

PRUEBAS DE EMISION EN CARGA PARA EL CONTROL EN LAS REVISIONES TECNICAS

Alfonso Cádiz Soto, Aliosha Reinoso Durán
Centro de Control y Certificación Vehicular
Vicente Reyes 198-Maipú
Fax: 53870709
e-mail: acadiz@mtt.cl, areinoso@mtt.cl

RESUMEN

A través de la selección de un método de medición apropiado y de un programa experimental de medición sobre una muestra representativa del parque de Santiago, el presente trabajo expone los resultados de las emisiones de dicho parque y propone nuevos procedimientos de medición en las Plantas de Revisión Técnica (PRT), que permitan una medición más realista y la incorporación del NO_x como contaminante regulado en la revisión técnica, para los vehículos a gasolina con sello verde. Esto con el objetivo de mantener en el tiempo las menores emisiones de este tipo de vehículos, con un método más exigente de medición, que considere la medición de los Óxidos de Nitrógeno (NO_x).

Para ello se estudian en detalle los procedimientos y equipos contemplados por la EPA, organismo de protección ambiental de los Estados Unidos, para el ensayo ASM (Acceleration Simulation Mode). Dichos procedimientos y equipos son utilizados en un programa experimental de medición con 470 vehículos escogidos aleatoriamente. Para el análisis de resultados se consideran los estándares finales propuestos por la EPA, aplicados a las categorías vehiculares existentes en el país.

Los resultados del programa entregan aumentos en las tasas de rechazo en vehículos particulares de un 9% actual a un 24%, y en taxis de un 14% a un 48%. Este aumento se explica principalmente por la incorporación de los NO_x como contaminante regulado. Se concluye entonces que el método propuesto permite una mayor detección de vehículos contaminantes.

En cuanto a la factibilidad de implementar el ASM, se discuten dos aspectos: el impacto en los tiempos de prueba en las PRT y el incremento en las tarifas de revisión de gases. Para ello se recurre a la bibliografía existente, la que permite anticipar impactos no significativos en ambos aspectos.

1. INTRODUCCION

La incorporación de normas de emisión para el ingreso de vehículos nuevos al país permitió mejorar las condiciones de emisión del parque de vehículos motorizados de la Región Metropolitana y del País en general, reduciendo drásticamente la pendiente de crecimiento de estas emisiones.

La posibilidad de mantener en el tiempo los beneficios de la incorporación de estas nuevas tecnologías requiere prevenir el deterioro de los sistemas de control de emisiones y en general del vehículo, mediante una mantención apropiada y el uso de las piezas de repuesto adecuadas.

A los diez años del inicio de la aplicación de las normas de ingreso, más del 50% del parque de vehículos a gasolina catalíticos cuenta con un kilometraje de 80.000 Km o más. Este kilometraje representa el límite de durabilidad establecido en la norma de emisiones, lo que sumado a los hábitos de recambio de convertidores registrado por los usuarios, nos enfrenta a dos problemas: el uso de convertidores de recambio inapropiados y el deterioro de las emisiones por mantención insuficiente.

La actual prueba de emisiones que se efectúa a los vehículos catalíticos en las Plantas de Revisión Técnica (PRT), no garantiza estos aspectos, ya que no permite verificar la eficiencia del convertidor y el estado general de los sistemas que controlan las emisiones en este tipo de vehículos, como tampoco permite el control de los NOx. El estado del arte respecto de la inspección de vehículos con sistemas de control de emisiones recomienda el uso de pruebas en carga y no las actuales mediciones en vacío, para los vehículos catalíticos (California Air Resource Board, Mobil Source División, 1996).

Considerando que el NOx es un precursor del Ozono y de que la Región Metropolitana se encuentra declarada como Zona Saturada por este contaminante, es que el Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana contempla entre sus medidas la incorporación de un procedimiento para el control de los NOx en vehículos en uso.

Para comprender las características de un ensayo para el control de los NOx, es necesario tener en cuenta que las emisiones de este contaminante en un test sin carga son despreciables y presentan una alta variabilidad, debido a la inestabilidad del motor en ralentí. Esto hace necesario que la medición de NOx se realice aplicando al ensayo una carga. Al incorporar carga en un procedimiento de medición de gases de escape, es posible la medición de NOx además de otros gases en una condición más real de operación (CO y HC).

El ensayo con carga más simple es el de régimen estacionario, el cual emplea un dinamómetro de chasis que absorbe potencia sin necesidad de simular la inercia del vehículo, ya que se lo conduce a una velocidad y carga constantes sin pasar por fases variables. En este ensayo, durante la fase con carga, se miden las concentraciones de emisiones de HC, CO y NOx (o de NO dependiendo el equipo utilizado).

El método de medición con carga en régimen estacionario más conocido es el ASM (Acceleration Simulation Mode), reglamentado por la EPA.

En este procedimiento la carga se aplica en una condición que permite una relación del método con los resultados obtenidos en el ciclo FTP-75, utilizado en la homologación de los vehículos nuevos. El método contempla dos modos de prueba: el modo 50/15 y el modo 25/25.

2. METODO DE MEDICION

El procedimiento ASM, está reglamentado por la EPA en un documento denominado “Acceleration Simulation Mode Test Procedures, Emisión Standard, Quality Control Requirements, and Equipment Specifications”, Technical Guidance, (EPA, 1996). A continuación se describe, resumidamente, este método de medición.

2.1. Procedimiento de Ensayo

Como ya se dijo el procedimiento ASM requiere que el vehículo sea conducido a una cierta potencia y velocidad, en dos condiciones distintas. Para cada modo de ensayo (50/15 y 25/25), se define una potencia y una velocidad. Las velocidades de ensayo son 15 mph y 25 mph para cada modo respectivamente. En cuanto a la potencia de ensayo, esta corresponde a la potencia erogada por el vehículo en el momento de máxima aceleración, durante la aplicación del ciclo de homologación (FTP-75) y tiene directa relación con la masa del vehículo, en particular con la masa de ensayo utilizada al momento de realizar las pruebas de homologación del vehículo (ETW), y para calcularla se utilizaron los datos de la homologación de vehículos nuevos que posee el Centro de Control y Certificación Vehicular. De esta forma fue posible calcular matemáticamente la potencia de ensayo para cada modo a partir del valor de ETW del vehículo como sigue:

El cálculo es el siguiente:

$$E_C 1: \quad HP_{50/15} = ETW / 113$$

$$E_C 2: \quad HP_{25/25} = ETW / 136$$

Donde:

$HP_{50/15}$: Potencia de ensayo en el modo 50/15

$HP_{25/25}$: Potencia de ensayo en el modo 25/25

ETW : Inercia Equivalente del vehículo a ensayar, Kg.

2.2. Estándares de Emisión.

Para conseguir una mejor correlación con los ensayos de homologación (FTP-75), la EPA ha definido los estándares de emisión en función de la masa del vehículo y de la norma de emisiones que se le exigió en la homologación, como vehículo nuevo. Para aplicar los estándares es necesario entonces considerar las categorías de vehículos definidas en las normas de emisiones de vehículos nuevos de la EPA: Light Duty Vehicles, Light Duty Truck 1 y Light Duty Truck 2.

Dichas categorías son equivalentes a las consideradas en la normativa chilena como vehículos livianos de pasajeros, vehículos livianos comerciales y vehículos medianos respectivamente. Para cada una de estas categorías es necesario a su vez aplicar el límite de emisiones según la exigencia de estándares exigida en la homologación. Para esto último debemos considerar el año del modelo del vehículo, determinando así el estándar exigido por la normativa chilena para ese año y categoría (Ejemplo: EPA87, EPA91, etc.). Conociendo entonces, la categoría del vehículo y el año del modelo podemos definir los límites máximos aplicables en función de la masa del vehículo (masa en orden de marcha). La EPA propone estándares iniciales para la partida de un programa con ASM y estándares finales para su aplicación posterior. Para efectos de la evaluación del parque contenida en este informe, se consideraron los estándares finales.

2.3. Equipos Requeridos

Para realizar los ensayos el procedimiento se requirió de un dinamómetro de chasis que permitiera la rodadura de las ruedas de tracción del vehículo sobre rodillos, con una determinada potencia resistiva y velocidad. Este equipo lleva al sistema de tracción y al motor a la condición de potencia y velocidad requeridos.

Se requirió además de un sistema analizador que midiera las concentraciones de los gases de escape para los contaminantes CO, HC y NO, con métodos infrarrojo no dispersivo (NDIR) y electroquímico para el NO.

3. PROGRAMA EXPERIMENTAL.

En el programa experimental se ensayaron con el procedimiento ASM, 304 vehículos particulares y 166 taxis básicos. Estos fueron escogidos aleatoriamente de entre los vehículos que hacían su revisión técnica. De éstos pudieron ser efectivamente medidos 284 vehículos particulares y 153 taxis (ver Tablas 1 y 2), los restantes vehículos presentaron fallas durante la realización del ensayo, tales como problemas de estabilidad sobre el dinamómetro, exceso de temperatura o falta de potencia.

Tabla 1
Vehículos Particulares Ensayados Sello Verde

Resultados	N° Vehículos	%
Falla Vehículo	20	7%
Total Medidos	284	93%
Total Ensayados	304	100%

Tabla 2
Taxi Ensayados Sello Verde

Resultados	N° Vehículos	%
Falla Vehículo	13	8%
Total Medidos	153	92%
Total Ensayados	166	100%

Para analizar la representatividad de la muestra se contrastó la distribución de la antigüedad de ésta con la de los vehículos que acudieron a las plantas de revisión técnica durante el primer semestre de 2002. Los resultados se presentan en la Tabla 3 y Figura 1 y permiten ver que no existen sesgos relevantes en la muestra por año de fabricación.

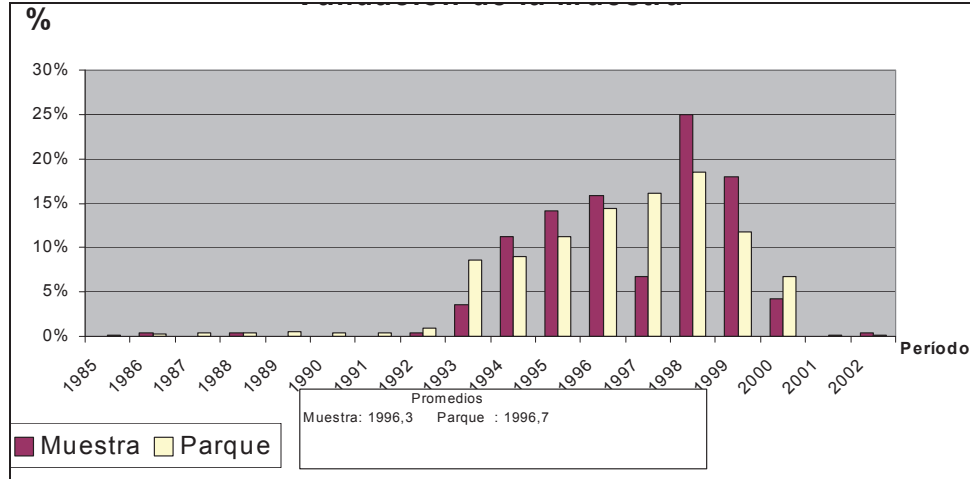


Figura 1: Validación de la Muestra

Tabla 3
Distribución Antigüedad del Parque Vehicular en Santiago

Año Fabricación	N° Vehic. Muestra	% Muestra	N° Vehic. Prt B	% Prt B
1985	0	0%	174	0%
1986	1	0%	543	0%
1987	0	0%	798	0%
1988	1	0%	688	0%
1989	0	0%	922	0%
1990	0	0%	889	0%
1991	0	0%	651	0%
1992	1	0%	1.742	1%
1993	10	4%	16.819	9%
1994	32	11%	17.475	9%
1995	40	14%	21.937	11%
1996	45	16%	28.004	14%
1997	19	7%	31.287	16%
1998	71	25%	36.156	19%
1999	51	18%	22.867	12%
2000	12	4%	13.124	7%
2001	0	0%	379	0%
2002	1	0%	298	0%
Total	284		194.753	
Promedios	1.996,30		1.996,30	

De los vehículos finalmente medidos se registraron los resultados para los tres contaminantes que regula este procedimiento: HC, CO y NO. Estos resultados fueron comparados con los estándares propuestos por la EPA. Las tasas de rechazo obtenidas para los vehículos medidos en el programa experimental se presentan en las Tablas 4 y 5. A continuación de cada tabla se presentan gráficamente las tasas de rechazo¹.

Tabla 4
Vehículos Particulares Medidos Sello Verde

Resultado Test	N° Vehículos	%
Aprobado	220	77%
Rechazado Solo NO	25	9%
Rechazado Solo CO	9	3%
Rechazado CO y NO	2	1%
Rechazado Solo HC	5	2%
Rechazado HC y NO	6	2%
Rechazado HC y CO	5	2%
Rechazo HC;CO;NO	12	4%
Total Medidos	284	100%

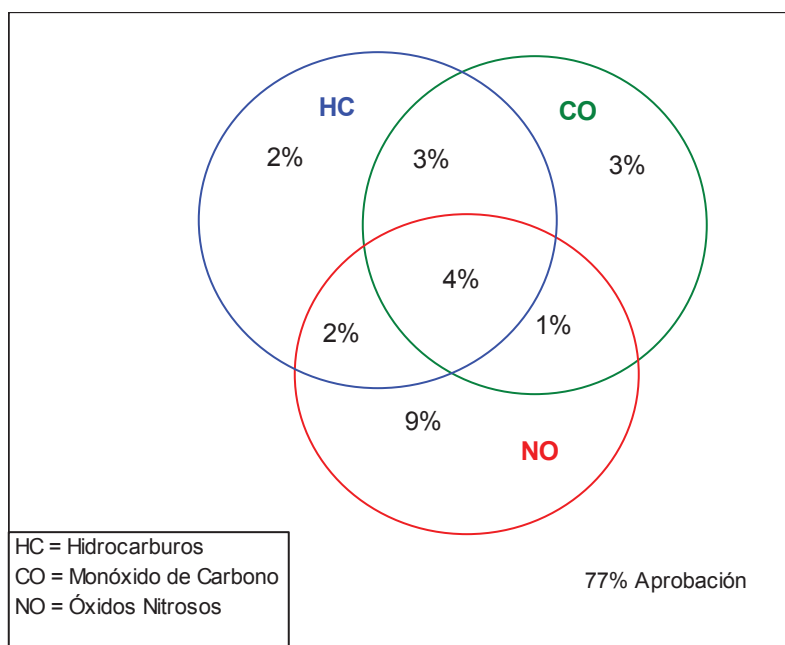


Figura 2: Resultados Vehículo Particular Sello Verde Total

¹ Por ajuste de decimales es posible que la suma de los valores parciales no sea exactamente 100%

Tabla 5
Taxis Medidos Sello Verde

Resultado Test	N° Vehículos	%
Aprobado	80	52%
Rechazado Solo NO	16	10%
Rechazado Solo CO	6	4%
Rechazado CO y NO	6	4%
Rechazado Solo HC	1	1%
Rechazado HC y NO	19	12%
Rechazado HC y CO	4	3%
Rechazo HC;CO;NO	21	14%
Total	153	100%

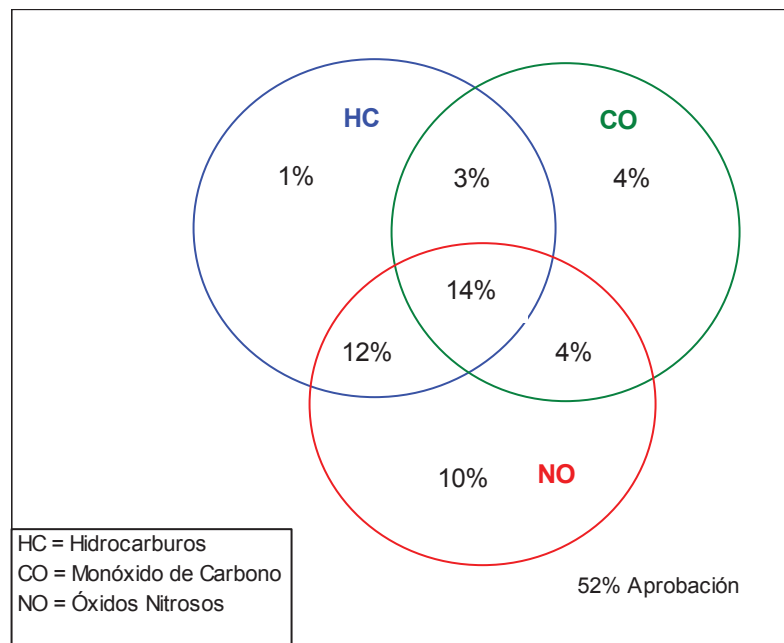


Figura 3: Resultados Vehículo Taxi Sello Verde Total

Con el actual procedimiento en ralenti y 2.500 rpm, los estándares para vehículos con sello verde son generales para todos los modelos de vehículo y sus valores son:

HC:	100 ppm	Máximo.
CO:	0,5 % volumen	Máximo.
CO+CO ₂ :	≥ 6 % volumen	Mínimo.

las tasas de rechazo por emisiones son las que se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 6
Tasas Actuales de Rechazo Vehículos - Particulares

Resultado Test	Nº Vehículos	%
Aprobado	153.425	91%
Rechazado Solo (CO+CO2)	121	0%
Rechazado Solo CO	1.769	1%
Rechazado CO y (CO+CO2)	7	0%
Rechazado Solo HC	4.713	3%
Rechazado HC y (CO+CO2)	23	0%
Rechazado HC y CO	8.105	5%
Rechazo HC;CO;(CO+CO2)	193	0%
Total	168.356	100%

Tabla 7
Tasas Actuales de Rechazo – Taxis

Resultado Test	Nº Vehículos	%
Aprobado	23.674	86%
Rechazado Solo (CO+CO2)	24	0%
Rechazado Solo CO	643	2%
Rechazado CO y (CO+CO2)	1	0%
Rechazado Solo HC	1.435	5%
Rechazado HC y (CO+CO2)	6	0%
Rechazado HC y CO	1.584	6%
Rechazo HC;CO;(CO+CO2)	4	0%
Total	27.371	100%

4. DISCUSION DE LA FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACION DEL METODO

En este punto se discute la factibilidad de implementar este procedimiento de medición de emisiones en dos aspectos relevantes: el impacto sobre los tiempos de prueba y la tarifa. En relación con los tiempos de prueba, el equipo para ASM cuenta con una capacidad máxima de 12 vehículos / hora, según se reporta en US EPA. I/M Briefing Book. (EPA, 1994), lo que es mayor a las capacidades de las líneas de inspección de plantas de revisión técnica solicitadas en el proceso de licitación 2003 (7 vehículos / hora). En tal sentido un equipo ASM en la línea no sería un cuello de botella para la operación de las líneas, manteniéndose las actuales tasas de operación.

En cuanto a la tarifa, si bien el presente trabajo no cuenta con cálculos propios para una estimación de incrementos en la tarifa de revisión de gases, en el estudio Análisis de Normas de Homologación y Recambio de Convertidores Catalíticos (U. de Chile, 1999), se estima un incremento respecto del actual sistema de medición de USD \$1,35, para un periodo de 6 años de concesión (en el proceso de licitación 2003 se consideran 10 años de concesión).

5. CONCLUSIONES

La realización de pruebas en carga en vehículos catalíticos significó un importante aumento en la detección de vehículos considerados de altas emisiones, esto se refleja en el importante aumento de las tasas de rechazo, las que suben de un 9% a un 24% en los vehículos particulares y de un 14% a un 48% en los taxis.

Estos aumentos corresponden, por una parte, a un mayor rechazo por la medición de los actuales contaminantes regulados en la revisión técnica (CO y HC), y por otra a los nuevos rechazos generados por la medición de NO. En el caso de los vehículos particulares el aumento por CO y HC es desde un 9% actual a un 15%, a lo que se agrega un 9% adicional por rechazos de NO. En cuanto a los taxis, estos aumentan el rechazo de CO y HC de un 14% a un 38%, mas los rechazos por NO que corresponden a un 10% por efecto del NO.

A partir de lo anterior parece recomendable modificar el actual método de medición en las PRT, lo que permitiría una mejor detección de vehículos contaminantes e incorporar en las mediciones las emisiones de NOx. En cuanto a la implementación de estándares se recomienda que esta sea gradual, comenzando con estándares iniciales que no impliquen un aumento significativo de las tasas de rechazo, para concluir con los estándares finales recomendados por la EPA.

A la luz de los resultados de la aplicación del programa experimental, la prueba resultó de rápida y fácil aplicación y permite una alta detección de vehículos con altas emisiones, principalmente de NOx.. Lo anterior sin impactos significativos en la tarifa o en los tiempos de inspección.

REFERENCIAS

EPA (1996) **Acceleration Simulation Mode Test Procedures, Emission Standard, Quality Control Requirements, and Equipment Specifications**, Technical Guidance.

EPA (1994) **US EPA. I/M Briefing Book. EPA-AA-ESPD-IM-94-1226**

U. de Chile (1999) **Análisis de Normas de Homologación y Recambio de Convertidores Catalíticos**

California Air Resource Board, Mobil Source Division (1996) **Comparison Of The IM240 And ASM Test In CARB's I&M Pilot Program**