

UNA RESPUESTA AL PROBLEMA ENERGÉTICO DESDE EL SECTOR TRANSPORTE: IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS EN CORREDORES INTERURBANOS.

Frediani, Julieta; Giacobbe, Nora; Ravella, Olga
Unidad de Investigación 6b. Instituto de Estudios del Hábitat,
Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata
Calle 47 N° 162. Tel: 221- 423-6587 al 89. E- mail: ngiacobbe@yahoo.com

RESUMEN: Dentro de los marcos conceptuales definidos para el análisis del transporte y su articulación con la problemática energética (el sector transporte es responsable de un 30% del consumo energético del país), la variable territorial es un elemento clave. Sin embargo, y a los efectos de considerar medidas en el corto y mediano plazo que apunten a revertir una urgente situación de baja eficiencia energética y de dependencia casi exclusiva del petróleo, el presente trabajo propone aislar la variable transporte de la situación territorial, analizando posibles respuestas, inherentes al sector, tendientes a lograr mejoras de inmediata repercusión en el problema energético del actual modelo urbano.

La hipótesis central del trabajo que se presenta, plantea la posibilidad de lograr una reducción del consumo energético y de las emisiones contaminantes asociadas en corredores interurbanos de la Argentina mediante la aplicación de una serie de medidas combinadas sobre los distintos medios del transporte automotor.

Palabra clave: transporte, eficiencia energética, medidas, corredores interurbanos, emisiones contaminantes.

INTRODUCCIÓN

Tres son las principales características que definen al sector transporte desde el punto de vista energético y determinan los principales problemas ambientales asociados:

- La dependencia casi total del petróleo
- La baja eficiencia energética
- La planificación territorial

Esta trilogía que funciona estrechamente vinculada y que tiene como corolario un profundo impacto ambiental necesita para su resolución respuestas sistémicas de gran complejidad y de dificultosa aplicación en el corto plazo. Revertir la tendencia en la expansión urbana de nuestras ciudades a fin de generar compacidad en lugar de dispersión, privilegiar la multimodalidad en lugar de la hegemonía del transporte automotor, favorecer el transporte colectivo en lugar del privado es incumbencia de la planificación urbana pero sobre todo de las políticas reguladoras del mercado. Es así que se presentan obstáculos que toman este planteo en presupuestos que tienen resolución solo a nivel teórico, al menos en horizontes inmediatos o mediatos.

Con la intención de superar estas barreras y dar respuestas que permitan desde hoy encarar temas tales como la eficiencia energética mediante proposiciones susceptibles de ser adoptadas por las instancias políticas, se plantea un enfoque que permita separar los tres ejes. Esta desarticulación cobra sentido en el momento de considerar medidas tendientes al logro de una mayor eficiencia energética en el corto y mediano plazo, siempre y cuando no neutralice las reflexiones en materia de planificación territorial a fin de alcanzar un frente común de racionalización energética del transporte en el largo plazo. Es así que la necesidad de espacializar el consumo energético fue la orientación que direccionó el trabajo. En efecto cualquier medida de racionalización debe ser tomada en función de las características y especificidades de las fuentes que originan el consumo pero también del contexto local que lo determina, condiciona o modifica. El lugar donde ocurre el consumo adquiere un interés especial y la primera identificación a tener en cuenta es si este se origina en ciudades o en corredores interurbanos, posteriormente se desarrollaran las características inherentes a cada área urbana o sector de la red vial.

El trabajo focaliza en la demanda de combustible y por consiguiente se trata de un desarrollo metodológico basado en distintos niveles de desagregación, ya que identifica no solo cuánto, sino dónde, cómo y quienes consumen. (Giacobbe; Frediani et al., 2007). Partiendo de estas consideraciones se analiza la posibilidad de lograr una reducción del consumo energético en corredores interurbanos de la Argentina mediante la aplicación de una serie de medidas combinadas sobre los distintos medios del transporte automotor.

Según datos del Inventario de Gases Efecto Invernadero 2000, el sector transporte representa 32% del consumo final energético nacional, donde los combustibles fósiles cubren casi el 100% de dicho consumo (sólo el 0,35% del consumo de este sector se realiza con electricidad). En los 231.095 Km. de caminos de la República Argentina, se consume el 35.6% de energía de dicho sector, es decir, unos 6.494.809 TEP/año, de los cuales el transporte de carga participa con el 66% y el transporte de pasajeros con el 34%. Si clasificamos al transporte de pasajeros en términos de masivo (buses y combies) y no masivo (taxis, remises y automóvil particular), este último porcentaje se reparte en un 11% para el primer caso y un 23% en el segundo. Estas cifras revelan la urgencia de implementar medidas tendientes a disminuir el alto costo energético que significa para el país el estado actual del sector transporte.

Sin embargo, hasta el momento los programas de eficiencia energética desarrollados en la Argentina están fundamentalmente orientados a mejorar la situación relacionada con la generación y el consumo industrial y domiciliario de gas y electricidad. El sector transporte ha sido destinatario de programas sin continuidad geográfica ni temporal debido a la falta de una estructura institucional que posibilite la formulación de políticas globales y a la carencia de una visión integradora en la gestión del sector.

Entre los programas orientados a la disminución del uso de combustibles se puede mencionar: i.) la renovación del parque automotor; incorporando vehículos con motores más eficientes (Plan Canje 1995 - 2001); ii) impuestos a los vehículos ineficientes; iii) incentivos/penalizaciones impositivos (Precio diferencial Gas oil en transporte público de pasajeros); iv) Régimen de control y habilitación de vehículos (VTV, 1994 - actualidad); v.) Impuesto a los combustibles; vi.) Producción de combustibles más eficientes en términos de su consumo y de emisión de GEI, el biodiesel (Programa Nacional de Biocombustibles), el GNC y el GLP.

Se destacan a nivel país y por la amplia repercusión y aceptación de la medida, el Plan Canje y la conversión a GNC de vehículos a nafta. En Argentina dado el subsidio a los combustibles el costo del gas oil es menor que el del GNC por lo tanto no pareciera probable la conversión a ese combustible para el transporte público automotor. Sin embargo en los automóviles particulares y en taxis y remises se verificó una tendencia creciente de sustitución al GNC fundamentalmente a partir de la crisis del año 2001. En la actualidad nuestro país tiene un alto porcentaje de automóviles convertidos a ese combustible, aproximadamente 1.300.000 unidades que alcanza aproximadamente el 30% del parque de automóviles y que produjo una reducción de aproximadamente un 15% del consumo de combustible.

MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO

La propuesta de medidas exitosas de racionalización energética en corredores interurbanos requiere un estudio particularizado de cada área de aplicación, resaltando las especificidades de cada ruta a fin de que las medidas adoptadas sean las que logren la respuesta mas adecuada a la problemática de cada sector. Una de las barreras más importantes para lograr una reducción en el consumo de combustibles fósiles en el sector transporte es la multiplicidad de actores que intervienen en el sistema. A diferencia de otras esferas de consumo energético tales los casos del gas y de la electricidad que cuentan con usuarios cautivos y consecuentemente con una aceptación ineludible y generalizada de las disposiciones implementadas, las medidas a aplicar en el sector transporte deben ser consensuadas con los usuarios que tienen libre elección de medios, velocidades y corredores para movilizarse, evidentemente dentro de los parámetros regulados, dependiendo el éxito de las medidas de una sumatoria de voluntades y factores heterogéneos.

Procedimiento metodológico

Se estudiaron medidas conducentes al logro de mayor eficiencia energética adoptadas en distintos países. La selección para su aplicación en corredores de la Argentina se realizó según criterios de: relación costo/beneficio, rapidez y relativa facilidad de implementación, y de sustitución modal. La eficacia de estas medidas para los corredores interurbanos de Argentina se constituyó en la hipótesis central del trabajo en ese sentido el Proyecto Júpiter de la Unión Europea presentó un interesante material de comparación en el proceso de evaluación de los resultados.

La verificación del ahorro de combustible se realizó mediante la siguiente secuencia de actividades:

- Construcción de indicadores en base al Tránsito Medio Diario Anual, los tipos de vehículo automotor, los km recorridos, los pasajeros/km, y los tipos de combustible. Datos relevados para todas las rutas del país.
- Determinación de la línea base o escenario actual realizado para el año 2003
- Estimación de los escenarios base de consumo energético para los años 2008 - 2012 - 2015.
- Estimación de los escenarios de eficiencia energética para los años 2008 - 2012 - 2015. Estos escenarios se construyeron a partir de la consideración de las medidas de ahorro seleccionadas previamente.
- Comparación de las medidas aplicadas en los escenarios base y en los de eficiencia energética a fin de determinar la variación del consumo y la capacidad de ahorro de cada medida.

Línea base (Año 2003)

La construcción de la línea base para el total del país se realizó analizando las rutas de mayor TMDA (a nivel Nacional, Provincial y rutas de Tierra). Las rutas consideradas correspondieron a un 10 % del total de Km. de la red y a más del 50% del consumo total. Para el resto de las rutas se estimó el consumo de combustible considerando un 50% del valor del consumo promedio cada 100 km. obtenido de las rutas analizadas. Este porcentaje surge de la diferencia del TMDA entre estas últimas y el resto de la red vial.

Consumo Total Anual en TEP del Total Rutas del País						
Rutas	Rutas Analizadas		Rutas estimadas		Total País	
	Km	TEP	Km	TEP	Km	TEP
Rutas Nacionales	12.925	2.857.887	18.228	986.081	31.153	3.843.968
Rutas Provinciales	3.360	686.463	35.177	1.888.959	38.537	2.575.422
Rutas de Tierra	3.888	23.681	157.517	51.739	161.405	75.419
Total Nacional	20.174	3.568.031	210.921	2.926.779	231.095	6.494.809

Tabla 1: Consumo de Combustible Anual en Rutas. Fuente: Elaboración propia en base a datos del Anuario Estadístico 2003. Dirección Nacional de Vialidad

En la Tabla N°1 se presentan los valores de consumo anual de combustible correspondientes al total de la Red Viaria del País, por característica jurisdiccional (Gráfico 1). De un consumo a nivel nacional de 6.494.809 TEP correspondiente al año

2003, el 59% del mismo se realiza en las rutas nacionales, el 40% en las rutas provinciales y el 1% corresponde a las rutas de tierra. Se desprende de su lectura que en las rutas nacionales se realiza el mayor consumo a pesar de conformar la red de menor extensión.

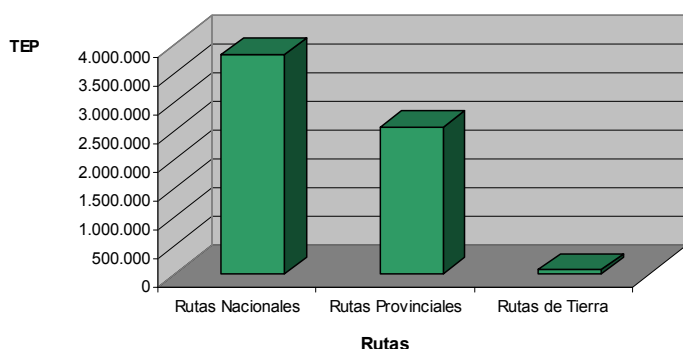


Gráfico 1: Consumo de Combustible del Total de la Red Viaria del País. Año 2003.

Consumo Anual en TEP - Rutas Nacionales - 2003									
Ruta	Autos			Camioneta			Buses	Pesados	Total
	Nafta	Diesel	GNC	Nafta	Diesel	GNC	Diesel	Diesel	
7	47.932	5.376	11.766	5.540	4.757	755	38.845	328.960	443.931
8	23.733	2.662	5.826	3.048	2.618	416	14.712	131.578	184.592
9	111.941	12.555	14.004	18.213	15.641	2.483	101.745	451.967	728.550

Tabla 2: Consumo Anual de Combustible en RN 7; RN 8 y RN 9.

A fin de determinar la incidencia del transporte de carga en el total del consumo se particularizó el análisis de las rutas con mayor ocurrencia de ese tipo de transporte. En la tabla dos se presenta el consumo anual de combustible pudiendo deducir la incidencia del transporte pesado en el consumo total de cada una de las rutas, con valores de un 74% para la ruta RN 7; 71% para la RN 8; y 62% para la RN 9. El segundo lugar en el consumo le corresponde al automóvil con porcentajes del 15%; 17%; y 19% respectivamente. Estas cifras evidencian la necesidad de priorizar al transporte de carga a la hora de proponer medidas de eficiencia energética en corredores interurbanos.

Escenarios Base

Se considera escenario base a la formulación de una situación futura para la cual no se han propuesto medidas de ahorro energético por lo tanto el consumo sería la proyección del consumo de la línea base para los horizontes propuestos.

Para la formulación de dichos escenarios en corredores, se adoptó como variable dependiente al Tránsito Medio Diario Anual (TDMA) promedio ponderado según participación vehicular y tipo de combustible utilizado, mientras el PBI, la población y el parque automotor se constituyeron en las variables independientes: variables económicas, políticas, ambientales y tecnológicas. El conjunto de estas variables conforman las dinámicas que modelan el consumo energético del sector transporte en los corredores nacionales, provinciales y de tierra analizados.

Dentro del escenario base y según los supuestos de aceleración y desaceleración de la economía se establecieron tres hipótesis: i) escenario base bajo (contempla la ausencia de inversiones en infraestructura y estrangulamiento energético), ii) medio (tendencial), iii) alto (se basa en el aumento de capacidad de generación de energía incrementada a partir de la inversión en represas hidráulicas y termoeléctricas). Los supuestos que se tomaron en cuenta han sido:

- Ponderación diferencial del PBI para los distintos modos.

- Elaboración de un Índice de Sustitución: mide el traspaso de vehículos al combustible GNC en el año 2015. La hipótesis base es un aumento del 10% en la participación del parque de automóviles con GNC. El índice es ad-hoc, se elaboró en base a datos históricos y su efecto es decreciente. Se aplica un índice a automóviles nafteros y otro a automóviles con GNC para ajustar el cambio en la participación.

Consumo Anual en TEP de los Escenarios Base - Ruta Nacional 7						
Veh.	Comb.	Año				
		Situación Actual - 2003	2008	2012	2015	Var. 03-15
Auto	Nafta	47.932	59.289	65.961	70.616	32%
	Diesel	5.376	6.824	7.821	8.648	38%
	GNC	11.766	16.459	19.738	22.416	48%
Camioneta	Nafta	5.540	7.259	8.345	9.101	39%
	Diesel	4.757	6.281	7.376	8.275	43%
	GNC	755	997	1.170	1.313	42%
Buses	Diesel	38.845	42.892	48.998	53.939	28%
Pesados	Diesel	328.960	406.913	492.856	566.385	42%

Tabla 3: Escenarios Base Medio Ruta Nacional 7. Consumo Anual en TEP. Variación Porcentual del Consumo 2003 - 2015.

Para ejemplificar la metodología empleada y verificar la variación del consumo entre la situación actual y el horizonte 2015, en caso de no existir modificaciones mediante medidas de ahorro energético, se presentan los escenarios base (escenario base medio) para la Ruta Nacional N°7. La elección de esta ruta, que une Capital Federal con la Provincia de Mendoza, se sustenta en la importancia que reviste a nivel país al ser una de las de mayor tránsito medio diario anual, y por consecuencia mayor consumo. En la tabla 3 se observa el incremento en el consumo que ocurriría sin la aplicación de medidas correctoras de la tendencia. Para cada uno de los tipos de vehículos y considerando el escenario medio, la variación entre la situación actual y el horizonte 2015, arroja un incremento del 48% para los autos a GNC, del 42% para el transporte de carga y del 28% para los buses.

Escenarios de Eficiencia Energética

Se entiende por escenario de eficiencia energética la situación proyectada a diferentes horizontes, resultante de la aplicación de medidas de ahorro de combustible. Como en el caso del escenario base se establecieron los mismos cortes temporales (2008; 2012; 2015) y tres instancias concomitantes al crecimiento económico (bajo, medio, alto).

De acuerdo a los criterios mencionados anteriormente se seleccionaron las siguientes medidas:

- a. Control de velocidades máximas permitidas y disminución de los límites de velocidad autorizados.
- b. Buenas prácticas de manejo
- c. Sustitución modal de camiones por ferrocarril.
- d. Mejoramiento del mantenimiento de los vehículos.

Si bien la disminución del consumo de combustible es el objetivo del presente estudio es necesario acotar, que se pueden considerar otros efectos positivos emergentes de las diferentes medidas que posibilitan un alto mejoramiento de la calidad de vida urbana y social tales como: a) disminución de accidentes en rutas y ciudades; b) disminución del congestionamiento en ingreso a ciudades y en zonas de alta concentración de la demanda en zonas urbanas; c) disminución de ruidos, d) disminución de efectos directos en la salud de la población causado por emisiones e) disminución de los gases GEI.

Los cambios tecnológicos en los modelos de buses y automóviles fueron considerados en los escenarios base por lo tanto son mejoras que no tienen un costo de implementación. Esto es así porque no deben ser calificadas como medidas sino como mejoras incorporadas al mercado.

a) Medidas de control de velocidad

Velocidad y consumo son dos variables directamente relacionadas. Para una variación de velocidad promedio, entre 90 km/h y 120 km/h, es decir de 30 km por hora se produce un aumento de consumo de combustible del 20%. Si el cambio se produce entre los 120 km/h y los 140 km/h, es decir de 20 km/h, el aumento es del 20%. Cuando se pasa de 140 a 160 km/h para un incremento del mismo valor, el aumento del consumo es del 30%. Los valores promedios de consumo adoptados, se realizaron con un criterio conservador, considerando los mayores consumos para las menores velocidades (90 km/h) y los menores consumos para las altas (140 y 160 km/h). En el Gráfico 2 se observan las variaciones de consumo para las distintas velocidades promedio de circulación en corredores interurbanos; las cifras indican la importancia en ahorro de combustible y consecuentemente en disminución de emisiones contaminantes de esta medida. Del análisis de la curva de consumo se evidencia la importancia del ahorro de combustible en el rango de las altas velocidades (Gráfico 3), y surge como necesaria la aplicación de dos tipos de medidas tendiente a la disminución de dicho consumo:

- *Control efectivo de las velocidades máximas permitidas en las rutas:* Para evaluar el ahorro de combustible producido por esta medida, en el gráfico siguiente exponemos una distribución de los promedios de velocidad observados en autopistas y autorrutas. Dado que sólo el 6% de los vehículos excede la velocidad máxima de 130 km/h, y considerando que el ahorro producido por vehículo al producirse la limitación es del 30%, el ahorro total de consumo que permitiría esta medida es del orden del 1,8%.
- *Disminución de velocidades máximas permitidas:* En autopistas y autorrutas la propuesta de una disminución de las velocidades máximas permitidas de 130 km/h a 110 km/h y de 110 km/h a 90 km/h, considerando un ahorro promedio del 20% del consumo por vehículo, y aplicada sobre un 35% de los vehículos (porcentaje promedio de automóviles que circulan en dicho rango), produciría un ahorro total de combustible estimado en un 7%.

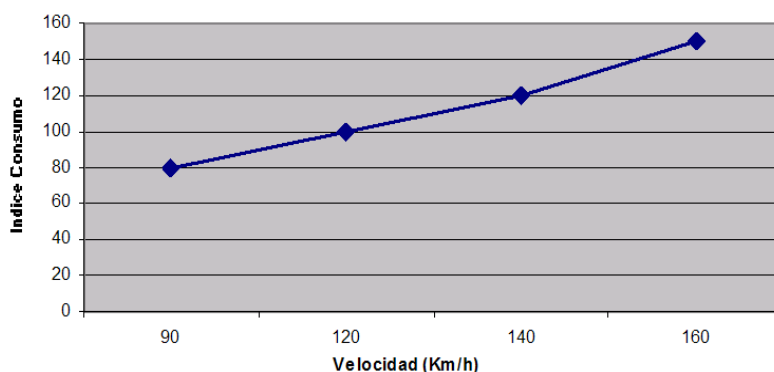


Gráfico 2: Variación del consumo en función de las distintas velocidades de circulación. Fuente: Elaboración Propia.

Los porcentajes anteriormente señalados, correspondientes a la cantidad de vehículos según velocidad de circulación fueron elaborados a partir de observaciones realizadas en distintas autopistas del Área Metropolitana, adoptándose valores más bajos para las altas velocidades de modo de obtener así los ahorros de combustible mínimos asegurados

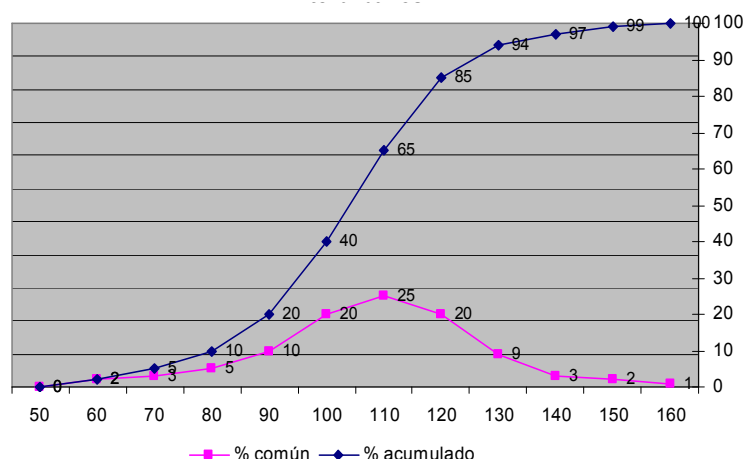


Gráfico 3: Porcentaje de Vehículos según Velocidades de Circulación en Corredores. Fuente: Elaboración Propia.

Aplicando el procedimiento metodológico, anteriormente descrito, a esta medida, el consumo de combustible resultante en el escenario medio de eficiencia energética para el horizonte 2015, presenta una reducción de aproximadamente un 5,60% en relación al escenario medio base para el mismo año.

Disminución de Consumo Combustible Controles de Velocidad (Valores Promedio)		Escenario	Año	Consumo en TEP/Año - Total Red del País	
				Escenarios Base	Escenarios de Eficiencia Energética
Año	% Ahorro			Sin medidas	Medida de Controles de Velocidad
2008	1,69%	Situac. Actual	2003	6.494.809	6.494.809
2012	3,44%		2008	8.183.459	8.053.564
2015	5,59%	Medio	2012	9.677.265	9.352.526
			2015	10.976.227	10.391.695

Tablas 4 y 5: Disminución del consumo con medidas de control de velocidad y escenarios de eficiencia energética para el total de rutas del país con la aplicación de dicha medida. Fuente: Elaboración Propia.

b) Medidas buenas prácticas de manejo en rutas

Esta medida se implementa mediante la realización de un Plan de Buenas Prácticas de Manejo que comprende diversos cursos de capacitación dirigidos principalmente a conductores de: buses urbanos e interurbanos, camiones, camionetas, taxis, remises. Se basa fundamentalmente en el control sobre los procesos de arranque y frenado de los vehículos, por lo tanto su eficacia plena se encuentra en áreas urbanas donde las interrupciones de los flujos y los cambios de velocidades son frecuentes (semáforos, bocacalles, embotellamientos, cambios de dirección, etc.). Las mediciones en rutas interurbanas presentan reducciones menores en condiciones de flujo constante. Sin embargo la importancia de esta medida radica en el proceso de adquisición de una práctica y una vez ésta obtenida su aplicación es independiente de los beneficios circunstanciales que produce ya que estos se miden en forma global y permanente. De todas maneras el balance es positivo no solo considerando el consumo sino las externalidades asociadas: disminución de accidentes, reducción de las emisiones contaminantes, beneficios para el medioambiente y la población. El Plan prevé la formación de un 10 % de conductores de cada tipo de vehículo por año. Para el 2015 se completará la formación del 80% de los conductores.

Disminución de Consumo Combustible Buenas Prácticas (Valores Promedio)		Escenario	Año	Consumo en TEP/Año - Total Red del País	
				Escenarios Base	Escenarios de Eficiencia Energética
Año	% Ahorro			Sin medidas	Medida de Buenas Prácticas
2008	0,49%	Situac. Actual	2003	6.494.809	6.494.809
2012	1,05%		2008	8.183.459	8.118.512
2015	1,62%	Medio	2012	9.677.265	9.612.318
			2015	10.976.227	10.846.332

Tablas 6 y 7: Disminución del consumo con medidas de buenas prácticas de manejo y escenarios de eficiencia energética para el total de rutas del país con la aplicación de dicha medida. Fuente: Elaboración Propia.

La aplicación de esta medida produciría para el año 2015 una disminución de combustible del 1,62% con respecto al escenario base correspondiente al mismo año (Tabla 6). Este porcentaje surge de los cálculos realizados a partir del TMDA, desagregado por tipo de vehículo y de combustible y de la velocidad promedio, resultando en un consumo de combustible

para el total de las rutas del país en el año 2015 de 10.846.332 tep/año, mientras que el consumo sin la aplicación de la medida alcanzaría 10.976.227 tep/año (Tabla 7).

c) Medida transferencia modal en rutas

La Argentina, al igual que el resto de los países del MERCOSUR, utiliza el camión como medio principal para el transporte de cargas; de 320 millones de toneladas transportadas en el año 2001, el 62% se realiza por ese medio, un 5.2% por ferrocarril y un 7.5% por vía fluvial (CEPAL, 2001). La hegemonía del transporte automotor de cargas se debió a la escasa oferta de servicios ferroviarios y a la baja utilización de las vías fluviales navegables argentinas. Estos datos marcan una participación intermodal que ofrece enormes posibilidades de transformación hacia modos de menor consumo específico de combustible y, por ende de mitigación de emisiones (según el Inventario para la Argentina de Gases Efecto Invernadero del año 2000, las emisiones de CO₂ de los camiones son responsables del 24% del total nacional).

Para estudiar la sustitución modal de camiones por ferrocarril se realizó un examen particularizado del tramo vial de Rosario-Córdoba tomando como base la Ruta Nacional 9 por ser la que presenta el flujo más elevado de camiones. A partir de este análisis es posible estimar el ahorro en combustible el cual podrá ser extrapolado a la totalidad de la red. La transferencia estimada al modo ferroviario para el año 2015 es del 10 % de la carga total transportada.

TMDA del Tramo Rosario - Córdoba - Ruta Nacional 9 - 2003								
Tipo Vehículo	TMDA Total	TMDA	lt/km	Total lt/km	Longitud	Consumo m3	TEP	TJ
Pesados	6.884	2.265	0,315	714	415	296	255	10,7
Buses		364	0,375	136	415	57	49	2,0
Autos Nafta		2.049	0,071	145	415	60	52	2,2
Autos Diesel		261	0,054	14	415	6	5	0,2
Autos GNC		512	0,064	33	415	14	12	0,5

Tabla 8: TMDA Ruta Nacional N°9 Tramo Rosario-Córdoba. Año 2003. Fuente: Elaboración Propia.

Nota: No fueron consideradas en la presente tabla las camionetas (tanto a nafta, diesel y GNC) que representan un total de 1433 vehículos.

En la Tabla 8 se presentan los datos relevados categorizados por modo y tipo de combustibles, así como el consumo de cada uno presentados en Tep.

1) El TMDA promedio del tramo es de 6884 vehículos/día -en ambos sentidos- para el cual se tienen las siguientes consideraciones:

- En la dirección Córdoba a Rosario el tráfico es cargado y en la contraria el retorno es cargado en un 15%.
- El volumen de carga por camión promedio se estima en 30 toneladas netas.
- La transferencia al transporte ferroviario desde el carretero se estima en un 10% total para el 2015 con una evolución del 3% para el año 2008 y un 6% para el año 2012.
- Se estima el consumo por modo de transporte en 147 ton-km/litro en el ferrocarril y de 37 ton-km/litro por camión, teniéndose una relación de 3,97 entre ambos

2) El volumen de tráfico de cargas en el tramo Rosario - Córdoba por la ruta nacional N°9

- Es de un 33% del TMDA total, es decir 2265 camiones/día, 1132 en cada sentido.
- Córdoba – Rosario: 1132 cam/día x 30 Ton/Cam = 33960 ton/día

La transferencia de toneladas estimada al modo ferroviario para los tres años considerados puede apreciarse en la siguiente tabla (Tabla 9).

Año	Porcentaje	ton/día
2008	3%	1019
2012	6%	2038
2015	10%	3396

Tabla 9: Cantidad de trenes diarios y semanales Fuente: Elaboración Propia

Considerando trenes de 1800 toneladas netas por tren tendríamos un incremento del tráfico ferroviario de:

Año	ton/día	trenes/día	trenes/semana
2008	1018,8	0,57	3,96
2012	2037,6	1,13	7,92
2015	3396	1,89	13,21

Tabla 10: Porcentaje Tn diarias por ferrocarril Fuente: Elaboración Propia

3) Combustible ahorrado por la transferencia intermodal.

Ton-km total del tramo: 33.960 ton/día x 415 km = 14.093.400 ton-km/día

Consumo total corredor = $\frac{14.093.400 \text{ ton-km/día}}{37 \text{ ton-km/litro}}$ = 380.903 litros/día

Año 2008

Paso al modo ferroviario: Ton-km del tramo: 1.019 ton/día x 415 km = 422.802 ton-km/día

Diferencia de consumo: Consumo camión transferido = $\frac{422.802 \text{ ton-km/día}}{37 \text{ ton-km/litro}} = 11.427 \text{ litros/día}$

Consumo ferrocarril = $\frac{422.802 \text{ ton-km/día}}{147 \text{ ton-km/litro}} = 2.876 \text{ litros/día}$

Ahorro por transferencia modal = 11.427 – 2.876 = 8.551 litros/día

Ahorro porcentual = $\frac{8.551}{380.903} = 2,24\%$

Año 2012

Paso al modo ferroviario: Ton-km del tramo: 2.038 ton/día x 415 Km. = 845.604 ton-km/día

Ahorro por transferencia modal = 22.854 – 5.752 = 17.102 litros día

Ahorro porcentual = $\frac{17.102}{380.903} = 4,49\%$

Año 2015

Paso al modo ferroviario: Ton-km del tramo: 3.396 ton/día x 415 km = 1.409.340 ton-km/día

Ahorro por transferencia modal = 38.090 – 9.587 = 28.503 litros/día

Ahorro porcentual = $\frac{28.503}{380.903} = 7,48\%$

En síntesis, y como puede apreciarse en la tabla 11, la disminución del consumo de combustible mediante la aplicación de la medida de transferencia modal resulta, del total de medidas analizadas, la de mayor nivel de eficacia, alcanzando un 7.48% de reducción del consumo energético al año 2015 en relación al escenario medio base para el mismo año.

Disminución de Consumo Combustible Transferencia Modal (Valores Promedio)	
Año	% Ahorro
2008	2,24%
2012	4,49%
2015	7,48%

Tabla 11: Disminución del consumo con medidas de transferencia modal y escenarios de eficiencia energética para el total de rutas del país con la aplicación de dicha medida. Fuente: Elaboración Propia.

Se trata de una medida de gran interés en sus aspectos de desarrollo regional, social y de política energética, sin embargo un estudio sobre costos marginales realizado para evaluar la factibilidad de las medidas adoptadas, indica una relación desfavorable costo-beneficio para esta medida cuando se la considera en horizontes muy cercanos. Un lapso de 25 años sería el punto de inflexión entre rentabilidad económica y eficiencia energética.

d) Medida mejoramiento del mantenimiento de los vehículos.

Según el manual de las buenas prácticas de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación, pueden lograrse ahorros del consumo de combustible en los vehículos, en los siguientes niveles: un 9% mediante el mantenimiento del motor bien afinado; un 3% con una dirección alineada y balanceo de ruedas; y un 5% de reducción a través de una adecuada presión de neumáticos.

La importancia del ahorro de combustible y la consecuente disminución de emisiones por el aumento de calidad del mantenimiento (17%) hace imprescindible una campaña de concientización a nivel nacional de este problema, pero la obtención de resultados está directamente relacionada con el nivel medio de ingresos de los titulares de los vehículos y el grado de aceptación de la medida que necesitaría un plazo más extendido para su cumplimiento. Por este motivo, suponiendo la puesta en marcha del proceso de concientización nacional del tema, los resultados de esta acción podrían alcanzar sólo un 10% del total del parque automotor, arrojando los siguientes valores de ahorro de combustible: un 0,5% al 2008; un 1,1% al año 2012 y un 1,7% año 2015.

CONCLUSIONES

La baja eficiencia energética y la dependencia del petróleo son ejes analíticos donde es posible considerar la variable transporte aislada de la situación territorial a fin de analizar potenciales respuestas, inherentes al sector, tendientes a lograr reducciones en el consumo energético de inmediata repercusión en la cuestión medioambiental del actual modelo urbano. El presente trabajo cumple un doble objetivo analiza las posibles respuestas al problema energético y medioambiental y proporciona las bases para una discusión sobre programas de eficiencia energética del sector transporte para la República Argentina.

El principal antecedente consultado, el Proyecto Júpiter de la Unión Europea cuyo objetivo central fue la formulación de proyectos de demostración del potencial de reducción de consumo de energía y emisiones contaminantes y de mejora de la eficiencia en el uso global de energía en áreas urbanas, arrojó porcentajes de disminución del consumo energético con valores similares a los obtenidos en nuestro estudio para horizontes de no más de 6 años. Las reducciones logradas por una serie de

medidas combinadas no superaron el 5% anual y en algunos casos fueron menores al 1%. Estas cifras permiten evaluar los resultados del presente estudio como positivos ya que no difieren mayormente de los resultados obtenidos por la aplicación de medidas conjuntas en ciudades europeas. La hipótesis central del trabajo quedó plenamente demostrada al poner en paralelo los resultados del Proyecto Júpiter y los del presente estudio.

Un estudio realizado en paralelo sobre costos marginales permitió ponderar económicamente las medidas y su factibilidad inmediata. Entre las medidas evaluadas las de buenas prácticas y control de velocidades obtuvieron la mejor relación costo beneficio, mientras que el cambio modal de camión a ferrocarril arroja costos marginales muy elevados para horizontes próximos. Considerando un horizonte de 25 años el retorno sería redituable, además este medio provoca externalidades económicas y sociales importantes y un impacto ambiental favorable sobre el territorio. Las medidas mejoramiento del mantenimiento de los vehículos no involucraría a un porcentaje elevado de la población, sin embargo su éxito depende de un trabajo de concientización por lo que se podría esperar una participación mas importante en plazos mas prolongados.

Las prioridades para la implementación de medidas tendrían que considerar en primer término a la red nacional y dentro de ella al transporte de carga responsable del mayor consumo en rutas. El estudio desagregado permite la espacialización del consumo por lo que sería posible realizar un mapa energético de corredores con variaciones del consumo cada 100 km. a fin de localizar los tramos críticos y definir las medidas más adecuadas y los controles más eficientes, orientando a los poderes locales hacia una mejor gestión de la demanda. El diseño e implementación de políticas de eficiencia energética necesita de estos estudios a fin de definir prioridades, evaluar costos beneficios, estimar los horizontes de eficacia de cada medida, localizar los radios de aplicación y establecer criterios de selección de las medidas a aplicar.

REFERENCIAS

- Bravo, V. Opciones Técnicas de Uso Eficiente de Energía en el Sector Transporte de Cargas y Pasajeros, Proyecto PNUD/ARG/99/003, Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina and Revision of the First National Communication, Argentine Republic, 1999.
- CEPAL. Boletín FAL N°174. Febrero de 2001.
- Consejo General de Administración de Energía de la Comisión Europea (DG XVII) Proyectos piloto orientados al desarrollo de políticas de uso racional de energía en transporte: Proyecto JÚPITER 1993.
- Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires. Anuario 2004. Estimaciones del T.M.D.A. ordenado por ruta y censos de clasificación vehicular.
- Dirección de Vialidad Nacional. Anuario 2003. Estimaciones del T.M.D.A. ordenado por ruta y censos de clasificación vehicular.
- Giacobbe, N.; Frediani, J.; Aón, L.; Ravella, O. El consumo energético del sector transporte analizado desde la demanda. Aspectos metodológicos. Asades, 2007.
- Inventario de Gases Efecto Invernadero, Fundación Bariloche, 2005.
- IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme and its Technical Support Unit. Establishment of a database on greenhouse gas emission factors. Report of the First Expert Meeting. Intergovernmental Panel on Climate Change. National Greenhouse gas Inventories. París, 2001.
- Libro Blanco. La política europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad. Unión Europea. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Internet: <http://europa.eu.int>. Luxemburgo, 2002.
- Proyecto PNUD/ARG/99/003. Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina y Revision of the First National Communication, Argentine Republic, Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires, 1999.

ABSTRACT: Within the conceptual frameworks defined for the transport analysis and its articulation with energy problems (transport is responsible for 30% of energy consumption in the country), the territorial variables are a key element. However, with the view to considering measures in the short and medium term which aim to reverse an urgent situation of low energy efficiency and almost exclusive oil dependence, this work proposes to isolate the transport variable from the territorial situation, analyzing possible answers aiming at immediate improvements in the energy problem in the current urban model.

This work central hypothesis expresses the possibility of achieving a reduction in energy consumption and the resulting gas emissions in the inter-urban corridors in Argentina. This would be accomplished by means of the implementation of a series of combined measures with regard to the different means of motor vehicle transport.

Key Words: transport, energetic efficiency, measures, inter-urban corridors, exhaust fumes.