

## *Uso racional de energía en el transporte*

### **Introducción**

El Gobierno Argentino ha realizado para los años 1990 y 1994 y de acuerdo a lo estipulado por la Conferencia de Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático el Inventario de gases efecto invernadero. En el mismo, el Sector Transporte aparece como el responsable del mayor porcentaje de emisiones, tanto en el año base como en los horizontes trazados, si bien su responsabilidad porcentual va decreciendo debido a la mayor eficiencia y a la incorporación cada vez mayor del GNC (gas natural comprimido).

Así por ejemplo sobre la base de los datos del Inventario del año 1994, del total de emisiones de CO<sub>2</sub> en el rubro IA Actividades de Quema de Combustibles, el ítem A3 Transporte, aporta un 32%, correspondiéndole un 94% al Transporte por Carretera. A su vez si se consideran los distintos medios de transporte carretero, al rubro camiones pesados y ómnibus le corresponde un 42% de las emisiones; al rubro

automóviles un 30% y a los camiones livianos un 23%.

Más allá de las sustituciones futuras de combustibles tradicionales que se vayan dando es evidente que debe darse una especial importancia a la mejora de la situación actual y en ese sentido todo aquello que se haga a favor de uso más racional de la energía será una importante contribución como acción mitigadora de las emisiones de gases efecto invernadero.

En la publicación “América Latina en el camino de la Ecoeficiencia” se informó sobre la experiencia desarrollada en noviembre de 1996 por la Secretaría de Energía de la Nación Argentina, dentro del Programa Trienal de Cooperación en el Area del Uso Racional de la Energía con la Unión Europea.

Se refirió entonces a una experiencia de demostración que consistió en la formación de choferes del transporte público urbano de pasajeros, en el estilo de la conducción racional.

Dicha experiencia permitió

establecer las ventajas de dicho estilo conductivo para el incremento de la eficiencia energética y la consecuente reducción de emisiones gaseosas y de partículas.

En diciembre de 1998, en el marco del Programa de Cooperación Técnica Argentino-Alemana, la Secretaría de Transporte de la Nación Argentina y la GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH) desarrollaron un Proyecto titulado “Mejoramiento de la Gestión Ambiental en el Sector Transporte” en el cual también participaron la Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable y la Subsecretaría de Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

Entre otras acciones, se realizó una operación por la cual se dictaron siete cursos de conducción racional para choferes del transporte público urbano de la ciudad de Buenos Aires a los efectos de sensibilizar al sector empresario, sobre las ventajas de dicho estilo conductivo.

Para ello se encargó<sup>1</sup> la confección de un Manual de Conducción Racional que describe los fundamentos y los resultados que pueden obtenerse de su práctica, que actualiza la experiencia europea en el tema y que permite al em-

presario del transporte, una reflexión acerca de las posibilidades de reducir las emisiones contaminantes de los vehículos que utiliza, mediante el incremento de la eficiencia energética de los mismos, a partir del cambio conductivo de los choferes.

El Manual fue editado y distribuido entre los empresarios del transporte público de pasajeros del área Metropolitana de Buenos Aires que participaron enviando choferes a los cursos realizados.

La concepción global del Manual apunta a que el mismo se constituya en un material pedagógico de base para el dictado de los Cursos de Conducción Racional, lo cual debería constituir una parte de la formación inicial del chofer.

También durante 1998, la Secretaría de Energía de la Nación Argentina, dentro del marco del mencionado Programa de Cooperación con la Unión Europea, extendió y profundizó un Proyecto que consistió en la determinación de las emisiones de motores de ciclo Otto de vehículos particulares y de ciclo Diesel de vehículos afectados al transporte de distribución de mercancías.

Las medidas sobre los vehículos fueron realizadas en estaciones de servicio de la empresa Sol Petróleo SA con

<sup>1</sup> GTZ contrató la realización del Manual de Conducción Racional a SEC-VAC SRL.

equipos opacímetros y analizadores de gases, suministrados por el mencionado Programa y operados por el IRAM y profesionales de la Universidad Tecnológica Nacional.

El propósito de la publicación de este caso actualizado es describir las modalidades, resultados y posibilidades que se derivan de estas nuevas experiencias y establecer un posible escenario para la reducción de emisiones contaminantes generadas por los modos automotores del transporte terrestre.

### **Cursos de formación de choferes en el estilo de la conducción racional**

La Secretaría de Transporte de la Nación convocó a las empresas del transporte público urbano del Area Metropolitana de Buenos Aires a través de las cámaras empresariales del sector, para que envíen un chofer de su plantel a participar en los cursos de conducción racional especialmente programados en la experiencia mencionada.

Los mismos se desarrollaron entre el 30 de noviembre y el 9 de diciembre de 1998, completando un total de 7 cursos en los que participaron 71

choferes de diferentes líneas del servicio urbano<sup>2</sup> provenientes de 58 empresas y uno de la UTA.<sup>3</sup>

La realización y el dictado de los cursos estuvieron a cargo de SEC-VAC SRL a través de un Contrato específico con la GTZ.

Se utilizaron dos ómnibus especialmente cedidos por Mercedes Benz Argentina SA tipo OH 1621 L con motor turbo compresor (pos enfriado) de 210 HP, tipo Euro 2, equipados con caja automática. Estos vehículos fueron presentados y exhibidos durante la IV Conferencia de Partes sobre Cambio Climático (COP 4) realizada en Buenos Aires a principios de noviembre de 1998.

Se utilizaron las instalaciones de un club deportivo, el Club Atlético Platense, ubicadas en el Partido de Vicente López para desarrollar las clases teóricas y las reuniones plenarios de análisis de resultados y se seleccionó un circuito urbano de prácticas adyacente a dicha sede.

El circuito presenta una longitud de 4,2 km. con un total de diez paradas y se inicia frente a dicho Club, sobre la calle Zufriategui al 2000 en dirección al Riachuelo prolongándose por calles de la Capital Federal, luego de cruzar la Avenida Gral. Paz.

<sup>2</sup> A excepción de un participante de una línea de larga distancia y otro de media.

<sup>3</sup> Unión Tranviarios Automotor: organización gremial de los choferes.

### Los resultados obtenidos

En la Tabla 1 se resumen los promedios de las variables relevadas en cada curso, en la primera y en la última vuelta y los correspondientes porcentajes de variación de ésta con relación a la inicial. Se agregan los valores de la desviación estándar  $\sigma^2$  de las velocidades y los consumos de gasoil, en cada vuelta.

Tabla 1

curso	vuelta	velocidad (km/h)	%	desviación $\sigma^2$ de velocidad	frenos	%	cambios	%	consumo (L/100 km)	%	desviación $\sigma^2$ de consumo
1	primera	16,4		2,3	44		68		38,0		2,5
	última	18,7	14,0	0,9	35	-20,5	60	-12,4	32,0	-15,8	1,5
2	primera	20,5		1,6	62		65		38,4		2,7
	última	19,6	-4,6	0,9	37	-40,7	55	-15,4	32,6	-15,1	1,1
3	primera	18,8		1,5	27		63		38,5		3,1
	última	19,5	3,8	0,8	18	-31,6	49	-22	32,6	-15,1	0,8
4	primera	19,2		1,7	31		61		37,7		2,2
	última	19,9	3,6	1,2	18	-40	39	-35,7	32,4	-14,0	1,0
5	primera	17,9		1,1	33		56		38,1		2,3
	última	20,5	14,6	0,8	25	-25	43	-23,8	33,4	-12,3	1,1
6	primera	19,0		1,6	31		55		38,0		3,0
	última	20,5	8,1	0,6	22	-29	43	-21,5	32,7	-14,1	0,5
7	primera	18,1		1,2	33		58		37,3		1,4
	última	20,2	11,5	0,8	20	-37,8	42	-28,2	32,4	-12,9	1,6

### Las conclusiones

El estilo de la conducción racional existe y puede ser practicado rápidamente por cualquier conductor en actividad mediante la adecuada formación.

**Sin excepción alguna, los consumos de combustible disminuyen y por tanto las emisiones de gases y de partículas.**

Previo a los cursos de formación dictados, todos los participantes practicaban un estilo conductivo diferente, lo cual queda evidenciado en la dispersión de los valores de las variables relevadas. La medida de dicha dispersión es la desviación estándar calculada sobre la suposición, que la muestra definida constituye la población total.

La sensible disminución de dicho parámetro estadístico para la última vuelta es indicativo del grado de homogeneización del estilo conductivo.

La tendencia al **incremento** de la velocidad comercial al practicar la conducción racional es evidente, aún cuando en un curso la misma disminuyó. Esto demuestra que no debe confundirse el concepto de la conducción racional con la **velocidad** que puede desarrollarse con el vehículo.

Es absolutamente erróneo suponer que la conducción racional implica desplazarse más lento.

La significativa reducción en el uso del freno, además de señalar un andar más parejo con menores variaciones de velocidad, revela una impor-

tante fuente de ahorro de mantenimiento.

La no menos significativa reducción en el uso de la caja de cambios también indica las posibilidades en la reducción de dichos costos y el grado de influencia que dispone el chofer para adaptarse a las alternativas del tránsito. Debe considerarse muy especialmente que el vehículo utilizado dispone de caja automática y aún así, todos los participantes disminuyeron sensiblemente la utilización de la misma.

La edad promedio de los participantes fue de 42 años y la antigüedad promedio de los mismos en las respectivas empresas de 11 años. Como ambas son bastante elevadas, se supone que las empresas participantes han enviado a quienes reconocen como de mayor experiencia en la conducción y seguramente como sus mejores choferes.

Es evidente que los resultados que podrían obtenerse con personal de menor calificación serían más significativos.

### **Medidas de emisiones de vehículos con motores de ciclo Otto y de ciclo Diesel**

Como se mencionó anteriormente, durante el año 1998 la Secretaría de Energía de la

Nación, dentro del Programa Trienal de Cooperación con la Unión Europea, desarrolló un Proyecto que consistió básicamente en la determinación de las emisiones gaseosas de vehículos particulares equipados con motores de ciclo Otto y en la medida de la opacidad de humos de escape, en vehículos de distribución de mercancías equipados con motores de ciclo Diesel.

Las mismas pudieron realizarse en virtud de un acuerdo logrado con la empresa Sol Petróleo SA, que dispuso sus estaciones de despacho de combustible para dicha operación.

Las estaciones de servicio ofrecían a sus clientes la realización de un diagnóstico gratuito del estado del motor de su vehículo mediante el análisis de los gases de escape.

Se trabajó en un total de diez estaciones de servicio, ocho ubicadas en la zona del Gran Buenos Aires y La Plata y dos en ciudades del interior de la Provincia de Buenos Aires: Saladillo y Bragado.

Con los equipos disponibles en el mercado, Opacímetros o Analizadores de gases, el mencionado diagnóstico puede realizarse muy rápidamente y provee suficiente información que permite conocer el grado de deterioro de la puesta a punto del motor o de

sus principales órganos. A partir de este diagnóstico puede recomendarse una intervención correctiva a realizarse en el taller mecánico habitual o como ocurrió en diversas oportunidades, intervenir en el mismo momento sobre la unidad en el caso de un cambio del filtro de aire o combustible, o un simple ajuste sobre el carburador de un motor de ciclo Otto.

En todos los casos se ofreció a los clientes a quienes se les recomendó intervenciones correctivas, un nuevo diagnóstico posterior a dicha intervención, a los efectos de controlar y verificar la calidad de la reparación efectuada.

Debe mencionarse que el alcance de la operación no permitió trabajar sobre la estructuración de una muestra estadística representativa del parque considerado. Sin embargo, la cantidad de determinaciones realizadas permiten definir una tendencia general.

### **Los resultados sobre automóviles particulares. Motores de ciclo Otto**

Para este caso se realizaron medidas sobre un total de 1247 vehículos. A los efectos del análisis de las mismas, se clasificó el total de vehículos en las tres categorías que establece la ley nacional vigen-

te para el control de emisiones.

La primera clase incluye los vehículos fabricados hasta el año 1991 inclusive, la segunda los fabricados en 1992 hasta 1994 inclusive y la tercera los fabricados en 1995 y en adelante.

Los resultados más significativos pueden resumirse como:

1. En los vehículos de la primera clase el 41% excedían los límites establecidos en la legislación nacional para la emisión de CO y el 23% los correspondientes límites para la emisión de HC (hidrocarburos no quemados).
2. Para los vehículos de la segunda clase dichos porcentajes llegaron al 39% y al 21% respectivamente.
3. Algo similar fue para la tercera clase: 34% para el CO y 21% para los HC.

### **Los resultados sobre vehículos de distribución de mercancías. Motores de ciclo Diesel**

Para este caso se realizaron medidas sobre un total de 276 vehículos. A los efectos del análisis de las mismas, se clasificó el total de vehículos en cuatro categorías de acuerdo a la potencia nominal.

La primera se limitó a vehículos de hasta 60 CV, la segunda desde 60 hasta 120 CV, la tercera de 120 a 180 CV y la última para potencias mayores a 180 CV.

Los resultados más significativos pueden resumirse como:

1. En los vehículos de la categoría de menor potencia el 48 % presentaron emisiones (por pico) que excedían los límites establecidos en la legislación vigente.
2. Para los vehículos de la segunda categoría dicho porcentaje llegó al 64 %.
3. Para los vehículos de la tercer categoría el porcentaje fue aún mayor, alcanzando el 68%
4. Para los vehículos con potencia superior los 180 CV el 31% excedieron los límites mencionados.

### Las conclusiones

En todos los casos se observó una buena predisposición por parte de los conductores para conocer el estado mecánico de su motor, evidenciándose una especial sensibilidad por el tema ambiental.

En muchos casos, la urgencia del cliente era el motivo para no realizar el ensayo.

Se registraron muchos casos

de una segunda visita luego de haber requerido los servicios de un taller para corregir las fallas detectadas.

En el caso de los vehículos de ciclo Otto y a partir de la recomendación realizada por el personal que operaba los equipos, se practicaron en el mismo momento ciertas reparaciones, (como cambio de filtro de aire, de bujías, o alguna calibración sobre el carburador, etc.) que mejoraban sensiblemente la eficiencia del motor y que sirvieron como demostración directa para el usuario acerca de la necesidad del mantenimiento preventivo.

Es notable la diferencia del estado de motores de ciclo Diesel, sensiblemente peor, que el de los motores de ciclo Otto.

En principio parece importante poder establecer un observatorio que permita monitorear una muestra estadística representativa del parque y definida con criterios específicos que posibilite un diagnóstico del sector en torno a los sobre consumos que se están produciendo por deficiencias en el mantenimiento mecánico y el estilo conductivo y su correspondiente impacto sobre el medio ambiente.

Dicho diagnóstico podría entregar la información necesari-

ria para definir y establecer campañas y/o acciones que tiendan a revertir o mejorar esa situación.

Esta primera fase de la operación de demostración sigue corroborando las apreciaciones subjetivas sobre el sector de la distribución de mercancías, respecto a su nivel de ineficiencia energética.

En general, la opinión de todos los usuarios fue muy favorable para el tipo de acción desarrollada y en todos los casos manifestaron la importancia que asignaban a las iniciativas tendientes a la preservación del medio ambiente.

### Reducciones potenciales de emisiones contaminantes

Las experiencias comentadas permiten realizar algunas estimaciones sobre la posibilidad de reducir las emisiones

contaminantes producidas por los diferentes modos automotores del transporte terrestre a partir del mejoramiento de la eficiencia energética.

### El caso de la Conducción Racional

Parece razonable suponer que sobre los motores de ciclo Diesel, tanto en el caso del transporte de pasajeros como en el de cargas, pueden lograrse sensibles mejoras en la eficiencia energética mediante una adecuada administración de la potencia y una mayor prolijidad en el desplazamiento vehicular.

La práctica del estilo de la conducción racional permitiría en la Argentina una reducción en el consumo de gasoil de 750.000 toneladas/año y la consecuente reducción de emisiones contaminantes que se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2. Reducción del consumo de Gasoil y de emisiones contaminantes (ton/año)**

MODO Y TIPO DE TRÁFICO	GASOIL	CO	HC	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	PARTÍCULAS
transporte urbano de pasajeros	272.000						
transporte interurbano de pasajeros	36.000						
distribución de mercancías	107.000						
autotransporte carretero de cargas	335.000						
<b>Totales:</b>	<b>750.000</b>	<b>12.342</b>	<b>6.925</b>	<b>29.631</b>	<b>2.381.252</b>	<b>1.425</b>	<b>3.378</b>

Según los precios actuales, la inversión para implementar el estilo de la conducción racional en una empresa de transporte, se recupera sólo con el ahorro de gasoil, en un máximo de cuatro meses.

### Adecuado mantenimiento mecánico de los motores

Acciones de sensibilización y de diagnóstico de motores en estaciones de servicio, similares a las realizadas en las operaciones comentadas, permitirían mejorar la eficiencia energética de los motores de ciclo Otto del parque de automóviles particulares.

Se ha observado que alrededor del 40% de los vehículos controlados presentaban emisiones de CO por encima de los niveles permitidos por la

actual legislación, que es poco exigente.

Los niveles de emisión de CO y de HC observados permiten suponer, que por falta de un adecuado mantenimiento mecánico, los consumos de motonaftas estarían incrementados mínimamente en un 18%, en un sector importante del parque.

Estos elementos juntamente con un análisis teórico sobre la antigüedad promedio y las tecnologías utilizadas en los motores permiten establecer, que existiría en Argentina por los motivos comentados, un yacimiento de ahorro en motonaftas de al menos 250.000 ton/año

Esto implicaría la reducción de casi 794.000 ton/año de CO<sub>2</sub>; 77.100 de CO y 8.710 de HC.

#### Contacto:

Ing. Luis Trama  
IRAM - Instituto Argentino de Normalización  
Departamento Energía y Asuntos Ambientales  
Tel: +54 11 4345 6606  
Interno 222  
Fax: +54 11 4345 3468  
Email:  
eaadas@sminter.com.ar