultante sería recolectado mediante cobros de peaje. El Cuadro N°12 presenta los resultados obtenidos.
- iii) En la red no tarifada, se supuso que una parte de su costo quedaba cubierta por los impuestos al combustible asignables a la misma. El saldo resultante sería recolectado mediante un cargo fijo anual a cada vehículo, en la forma de un permiso de circulación. El Cuadro N°13 presenta los resultados obtenidos.

El principal mérito de esta Estrategia consiste en que la red tarifada se autofinancia exactamente, sin tener que subsidiar al resto de la red. Ello significa que esta alternativa presenta ventajas por mayor equidad con respecto a los modos competitivos, dado que es en esta red donde se produce realmente la competencia intermodal. Esta estrategia es equivalente a una modalidad de tarificación mediante tarifas en dos partes. En efecto, el permiso de circulación es, en la realidad, un cargo anual fijo por vehículo, independiente del uso que éste haga de la red, que en este ejercicio ha sido asignado íntegramente a la red no tarifada.

El Cuadro N°14 presenta un resumen de las recaudaciones de primer y segundo óptimo y de las recaudaciones fijas y variables. De este cuadro se observa que en la red tarifada se recauda sólo componentes variables. En la red no tarifada, en cambio, la estructura de cobro es tal que la componente variable tiende a asemejarse a la recaudación de primer óptimo, en tanto la componente fija se aproxima a la diferencia entre segundo y primer óptimo. Las diferencias, sin embargo, apuntan más bien a la necesidad de incrementar la recaudación fija, esto es, los permisos de circulación, reduciendo el impuesto al combustible, todo ello con respecto a los niveles presentados anteriormente.

Esta estrategia admite una implementación gradual. En una primera etapa, sería posible construir las nuevas plazas de peaje e iniciar el cobro a las tarifas señaladas anteriormente, con lo cual se lograría de inmediato un importante mejoramiento en la equidad competitiva entre modos. En una segunda etapa, podría tramitarse un proyecto de ley orientado a establecer el nuevo permiso de circulación. Sin embargo, el estudio recomienda que antes de tomar la decisión de incurrir en el costo de construir plazas de peaje, se profundice el estudio de factibilidad de implementación de un sistema electrónico de cobro.

La implementación del sistema de cobro propuesto en la estrategia seleccionada debe cubrir por una parte aspectos normativos, incluyendo las modificaciones en la legislación que serían necesarias para su adopción, y por otra parte debe plantear un diseño de un mecanismo de cobro de peajes que asegure las recaudaciones objetivo definidas en la red tarifada. Estas materias se discuten en las secciones siguientes.

**Cuadro N°12**  
**Rendimiento global para 1990 de cada componente del sistema de tarificación**  
**En Millones de \$ de Junio de 1992. Estrategia 5, Red Tarifcada**

Componente	Vehículos Livianos	Camiones 2 Ejes	Camiones más 2 Eje	Buses	Total
<b>Recaudación Total</b>					
NORTE	1.202	1.092	5.302	870	8.466
CENTRO	9.549	3.805	8.814	3.582	25.749
SUR	3.501	1.704	4.477	1.256	10.937
<b>TOTAL</b>	<b>14.251</b>	<b>6.600</b>	<b>18.593</b>	<b>5.707</b>	<b>45.152</b>
<b>Recaudación Diesel</b>					
Valor Unitario UTM/m <sup>3</sup> : 1.5					
Porcentaje Evasión 10%					
NORTE	7	310	1.306	362	1.986
CENTRO	35	1.093	2.684	1.482	5.293
SUR	16	588	1.437	600	2.641
<b>TOTAL</b>	<b>58</b>	<b>1.990</b>	<b>5.427</b>	<b>2.444</b>	<b>9.920</b>
<b>Recaudación Pesejes</b>					
NORTE	1.195	781	3.996	508	6.480
CENTRO	9.514	2.712	6.131	2.099	20.456
SUR	3.484	1.116	3.039	656	8.296
<b>TOTAL</b>	<b>14.193</b>	<b>4.610</b>	<b>13.166</b>	<b>3.263</b>	<b>35.231</b>
<b>Mill. de Veh-Km Controlados</b>					
NORTE	330	82	200	73	684
CENTRO	1.598	287	410	300	2.596
SUR	743	154	220	122	1.239
<b>TOTAL</b>	<b>2.671</b>	<b>523</b>	<b>829</b>	<b>495</b>	<b>4.519</b>
<b>Peseje por Veh-Km</b>					
NORTE	3,62	9,58	20,03	6,92	9,47
CENTRO	5,95	9,44	14,96	6,99	7,88
SUR	4,69	7,22	13,84	5,40	6,70
<b>TOTAL</b>	<b>5,31</b>	<b>8,81</b>	<b>15,88</b>	<b>6,59</b>	<b>7,80</b>

Fuente: Cuadro N°7.5-6 del Informe Final.

## 5.2. Permisos de circulación.

Sería necesario introducir cambios en la legislación actual que redefinan el permiso de circulación o parte del mismo, como una tarifa por uso de infraestructura vial interurbana. Sin embargo, todo cambio legal que se proponga debería tomar en cuenta que los actuales permisos de circulación constituyen una de las fuentes principales de financiamiento municipal, a la cual sería difícil encontrar alternativa. Por lo tanto, la solución más atractiva desde este punto de vista sería adoptar una nueva legislación que establezca un pago anual por uso de infraestructura vial interurbana, de beneficio fiscal, que podría ser recolectado por las Municipalidades (o quien corresponda) junto con el pago de los permisos de circulación de beneficio municipal. Como se señaló anteriormente, a propósito de las tarifas en dos partes, esta proposición es muy importante por su capacidad de lograr no sólo recaudaciones suficientes sino también una mayor eficiencia económica en el transporte vial.



**Cuadro N°13**  
**Rendimiento global para 1990 de cada componente del sistema de tarificación**  
**En Millones de \$ de Junio de 1992. Estrategia 5, Red No Tarificada**

Componente	Vehículos Livianos	Camiones 2 Ejes	Camiones más 2 Eje	Buses	Total
Recaudación Total					
NORTE	5.705	4.881	11.437	2.550	24.574
CENTRO	18.471	14.047	18.522	6.449	57.489
SUR	11.773	12.545	14.949	3.518	42.785
TOTAL	35.949	31.473	44.909	12.517	124.848
Recaudación Gasolina					
Valor Unitario UTM/m3: 3.5					
NORTE	2.930	415	75	56	3.476
CENTRO	9.492	1.209	125	152	10.978
SUR	6.047	1.049	97	79	7.271
TOTAL	18.469	2.673	297	286	21.725
Recaudación Diesel					
Valor Unitario UTM/m3: 1.5					
Porcentaje Evasión 10%					
NORTE	8	350	679	306	1.343
CENTRO	15	833	620	337	1.806
SUR	16	1.082	1.116	345	2.559
TOTAL	39	2.265	2.415	989	5.708
Recaudación Permisos de Circulación					
Valor Unitario UTM/año-veh:					
NORTE	1,25	32,11	116,54	24,32	
CENTRO	2.767	4.117	10.683	2.188	19.755
SUR	8.964	12.005	17.776	5.960	44.705
TOTAL	5.711	10.413	13.737	3.094	32.955
Mill. de Veh-Km No Controlados					
NORTE	377	92	104	62	635
CENTRO	693	219	95	68	1.075
SUR	716	285	170	70	1.241
TOTAL	1.786	596	369	200	2.951

Fuente: Cuadro N°7.5-6 del Informe Final.

**Cuadro N°14**  
**Interpretación de la Estrategia 5**  
**como Tarificación en dos partes**

Recaudación	Red		
	Tarifificada	No Tarifificada	Total
Primer Optimo	20.954	17.110	38.064
Segundo Optimo	45.152	124.848	170.936
Diferencia	20.198	107.738	131.936
Fija	0	97.415	97.415
Variable	45.152	27.433	72.585
Total	45.152	124.848	170.000

Fuente: Cuadro N°7.5-7 del Informe Final.

### 5.3. Pagos por consumo de combustibles.

La estrategia planteada requiere cambios en la naturaleza legal del actual impuesto al combustible, en el sentido de redefinirlo como una tarifa por uso de infraestructura vial proporcional al consumo de combustible en el kilometraje recorrido, que por razones prácticas se recauda a nivel de la primera venta del combustible.

### 5.4. Peajes.

Se ha considerado que la interpretación del peaje como un pago por uso de infraestructura vial y no como un impuesto está fuera de discusión y no requeriría cambios en la normativa vigente. Sin embargo, el peaje no es sólo un medio de recaudación sino también un instrumento para lograr eficiencia en el sistema de transporte interurbano, lo cual ha sido considerado en el diseño propuesto. Se consideró dos opciones básicas de cobro: un sistema similar al actualmente en uso, pero con una mayor densidad de plazas de peaje, y un sistema electrónico. Se realizó un estudio de costos de ambos sistemas, que permite cuantificar un costo de recaudación unitario por vehículo, en función del TMDA del camino. Este costo unitario tiende a disminuir al aumentar el TMDA.

#### a) Tecnología actual.

El Informe final contiene una proposición de un conjunto de Plazas de Peaje, tratando de cubrir la mayor parte del territorio nacional. El criterio central para la definición de las plazas consistió en maximizar su número, por razones de equidad y eficiencia económica, sujeto a la restricción de que el costo de recaudación representara no más del 15% de la tarifa total a cobrar. Resultó finalmente 39 Plazas de peaje, cuya ubicación y tarifas se presentan en el Informe Final. La cobertura lograda con el sistema de peaje propuesto se presenta en el Cuadro N°15. Se observa que pese a que se controla sólo una fracción pequeña del kilometraje total de la red vial nacional, se logra cubrir del orden del 67% de los Vehículos-Km. totales. El 33% restante circula en forma demasiado dispersa y no es posible, dentro de las limitaciones del sistema propuesto, intentar su control.

**Cuadro N°15**  
**Cobertura del Sistema de Peajes Propuesto. Red Tarifada: 4519 Km.**

Item	Vehículos Livianos	Camión 2 Ejes	Camión más de 2 Ejes	Buses	Total
Miles de Veh-km Total País	4,457,022	1,162,680	1,261,257	695,710	7,576,668
Miles de Veh-km Controlados	2,671,171	523,342	828,984	495,352	4,518,849
Proporción Controlada	59.9%	45.0%	65.7%	71.2%	59.6%

FUENTE: Cuadro N°7.5-2 del Informe Final.

#### b) Sistema electrónico.

El informe final del estudio contiene una discusión preliminar acerca del diseño de un sistema electrónico de cobro de peajes. Dado que la tecnología correspondiente se encuentra en plena fase de desarrollo, las estimaciones realizadas tienen en cierta medida un carácter especulativo. Los principales aspectos que se discuten son: el diseño físico y lógico del sistema, las formas de control de fraude y los costos probables del sistema. Las principales características del sistema propuesto son las siguientes:

- Se instalaría en cada vehículo dispositivos electrónicos con tarjetas o sistema de prepago.



- ii) Existirían sensores en la carretera que descontarían los peajes del saldo de prepago. No requerirían estar conectados entre sí, ni acumular cuentas.
- iii) No se requiere personal de cobro, salvo el que vende las tarjetas u opera el sistema de prepago.
- iv) Se mantiene la privacidad de los usuarios.
- v) Se facilita el manejo de dineros.
- vi) Se evita la detención de los vehículos, con el consiguiente ahorro de tiempo y costos operacionales.

El informe final del estudio contiene estimaciones del costo total anual del sistema, considerando puntos de cobro ubicados cada 10 km. El grueso del costo correspondería a los dispositivos ubicados en los vehículos. Por lo tanto el número de puntos de control no es relevante para establecer la factibilidad del sistema. La principal ventaja del sistema electrónico es en términos de equidad entre usuarios. Por otra parte, su cobertura de red es mayor que la lograda por los peajes tradicionales.

El estudio finalmente recomienda que el análisis preliminar efectuado justifica dedicar recursos a un estudio más detallado sobre el tema del cobro electrónico. El énfasis debiera ponerse en una exploración de la tecnología que permita hallar dispositivos para instalar a bordo de los vehículos que fueran de menor costo, con lo cual la factibilidad del sistema se incrementaría. En cuanto a la distribución de los puntos de control sobre la red, ésta puede realizarse en principio espaciándolos igualmente. Ello tiene la ventaja de que todos ellos cobrarían la misma tarifa unitaria por vehículo en cada zona geográfica. Por otra parte, si se adopta en el futuro un sistema electrónico de tarificación del uso de vías urbanas, ambos sistemas podrían compartir el costo de los dispositivos a bordo de los vehículos, lo cual incrementaría la rentabilidad de esta solución.

## 6. CONCLUSION.

En síntesis el estudio generó los siguientes productos:

- a) Un conjunto de tarifas de primer óptimo por uso de infraestructura vial, que constituyen un elemento central para la definición de políticas de tarificación.
- b) Un conjunto de tarifas de segundo óptimo por uso de infraestructura vial, que permiten el autofinanciamiento del sistema vial.
- c) Una estrategia de implementación de la tarificación de segundo óptimo, con diversas variantes, sobre las cuales el Estado debiera decidir.
- d) Una apreciación cuantitativa acerca de los niveles de subsidio actual al transporte por carretera.
- e) Un análisis de los efectos de las políticas de tarificación vial sobre la partición modal entre ferrocarril y carretera.
- f) Una proposición de una red nacional de peajes con tecnología tradicional, los cuales permiten alcanzar los niveles de recaudación y los objetivos de eficiencia requeridos.
- g) Una proposición preliminar en cuanto a un sistema electrónico de recaudación de peajes.

## REFERENCIAS

CITRA (1993) **Desarrollo de un Sistema de Tarificación para Transporte Interurbano (Cargos a Usuarios de Carreteras)**. Informe Final para el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. CITRA Ltda, Santiago.

Jara, Sergio y Marcela Munizaga (1993) **Costos Marginales de largo plazo por tipo de vehículo en carreteras**. Actas del VI Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, Santiago.

Videla, Jorge, Jorge Vera y Gonzalo Vejar (1993) **Percepción del nivel de servicio ofrecido por los operadores de transporte de carga: un modelo de elección modal**. Actas del VI Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, Santiago.