



**INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EQUIPO DE LIMPIEZA DE INYECTORES**

**1. Objetivo**

Evaluar los efectos sobre la opacidad de las emisiones del equipo de limpieza de sistemas de inyección de combustible diesel marca **Advantage Engineering** modelo **D1 Diesel Fuel Service Center**.

**2. Descripción del equipo**

Conforme a la información presentada por la empresa que solicitó la evaluación, el equipo de limpieza del sistema de inyección "trabaja con una solución que limpia sin la necesidad de desarmar el sistema de inyección, válvulas y cámara de compresión, cuerpo de mariposa, múltiple de admisión y turbina de escape en aquellos vehículos con turbo"

Conforme a catálogo del equipo, las especificaciones son:

12 VDC priming pump	Bomba de cebar 12 VDC
Fuel / water separator with drain cock	Separador de combustible / agua con llave de purga
Vacuum/Pressure gauge	Graduador de vacío / presión
Prime pressure adjustment	Ajuste de presión
60 minute timer with alarm	Cronometrador de minuto con alarma
6 U.S. gallon solution/fuel reservoir	Depósito de solución / combustible de 6 galones U.S
Hytron hoses	Mangueras Hytron

**Tabla 1: Características Técnicas del Sistema de Limpieza**

El equipo y la solución de limpieza son de origen canadiense, especificaciones de ésta se indican en el anexo I.

**3. Alcance y Campo de Aplicación**

La evaluación se realizó sobre los vehículos indicados en la tabla N°2 los que fueron aportados por la empresa solicitante de la evaluación.

Tipo de Vehículo	Marca/Modelo	Año de fabricación	Motor/Potencia	Kilómetros
Liviano Comercial	Fiat / Fiorino 1.7D	2000	71711445 / 56 HP	161.282
Bus	Volvo / B7R	2002	D7A285 / 355 cv	706.263

**Tabla 2: Flota de Vehículos Evaluados**

**4. Descripción de la Instalación**

Para iniciar la limpieza se debe proceder a desconectar las mangueras de alimentación y retorno, ya sea en una bomba rotativa, una bomba en línea o un sistema Common Rail. Para el caso del plan experimental realizado, tanto en el vehículo Fiat como en el Volvo se debió proceder a conectar las mangueras del equipo de limpieza, siendo la manguera roja la de la alimentación y la manguera azul para el retorno de combustible. Posteriormente se taparon las mangueras de alimentación y retorno del sistema original de

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
06/12/2005	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Planif. y Desarrollo	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Resp. Planes Experimentales	Nombre: Alfonso Cadiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV

**INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EQUIPO DE LIMPIEZA DE INYECTORES**

los vehículos, se verificaron fugas de los elementos conectados de la máquina de limpieza y luego se procedió a cargar una presión en la línea de alimentación del motor, más o menos 1 bar y así purgar el sistema de inyección, lo anterior utilizando el potenciómetro del equipo.

Luego se bajó la presión a cero para dar arranque al vehículo y posteriormente se revisó la inexistencia de fugas en el sistema, el equipo quedó trabajando por un tiempo estimado de 40 minutos aproximadamente y finalmente al vehículo se le dio un rodaje de 20 a 30 minutos, en las inmediaciones del Centro.

El Volvo cuenta con una bomba de inyección lineal con control mecánico de combustible y limitador de humo por presión de turbo, y el Fiat cuenta con una bomba rotativa de control de caudal mecánico sin limitador de humo.

**5. Método de Medición**

La evaluación de emisiones se realizó utilizando medición de opacidad en flujo parcial en carga y opacidad de flujo parcial en aceleración libre.

La primera medición se realizó sin limpieza del sistema de inyección, considerada como medición de referencia o medición base, luego de la limpieza del sistema de inyección de ambos vehículos se realizaron dos series de mediciones, no obstante para el caso del vehículo liviano comercial fue necesario hacer una tercera serie de medición de opacidad en aceleración libre para validar la tendencia de los resultados obtenidos. Estas mediciones se realizaron conforme al siguiente calendario:

Condición	Fiat / Fiorino 1.7D	Volvo / B7R
Medición Base (sin limpieza)	08/ Nov/ 2005	08/ Nov/ 2005
1ª serie	08/ Nov/ 2005	08/ Nov/ 2005
2ª serie	15/ Nov/ 2005	15/ Nov/ 2005
3ª serie	22/ Nov/ 2005	N/A

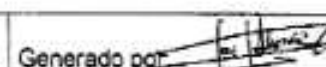

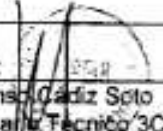
Tabla 3: Calendario de Evaluación de los Vehículos

**6. Resultados**

Las siguientes tablas muestran los resultados promedio obtenidos por ambos vehículos en las mediciones realizadas:

Medición	Condición	Promedio	Desviación estándar
Opacidad en Carga	Medición Base	0,21	0,08
	1ª serie	0,25	0,04
	2ª serie	0,37	0,08
Opacidad en Aceleración Libre	Medición Base	1,41	0,04
	1ª serie	1,38	0,06
	2ª serie	1,36	0,06

Tabla 4: Resumen resultados Volvo / B7R

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
06/12/2005	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Planif. y Desarrollo	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Resp. Planes Experimentales	Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV

**INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL**  
**EQUIPO DE LIMPIEZA DE INYECTORES**

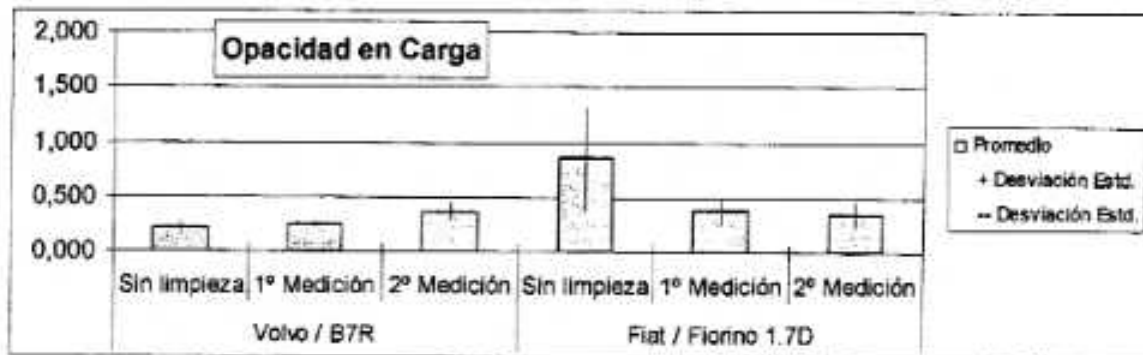
Medición	Condición	Promedio	Desviación estándar
Opacidad en Carga	Medición Base	0,85	0,47
	1ª serie	0,37	0,13
	2ª serie	0,35	0,11
Opacidad en Aceleración Libre	Medición Base	1,26	0,30
	1ª serie	0,88	0,10
	2ª serie	1,64	0,17
	3ª serie	1,75	0,46

**Tabla 5: Resumen resultados Fiat / Fiorino 1.7D**

Los promedios y las desviaciones estándares corresponden a series de tres mediciones, conforme se muestran en anexo II.

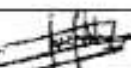


Los siguientes gráficos dan cuenta de los resultados antes expuestos.

**Gráfico N° 1**



Se observa que no hay efecto de la limpieza de inyectores en vehículo Volvo, en particular para la primera medición, la cual se realizó el mismo día de la limpieza. Se observa, además, que las desviaciones estándares son bajas.

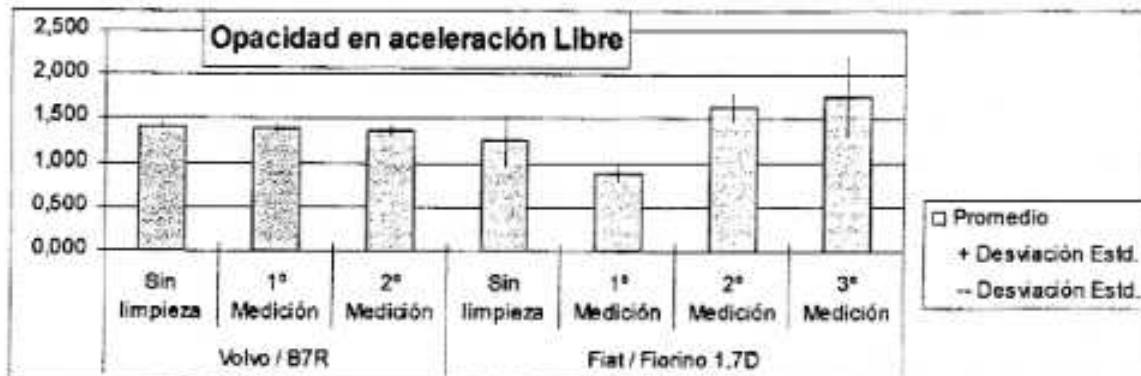
Para el vehículo Fiat, se observa que hay un efecto de la limpieza de inyectores, no obstante las desviaciones estándares son mayores.

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
06/12/2005	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Planif. y Desarrollo	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Resp. Planes Experimentales	Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV



INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EQUIPO DE LIMPIEZA DE INYECTORES

Gráfico N° 2



Se observa una leve disminución de la opacidad en vehículo Volvo, entre la medición sin limpieza y la 1° medición con limpieza, mediciones realizadas el mismo día, las desviaciones estándares son pequeñas. Para este tipo de buses la norma es de  $1,6 \text{ m}^{-1}$ .

Para el vehículo Fiat, se observa una disminución de la opacidad en aceleración libre el día de la limpieza, no obstante, este efecto no se mantiene en el tiempo, incluso aumentando el valor de la opacidad y la desviación estándar. La norma para este tipo de vehículo es de  $2,5 \text{ m}^{-1}$ .

### 7. Conclusiones

Para el caso del vehículo Volvo no se observa efecto de la limpieza de los inyectores.

Para el caso de vehículo Fiat, se observa una disminución de la opacidad en carga, no obstante, dada la dispersión de las mediciones no es concluyente el efecto de limpieza de inyectores.

### 8. Documentación de Referencia:

- Manual de procedimientos de revisión técnica clase A1.
- Decreto Supremo N° 4/94 Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
06/12/2005	Nombre: Jesús Luis Alvarez. Cargo: Ing. Planif. y Desarrollo	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Resp. Planes Experimentales	Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV



**INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EQUIPO DE LIMPIEZA DE INYECTORES**

**ANEXO I**

**Hoja de Seguridad Líquido de Limpieza**

**Material Safety Data Sheet**

May be used to comply with OSHA's Hazard Communication Standard 29 CFR 1910.1200. Standard must be consulted for specific requirements.

U.S. Department of Labor

Occupational Safety and Health Administration  
(Non-Mandatory Form)  
Form Approved  
OMB No. 1218-0072



IDENTITY (As Used on Label and Use)  
**DIESEL FUEL SYSTEM CLEANING SOLUTION**

Note: Blank spaces are not permitted. If any item is not applicable, or no information is available, the space must be marked to indicate that.

**Section I**

Manufacturer's Name AEC GROUP	Emergency Telephone Number 714/444-1265
Address (Number, Street, City, State, and ZIP Code) 3600 W. Carriage Drive Santa Ana, CA 92704	Telephone Number for Information 714/444-1265
	Date Prepared 7/1/2005
	Signature of Preparer (optional)

**Section II - Hazardous Ingredients/Identify Information**

Hazardous Components (Specific Chemical Identity; Common Name(s))	OSHA PEL	ACGIH TLV	Other Limits Recommended	% (optional)
CLEANER, FUEL ADDITIVE, ORGANIC SOLVENT BASED DETERGENT				
CAS# Mixture, no single CAS number applies.				
This chemical is subject to the trade secret reporting requirements of Section 213 of Sara Title III.				
Active mixture proprietary 100 100-com				
SYNONYMS: N/A				

**Section III - Physical/Chemical Characteristics**

Boiling Point	250-300° F	Specific Gravity (H <sub>2</sub> O = 1)	90 @ 15° C
Vapor Pressure (mm Hg.)	N/A	Melting Point	N/A
Vapor Density (AIR = 1)	>1	Evaporation Rate (Butyl Acetate = 1)	1
Solubility in Water	not soluble	pH	NA, No water present
Appearance and Odor	Amber, Aromatic Liquid	Percent Volatile	90%
VOC (GAL)	711.2		

**Section IV - Fire and Explosion Hazard Data**

Flash Point (Method Used)	102° F (COC)	Flammable Limits (estimated values)	LEL	NO	UEL	NO
---------------------------	--------------	-------------------------------------	-----	----	-----	----

Extinguishing Media Use water, fog foam, dry chemical or CO<sub>2</sub>. Do not use a direct stream of water; product will float and possibly re-ignite.

Special Fire Fighting Procedures Do not enter fire area without a NIOSH approved full-face self-contained breathing apparatus.

Unusual Fire and Explosion Hazards containers exposed to intense heat from fires should be cooled with water to prevent vapor pressure build-up, which could result in container rupture.

(Reproduce locally)

7/1/05

OSHA 174, Sept. 1985

Fecha de Aprobación	Generado por	Revisado por	Aprobado por
06/12/2005	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Planif. y Desarrollo	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Resp. Planes Experimentales	Nombre: Alfonso Cadiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV

**INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL**  
**EQUIPO DE LIMPIEZA DE INYECTORES**

DIESEL FUEL SYSTEM CLEANING SOLUTION

Section V - Reactivity Data

Stability	Unstable		Conditions to Avoid
	Stable	X	

Incompatibility (Materials to Avoid): May react with strong oxidizers. Reactivity: Will not occur.

Hazardous Decomposition or Byproducts: Carbon monoxide and unidentified organic compounds may be formed during combustion.

Hazardous Polymerization	May Occur		Conditions to Avoid
	Will Not Occur	X	

Section VI - Health Hazard Data

Route(s) of Entry:	Inhalation?	Skin?	Ingestion?
	X	X	X

Health Hazards (Acute and Chronic)  
**EYES:** Liquid or vapor contact may cause irritation.  
**SKIN:** Prolonged and repeated contact can cause defatting and drying of the skin which may result in skin irritation and dermatitis.  
**INHALATION:** May be slightly irritating to mucous membranes.  
**INGESTION:** May result in vomiting. Aspiration of vomitus into lungs may result in chemical pneumonitis and pulmonary edema/hemorrhage.  
**HMS HAZARD CLASS:** Health = 1, Flammability = 2, Reactivity = 0, Other = none  
**Rating:** 0 = Least, 1 = Slight, 2 = Moderate, 3 = High, 4 = Extreme

Carcinogenicity:	NTP?	IARC Monographs?	OSHA Regulated?
	None present	None present	None present

Signs and Symptoms of Exposure: Irritation; Respiratory tract irritation. Skin: Smarting, redness, and irritation.

Medical Conditions Generally Aggravated by Exposure: Many petroleum hydrocarbons and synthetic lubricants pose potential health risks which vary from person to person. As a precaution, exposure to liquids, fumes, mists and vapors should be minimized.

Emergency and First Aid Procedures  
**EYE CONTACT:** Flush with water for 15 minutes while holding eyelids open. Call physician.  
**SKIN CONTACT:** Remove contaminated clothing/shoes and wash skin with soap and water. Do not reuse clothing until cleaned. If irritation persists, call physician.  
**INHALATION:** Remove victim to fresh air and provide oxygen, if breathing is difficult. Give artificial respiration if breathing has stopped.  
**INGESTION:** Do not induce vomiting. If vomiting occurs, keep head below knees to prevent aspiration of liquid into lungs. Get medical attention.

Section VII - Precautions for Safe Handling and Use

Steps to Be Taken in Case Material is Released or Spilled  
**SMALL SPILLS:** Take up with absorbent material and place in non-leaking container for proper disposal.  
**LARGE SPILLS:** Eliminate potential sources of ignition. Wear appropriate respirator and other protective clothing. Shut off source of leak only if safe to do so. Dike and contain. Remove with vacuum trucks or pump to storage/tankage vessels. Soak up residue with an absorbent such as clay, sand or other suitable material. Place in non-leaking containers, and seal tightly for proper disposal. Flush area with water to remove trace residue; dispose of flush solution as above.

Waste Disposal Method: Place in a disposal facility approved under RCRA regulations for hazardous waste.

Precautions to Be Taken in Handling and Storing  
**Storage:** Combustible. Keep liquid and vapor away from heat, sparks or flame. Vapors may accumulate and travel to ignition sources distant from the handling site.  
**Handling:** May cause eye and skin irritation. Avoid prolonged breathing or skin exposures. Wash thoroughly after handling.  
**Other Precautions:** Keep away from extreme heat or open flame. Do not reuse soiled clothing without laundering.

Transportation: **ROAD:** Petroleum Distillates, Naptha Formulation N.O.S., Class 3, UN1208, Packaging Group III. If shipped in bulk quantities (100 gal. or 454 L or greater), product is considered a Dangerous Good. Not regulated in less than bulk quantities.

**MARINE:** Not regulated.

**AIR:** Not regulated.

Section VIII - Control Measures



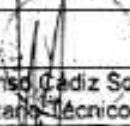
Respiratory Protection (Specify Type): Use a NIOSH approved respirator for organic vapors.

Ventilation:	Local Exhaust	Use explosion proof ventilation to control vapor concentration.	Special	Use supplied air respirator during fire.
	Mechanical (General)		Other	

Protective Gloves: Neoprene, polyisoprene or polyethylene. Eye Protection: Wear safety glasses or goggles to avoid eye contact.

Other Protective Clothing or Equipment: Oil resistant or protective garment if needed.

Work-Hygiene Practices: Wash exposed skin with soap and water or waterless skin cleaner.

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
06/12/2005	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Planif. y Desarrollo	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Resp. Planes Experimentales	Nombre: Alfonso Cadiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EQUIPO DE LIMPIEZA DE INYECTORES

ANEXO II

Resultados Individuales por vehículos.

PLAN EXPERIMENTAL EVALUACIÓN EQUIPO DE LIMPIEZA DE  
INYECTORES

Identificación del vehículo:

Patente	TV 4957	Marca/Modelo	Fiat / Fiorino 1.7D
Año	2000	Tipo de vehículo	Liviano Comercial
Motor/Potencia	71711445 / 56 HP	Pot. Ensayo	10,9HP / 8,12 KW / 308 N
Kilometros	161282		

Medición de Opacidad antes de la Limpieza de Inyectores

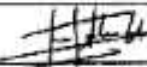

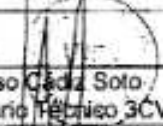
Fecha del Control	Opacidad Carga (m <sup>-1</sup> )
08/11/2005	0,73
08/11/2005	1,37
08/11/2005	0,46
Promedio de Medición en Carga	0,85
Desviación estándar	0,47

Opacidad Flujo Parcial (m-1)					
S1	S2	S3	S4	S5	Valor de validación
1,59	1,56				1,59
1,17	1,13				1,17
1,01	0,98				1,01
Promedio de Mediciones Aceleración Libre					1,26
Desviación estándar					0,30

1ª Medición de Opacidad después de la Limpieza

Fecha del Control	Opacidad Carga (m <sup>-1</sup> )
08/11/2005	0,29
08/11/2005	0,31
08/11/2005	0,52
Promedio de Medición en Carga	0,37
Desviación estándar	0,13

Opacidad Flujo Parcial (m-1)					
S1	S2	S3	S4	S5	Valor de validación
0,95	0,97				0,97
0,77	0,75				0,77
0,90	0,72				0,90
Promedio de Mediciones Aceleración Libre					0,88
Desviación estándar					0,10

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
06/12/2005	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Planif. y Desarrollo	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Resp. Planes Experimentales	Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV



INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EQUIPO DE LIMPIEZA DE INYECTORES

2ª Medición de Opacidad despues de la Limpieza de Inyectores

Fecha del Control	Opacidad Carga (m <sup>-1</sup> )
15/11/2005	0,48
15/11/2005	0,27
15/11/2005	0,30
Promedio de Medición en Carga	0,35
Desviación estándar	0,11

Opacidad Flujo Parcial (m-1)					
S1	S2	S3	S4	S5	Valor de validación
1,37	1,49				1,49
1,82	1,52				1,82
1,56	1,61				1,61
Promedio de Mediciones Aceleración Libre					1,64
Desviación estándar					0,17

3ª Medición de Opacidad despues de la Limpieza de Inyectores

Fecha del Control	Opacidad Carga (m <sup>-1</sup> )
22/11/2005	N.A.
22/11/2005	N.A.
22/11/2005	N.A.
Promedio de Medición en Carga	N.A.
Desviación estándar	N.A.

Opacidad Flujo Parcial (m-1)					
S1	S2	S3	S4	S5	Valor de validación
2,20	1,93				2,20
1,78	1,56				1,78
1,28	1,23				1,28
Promedio de Mediciones Aceleración Libre					1,75
Desviación estándar					0,46

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
06/12/2005	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Planif. y Desarrollo	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Resp. Planes Experimentales	Nombre: Alfonso Cadiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EQUIPO DE LIMPIEZA DE INYECTORES

PLAN EXPERIMENTAL EVALUACIÓN EQUIPO DE LIMPIEZA DE  
INYECTORES

Identificación del vehículo:

Patente	VC 6804	Marca/Modelo	Volvo / B7R
Año	2002	Tipo de vehículo	Bus Pullman
Motor/Potencia	D7A285 / 355 cv	Pot. Ensayo	80 HP / 60KW / 2386 N
Kilometros	706263		

Medición de Opacidad antes de la Limpieza de Inyectores

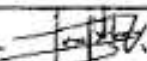


Fecha del Control	Opacidad Carga (m <sup>-1</sup> )
08/11/2005	0,26
08/11/2005	0,12
08/11/2005	0,25
<b>Promedio de Medición en Carga</b>	<b>0,21</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>0,08</b>

Opacidad Flujo Parcial (m-1)					
S1	S2	S3	S4	S5	Valor de validación
1,29	1,38				1,38
1,45	1,39				1,45
1,41	1,34				1,41
<b>Promedio de Mediciones Aceleración Libre</b>					<b>1,41</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0,04</b>

1ª Medición de Opacidad después de la Limpieza

Fecha del Control	Opacidad Carga (m <sup>-1</sup> )
08/11/2005	0,23
08/11/2005	0,29
08/11/2005	0,22
<b>Promedio de Medición en Carga</b>	<b>0,25</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>0,04</b>

Opacidad Flujo Parcial (m-1)					
S1	S2	S3	S4	S5	Valor de validación
1,29	1,36				1,36
1,35	1,45				1,45
1,30	1,34				1,34
<b>Promedio de Mediciones Aceleración Libre</b>					<b>1,38</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0,06</b>

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
06/12/2005	Nombre: José Luis Álvarez Cargo: Ing. Planif. y Desarrollo	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Resp. Planes Experimentales	Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV



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

3CV-ST-E003-V01-05

Página 10 de 10

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EQUIPO DE LIMPIEZA DE INYECTORES

2ª Medición de Opacidad despues de la Limpieza

Fecha del Control	Opacidad Carga (m <sup>-1</sup> )
15/11/2005	0,48
15/11/2005	0,33
15/11/2005	0,32
<b>Promedio de Medición en Carga</b>	<b>0,37</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>0,08</b>

Opacidad Flujo Paralel (m-1)					
S1	S2	S3	S4	S5	Valor de validación
1,02	1,30				1,30
1,29	1,41				1,41
1,28	1,38				1,38
<b>Promedio de Mediciones Aceleración Libre</b>					<b>1,36</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0,06</b>

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
06/12/2005	Nombre: José Luis Álvarez. Cargo: Ing. Planif. y Desarrollo	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Resp. Planes Experimentales	Nombre: Alfonso Cárdeno Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV