



GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES
CENTRO DE CONTROL Y
CERTIFICACIÓN
VEHICULAR

3CV-ST-I003-V01-07

Página 1 de 12

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL
Oxidación de gases de escape por inyección de ozono

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL
Oxidación de gases de escape por inyección de ozono

Fecha de Aprobación	Generado por	Revisado por:	Aprobado por
08/10/2007	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Unid. Planificación y Desarrollo	Nombre: Alisha Reinoso Cargo: Encargado Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alisha Reinoso Cargo: Secretario Técnico





GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES
CENTRO DE CONTROL Y
CERTIFICACIÓN
VEHICULAR

3CV-ST-I003-V01-07

Página 2 de 12

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL
Oxidación de gases de escape por inyección de ozono

INDICE

1.- Introducción	3
2.- Alcance	3
3.- Descripción del sistema instalado	3
4.- Responsabilidades	5
5.- Objetivos Específicos.....	5
6.- Método	5
6.1 Vehículo.....	5
6.2 Metodología de Medición	5
6.2.1 Método FTP – 75 Normalizado	6
6.2.2 Medición Según Método de Carga Constante	6
6.2.2.1 Parámetros de Ensayo.....	6
7.- Resultados y Análisis.....	7
7.1 Resultados para Ensayo a Carga Constante.....	7
7.2 Resultados para ciclo FTP 75.....	10
8.- Comentarios y Conclusiones.....	11

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
08/10/2007	Nombre: José Luis Álvarez. Cargo: Ing. Unid. Planificación y Desarrollo	Nombre: Alisha Reinoso. Cargo: Encargado Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cádiz S. Cargo: Secretario





GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES
CENTRO DE CONTROL Y
CERTIFICACIÓN
VEHICULAR

3CV-ST-I003-V01-07

Página 3 de 12

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL
Oxidación de gases de escape por inyección de ozono

1.- INTRODUCCIÓN

A solicitud de Sr. Carlos Cagnola M., el Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV) aceptó la solicitud de evaluación del "DISPOSITIVO ELIMINADOR DE GASES, PATENTE n° u 29900", el cual según antecedentes previos se concebía como una unidad que funcionaba con la los recursos propios de un automóvil.

Se hace notar que las partes de este dispositivo no operaron con los recursos propios del automóvil, si no que con energía externa al vehículo, como es la red eléctrica de 220 volt, que hace funcionar a un ventilador industrial y una set de pilas del tipo A, que hacen funcionar a un generador de ozono.

2.- ALCANCE

Las mediciones son representativas solo del vehículo ensayado. No representan necesariamente el comportamiento de emisiones de otros vehículos, ni de la marca, ni del modelo del vehículo ensayado.

No se contó, para los ensayos con información provista por el interesado de las concentraciones de ozono producida, como tampoco valores del caudal del ventilador, el cual operaba con un potenciómetro, que permitía variar el flujo. Asimismo, durante la prueba de carga constante se modificó el voltaje de alimentación del productor de ozono, lo que incide en las concentraciones finales de este gas. Todo lo anterior tiene efectos en la reproducibilidad y repetibilidad de los resultados obtenidos.

Se realizaron pruebas en carga constante en las condiciones de potencia y velocidad definidas por el ensayo ASM y pruebas en laboratorio de emisiones bajo ciclo de conducción FTP 75.

3.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA INSTALADO

El sistema corresponde a un inyector de aire con ozono en el tubo de escape del vehículo, a unos 15 cm. de la salida de los gases a la atmósfera, mediante un acople que prolongaba el tubo de escape.

Puesto que el sistema inyecta ozono diluido en aire ambiente, se produce una dilución de la muestra de gases de escape. Para efectos de análisis se consideró que esta dilución es la misma con o sin inyección de ozono, en tanto el ventilador se mantiene en las mismas

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
08/10/2007	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Unid. Planificación y Desarrollo	Nombre: Aliosha Reinosco Cargo: Encargado Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso S Cargo: Secretario Técnico





GÓBIERNO DE CHILE
 SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES
 CENTRO DE CONTROL Y
 CERTIFICACIÓN
 VEHICULAR

3CV-ST-I003-V01-07

Página 4 de 12

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL
Oxidación de gases de escape por inyección de ozono

condiciones de operación, activándose o desactivándose solamente el inyector de ozono para efectos de comparación de las emisiones.

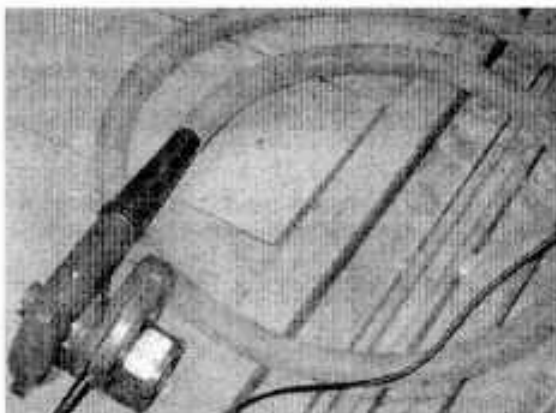


Ilustración 1: Ventilador para suministro de aire al Generador de Ozono.



Ilustración 2: Generador de Ozono



Ilustración 3: Punto de inyección a los gases de escape.

Fecha de Aprobación	Generado por	Revisado por:	Aprobado por:
08/10/2007	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Unid. Planificación y Desarrollo	Nombre: Alisha Reinoso Cargo: Encargado Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cadiz S. Cargo: Secretario





Gobierno de Chile
Subsecretaría de Transportes
Centro de Control y
Certificación
Vehicular

3CV-ST-I003-V01-07

Página 5 de 12

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL
Oxidación de gases de escape por inyección de ozono

4.- RESPONSABILIDADES

El Secretario Técnico del 3CV es el responsable de coordinar los requerimientos de mediciones de en cada área del 3CV, y de los requerimientos de análisis

Área de Normas Constructivas es responsable de realizar las mediciones según metodología de Carga Constante.

El Laboratorio de Emisiones de Vehículos Livianos es responsable de realizar las mediciones conforme método FTP 75 normalizado.

El Área de Desarrollo es la encargada de realizar el análisis de los resultados de estas mediciones, así como encargada de generar este informe

5.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1º) Determinar la eficiencia de inyección de ozono, bajo condiciones no informadas de concentración de Ozono y caudal, para ensayo a carga constante.
- 2º) Determinar la eficiencia de inyección de ozono, bajo condiciones no informadas de concentración de Ozono y caudal, para ciclo FTP.

6.- MÉTODO

A continuación se describe el vehículo, y las metodologías de medición

6.1 VEHICULO.

El vehículo ensayado es un Renault Clio 1.6 Lts. Año 2003. El cual fue puesto a disposición por el solicitante los días 6 y 7 de Septiembre, sin inyector de ozono, y los días 12 y 13 de Septiembre, con inyector de ozono.

6.2 METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

Dos métodos de medición fueron utilizados; método FTP- 75 normalizado, y método de carga constante en dos estados.

Fecha de Aprobación	Generado por	Revisado por	Aprobado por
05/10/2007	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Unid. Planificación y Desarrollo	Nombre: Alisha Reinoso Cargo: Encargado Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cadiz S. Cargo: Secretario





GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES
CENTRO DE CONTROL Y
CERTIFICACIÓN
VEHICULAR

3CV-ST-I003-V01-07

Página 6 de 12

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL

Oxidación de gases de escape por inyección de ozono

6.2.1 MÉTODO FTP – 75 NORMALIZADO

El procedimiento FTP – 75 (Federal Test Procedure -FTP) es el empleado para la certificación de las emisiones, Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos Totales (HCT) y Óxidos de Nitrógeno (NOX) de los vehículos nuevos.

Los resultados de emisiones de esta prueba son corregidos por dilución, como parte del método, entregando resultados en gramos por kilómetros, independiente del exceso de aire introducido a los gases de escape por el inyector de ozono.

6.2.2 MEDICIÓN SEGÚN MÉTODO DE CARGA CONSTANTE

El método de Carga Constante que se llevó a cabo en el estudio se basó en el denominado método Acceleration Simulation Mode (ASM), descrito en la guía técnica (Technical Guidance) de Julio del 1996 de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA).

El procedimiento de pruebas consiste en la medición de las concentraciones de CO, HC, Y NO emitidos por el tubo de escape de los vehículos en dos modos de operación denominados 5015 y 2525, para llevar a cabo la medición se instala el vehículo sobre un dinamómetro de chasis y se aplica una potencia constante de ensayo operando el vehículo a velocidad constante.

En forma adicional se midió la concentración de cantidad de partículas.

Estos resultados no fueron corregidos por dilución de la muestra que se genera por el exceso de aire y ozono introducido al final del tubo de escape. Por lo tanto los resultados no representan valores absolutos de concentración de los gases de escape. Se ha adoptado el supuesto de que la dilución de la muestra es la misma con y sin generador de ozono, en tanto se opere el ventilador de aire bajo las mismas condiciones. Lo cual permite medir solamente eficiencia en reducir emisiones, pero no medir valores absolutos.

6.2.2.1 PARÁMETROS DE ENSAYO

Para el Modo 5015, la velocidad de ensayo es de 24 km/hr y la potencia de ensayo medida en hp, se calcula a partir de la inercia equivalente (IE) del vehículo de acuerdo a la expresión $HP\ 5015 = IE/113,4$.

Fecha de Aprobación	Generado por	Revisado por	Aprobado por
08/10/2007	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Unid. Planificación y Desarrollo	Nombre: Ailisha Reinoso Cargo: Encargado Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cadiz S. Cargo: Secretario Técnico





GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES
CENTRO DE CONTROL Y
CERTIFICACIÓN
VEHICULAR

3CV-ST-I003-V01-07

Página 7 de 12

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL
Oxidación de gases de escape por inyección de ozono

Para el Modo 2525 la velocidad de ensayo es de 40 km/hr y la potencia de ensayo medida en HP, se calcula a partir de la inercia equivalente (IE) del vehículo de acuerdo a la expresión $HP_{2525} = IE/136,4$.

Tabla 1: Inercias y Potencias de Ensayo

SUBARU	Año certificación	Inercia de ensayo	Inercia de Tabla	Modo ensayo	
		Kg	Kg	5015 HP	2525 HP
Renault Clio 1.6 Hatchback	2003	1201	1191	10,50	8,75

7.- RESULTADOS Y ANÁLISIS

Conforme los objetivos y las metodologías de medición se analizan a continuación los resultados obtenidos.

7.1 RESULTADOS PARA ENSAYO A CARGA CONSTANTE.

Las emisiones del vehículo con inyección de flujo de aire en tubo de escape pero sin generador de ozono funcionando son las que se muestran a continuación.

Fecha de Aprobación	Generado por	Revisado por:	Aprobado por:
08/10/2007	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Unid. Planificación y Desarrollo	Nombre: Alisha Reinoso Cargo: Encargado Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Rodríguez S. Cargo: Secretario Técnico





GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES
CENTRO DE CONTROL Y
CERTIFICACIÓN
VEHICULAR

3CV-ST-I003-V01-07

Página 8 de 12

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL
Oxidación de gases de escape por inyección de ozono

Tabla 2: Emisiones sin generador de ozono, con inyección de aire.

Nº test	Modo	HC(ppm)	CO % Volumen.	NO (ppm)
1	5015	5	0,03	0
	2525	1	0,03	0
2	5015	5	0,03	0
	2525	1	0,04	0
3	5015	2	0,03	0
	2525	1	0,04	0
4	5015	3	0,03	0
	2525	4	0,05	0
5	5015	7	0,05	0
	2525	5	0,03	0
PROMEDIO	5015	4,4	0,034	0
	2525	2,4	0,038	0

Las emisiones del vehículo con inyección de flujo de aire en tubo de escape, con un generador de ozono de 50 cm² de área funcionando son las que se muestran a continuación:

¹ Parámetro característico del generador de ozono, establecido e informado por el solicitante.

Fecha de Aprobación	Generado por	Revisado por	Aprobado por
08/10/2007	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Unid. Planificación y Desarrollo	Nombre: Alisha Reinoso Cargo: Encargado Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Rodríguez S. Cargo: Secretario





GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES
CENTRO DE CONTROL Y
CERTIFICACIÓN
VEHICULAR

3CV-ST-I003-V01-07

Página 9 de 12

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL
Oxidación de gases de escape por inyección de ozono

Tabla 3: Emisiones con generador de ozono 50 cm², con inyección de aire.

Nº test	Modo	HC(ppm)	CO % Volumen.	NO (ppm)
1	5015	9	0,05	0
	2525	7	0,05	1
2	5015	11	0,05	1
	2525	9	0,05	2
3	5015	10	0,09	2
	2525	8	0,05	1
PROMEDIO	5015	10	0,06	1,0
	2525	8,0	0,05	1,3

Las emisiones del vehículo con inyección de flujo de aire en tubo de escape, con un generador de ozono de 25 cm² de área funcionando.

Tabla 4: Emisiones con generador de ozono 25 cm², con inyección de aire.

Nº test	Modo	HC(ppm)	CO % Volumen.	NO (ppm)
1	5015	15	0,07	2
	2525	13	0,06	6
2	5015	18	0,06	1
	2525	18	0,07	7
3	5015	13	0,07	5
	2525	17	0,09	10
PROMEDIO	5015	15,33	0,07	2,67
	2525	16,00	0,07	7,67

Adicionalmente se realizó un nuevo ensayo con el generador de ozono de 50 cm² de área funcionando, el que se muestra a continuación.

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
08/10/2007	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Unid. Planificación y Desarrollo	Nombre: Aliosha Reinoso. Cargo: Encargado Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Badiz S. Cargo: Secretario





INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL
Oxidación de gases de escape por inyección de ozono

Tabla 5: Emisiones con generador de ozono 50 cm², con inyección de aire (prueba adicional).

Nº test	Modo	HC(ppm)	CO % Volumen.	NO (ppm)
1	5015	19	0,09	4
	2525	18	0,08	9

Considerando como nivel base las emisiones sin generador de ozono, los resultados con generador de ozono muestran un incremento porcentual de las emisiones como se muestra a continuación:

Tabla 6: Incremento de las emisiones.

Nº test	Modo	HC(ppm)	CO % Volumen.	NO (ppm)
Generador de 25 cm²	5015	127,3%	86,3%	Aumentó
	2525	233,3%	31,6%	Aumentó
Generador de 50 cm²	5015	127,3%	86,3%	Aumentó
	2525	233,3%	31,6%	Aumentó

Al comparar los resultados de la Tabla 3 medidos consecutivamente, con la prueba adicional de la Tabla 5, medida con posterioridad, ambos con el generador de ozono de 50 cm², se concluye que hay un aumento de las emisiones en la prueba adicional, bajo idéntico ensayo, por lo tanto se sospecha de una inestabilidad de sistema presentado.

7.2 RESULTADOS PARA CICLO FTP 75.

Las siguientes tablas dan cuenta de las emisiones del vehículo con y sin dispositivo, medidas en el laboratorio de emisiones, bajo el ciclo FTP-75.

Fecha de Aprobación	Generado por	Revisado por:	Aprobado por:
08/10/2007	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Unid. Planificación y Desarrollo	Nombre: Alisha Reinoso. Cargo: Encargado Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Rodríguez Cargo: Secretario Técnico





INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL
Oxidación de gases de escape por inyección de ozono

Tabla 7: Emisiones, con y sin dispositivo

Parámetro	Emisiones sin dispositivo	Emisiones con dispositivo	Incremento de emisiones
	g/km	g/km	%
HC	0,09	0,12	29,2%
NMHC	0,09	0,11	28,7%
NOx	0,05	0,05	2,4%
CO	0,40	0,48	21,0%

8.- COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

- Se considera que lo evaluado corresponde a un principio de funcionamiento mas que a un dispositivo final, pues existen partes que requieren alimentación eléctrica externa al vehículo y las partes del dispositivo no están apropiadamente ensambladas en un cuerpo compacto, que se pueda ingresar, o adosar a alguna parte del automóvil.
- Se carece o bien no se proporcionó información de caudales de aire de dilución, como tampoco se contó con el valor de concentración de ozono, cuestiones que deben ser adecuadamente controladas para evaluar con reproducibilidad y repetibilidad el principio de funcionamiento.
- Los resultados muestran un incremento de las emisiones al usar el equipamiento presentado, tanto para las pruebas con ensayo FTP-75, como para pruebas a carga constante.
- Dadas las incertidumbres presentadas en el control de parámetros críticos para la repetibilidad de los resultados, tales como flujos de aire, voltajes, concentraciones de ozono presentes en la muestra, etc., se considera que estos resultados tienen un

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
08/10/2007	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Unid. Planificación y Desarrollo	Nombre: Alisha Reinoso Cargo: Encargado Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso C... Cargo: Secretario Técnico





GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES
CENTRO DE CONTROL Y
CERTIFICACIÓN
VEHICULAR

3CV-ST-I003-V01-07

Página 12 de 12

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL
Oxidación de gases de escape por inyección de ozono

valor netamente experimental, y no representan una evaluación apropiada del principio físico o de un posible dispositivo de reducción de emisiones.

- Dadas las condiciones de operación del dispositivo, no fue posible obtener valores de cantidad de partículas válidos, por lo cual no se incluyen estos resultados.

Fecha de Aprobación	Generado por	Revisado por	Aprobado por
08/10/2007	Nombre: Jose Luis Álvarez. Cargo: Ing. Unid. Planificación y Desarrollo	Nombre: Aliosha Reinoso. Cargo: Encargado Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cádiz S. Cargo: Secretario

