



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

ST3CV003EV01/01

Página 1 de 7

INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL
EVALUACIÓN DE BUSES DUALES (GNC-DIESEL) DE TUR BUS.

1.0 Objetivo:

El objetivo del presente estudio es evaluar el nivel de opacidad en flujo parcial, en pruebas en vacío mediante el método de aceleración libre, y en flujo total en pruebas con carga sobre dinamómetro de chasis en dos buses de transporte interurbano convertidos para usar GNC como combustible.

2.0 Alcance y campo de aplicación:

Los vehículos que participaron en los ensayos son los que se describen a continuación:

- Vehículo 1

Identificación Vehículo 1			
Tipo	Bus Dual	PPU	NN 7112
Año	1996	Motor	OM 447
Marca	Mercedes Benz	Modelo	0-400 RSL

- Vehículo 2

Identificación Vehículo 2			
Tipo	Bus Dual	PPU	NN 7110
Año	1996	Motor	OM 447
Marca	Mercedes Benz	Modelo	0-371 RSE

El programa de seguimiento se llevó a cabo entre el 04/10/01 y el 06/12/01. Se realizó un total de siete series de mediciones además de una medición en estado 100% diesel a ambos vehículos. Cada serie de mediciones contempló una medición en vacío y una medición en carga, conforme procedimientos estandarizados.



Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
03/01/02	Nombre: Pamela Olivares Cargo: Apoyó Prog. Experimentales	Nombre: Aliosha Reinoso Cargo: Jefe de Plan. y Desarrollo	Nombre: Alfonso Sandoval Cargo: Secretario Técnico



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

ST3CV003EV01/01

Página 2 de 7

INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL
EVALUACIÓN DE BUSES DUALES (GNC-DIESEL) DE TUR BUS.

La medición en estado dual y en estado 100% diesel se considera como situación base de comparación y respecto de la cual se evalúan los resultados en estado dual.

3.0 Métodos de Medición:

Los resultados informados corresponden a mediciones de opacidad en flujo total (OFT) en carga sobre dinamómetro de chasis y opacidad en flujo parcial (OFP) en aceleración libre, ambos conforme procedimiento de Revisión Técnica y Decreto Supremo N° 4/94 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

4.0 Documentación de referencia:

- Manual de procedimientos de revisión técnica clase A1
- Decreto Supremo N° 4/94 Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
- Carpeta Plan Experimental 3CV/EXP/018/01, "Evaluación Buses Convertidos a GNC" de Tur Bus.
- Estadística Murray R. Spiegel (Serie Schaum)

5.0 Método Estadístico Para el Análisis de Resultados.

5.1. Test para la Media

Para analizar si a partir de los resultados es posible concluir que los valores de opacidad operando en estado dual son menores que el primer resultado operando en condición diesel, se emplea un test de hipótesis con los siguientes enunciados:

H₀: El valor de la muestra de emisiones tomada al vehículo operando en forma dual es igual al valor inicial operando en estado diesel ($X_{dual} = X_{diesel}$).

H₁: El valor de la muestra de emisiones del vehículo operando en forma dual es menor que el valor inicial operando en estado 100% diesel ($X_{dual} < X_{diesel}$)

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
03/01/02	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Prog. Experimentales	Nombre: Aliosha Reinoso Cargo: Jefe de Plan. y Desarrollo	Nombre: Alfonso Gálvez Cargo: Secretario Técnico





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

ST3CV003EV01/01

Página 3 de 7

INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL
EVALUACIÓN DE BUSES DUALES (GNC-DIESEL) DE TUR BUS.

H2: El valor de la muestra de emisiones del vehículo operando en forma dual es mayor que el valor inicial operando en estado 100% diesel. ($X_{dual} > X_{diesel}$)

Donde

- H₀: Hipótesis nula.
H₁: Hipótesis alternativa 1
H₂: Hipótesis alternativa 2.

Para el test interesa contrastar la bondad del nivel de opacidad de los vehículos funcionando en forma dual, en consecuencia usaremos **un contraste de una cola**. Se considera que la media de la muestra de opacidad del vehículo operando en forma dual sigue una distribución Student (*t*) en torno a la media de la población, la que para los efectos del test se considera igual al valor de opacidad del vehículo operando en estado diesel.

El estadígrafo *t* queda definido como:

$$t = \frac{(\langle X \rangle_{dual} - X_{diesel})}{\hat{S}} \cdot \sqrt{N}$$

donde,

- $\langle X \rangle_{dual}$: Media de opacidad de la muestra operando en forma dual
X diesel : Valor de opacidad en estado diesel
 \hat{S} : Desviación Estándar de la Muestra
N : Tamaño de la Muestra

La región de rechazo de la hipótesis nula (H₀), quedará definida a partir del valor de *t*. Considerando un nivel de significación del 95%, el valor del estadístico *t* para definir la región de rechazo de la hipótesis H₀ es de $t < -1.94$ (caso de distribución Student, para 7 datos y 95% de significación).



Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
03/01/02	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Prog. Experimentales	Nombre: Alisha Reinoso Cargo: Jefe de Plan. y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cargo: Secretario Técnico



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

ST3CV003EV01/01

Página 4 de 7

INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL
EVALUACIÓN DE BUSES DUALES (GNC-DIESEL) DE TUR BUS.

De lo anterior cuando el estadístico t resulte menor que -1.94 , podremos afirmar, con un nivel de confianza del 95%, que las mediciones obtenidas operando en forma dual resultaron menores que las emisiones obtenidas operando en estado diesel, de manera estadísticamente significativa, para la opacidad medida.

A su vez si t se encuentra entre $+1.94$ y -1.94 diremos que no hay diferencia estadísticamente significativa en los resultados de emisión medidos antes y después del dispositivo.

Por último, si $t > 1.94$ podremos rechazar H_0 y aceptar la hipótesis alternativa 2, en tal caso diremos que las mediciones obtenidas operando en forma dual resultaron mayores que las emisiones obtenidas operando en estado diesel, de manera estadísticamente significativa.



Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
03/01/02	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Prog. Experimentales	Nombre: Alisha Reinoso Cargo: Jefe de Plan. y Desarrollo	Nombre: Alfonso O. ... Cargo: Secretario Técnico



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

ST3CV003EV01/01

Página 5 de 7

INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL
EVALUACIÓN DE BUSES DUALES (GNC-DIESEL) DE TUR BUS.

6.0 Resultados:

6.1 Resultados Vehículo 1:

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos para las distintas pruebas realizadas al Vehículo 1:

Tabla N° 1: Resultados opacidad en carga y aceleración libre.

N° de Control	Fecha	OFT%	OFP m-1
Base 100% Diesel	05/10/01	1	0,22
1	05/10/01	0	0,20
2	19/10/01	0	0,24
3	26/10/01	0	0,27
4	31/10/01	0	0,26
5	08/11/01	0	0,25
6	15/11/01	1	0,22
7	06/12/01	1	0,66
Norma		9	1,90
Promedio Dual		0,29	0,30
Desv. Standard Dual		0,49	0,16
t		-3,83	1,32

Dado que los valores de OFT medidos en carga, en el vehículo en estudio, se encuentran en niveles por debajo o similares al límite de error del instrumento (1%) tanto para las mediciones 100% diesel como para la operación dual, no es posible establecer con este procedimiento, que el uso del sistema dual tenga algún tipo de influencia respecto de los valores medidos de opacidad.

El valor de t para la prueba de opacidad en flujo parcial, medida en aceleración libre, se encuentra entre +1.94 y -1.94 por lo que diremos que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de opacidad en vacío cuando el vehículo funciona en estado diesel o en estado dual.



Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
03/01/02	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Prog. Experimentales	Nombre: Alisha Reinoso Cargo: Jefe de Plan. y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cargo: Secretario Técnico



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

ST3CV003EV01/01

Página 6 de 7

INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL
EVALUACIÓN DE BUSES DUALES (GNC-DIESEL) DE TUR BUS.

6.2 Resultados Vehículo 2:

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos para las distintas pruebas realizadas al Vehículo 2:

Tabla N° 2: Resultados en carga y aceleración libre.

N° de Control	Fecha	OFT%	OFP m-l
Base 100% Diesel	04/10/01	1	0,39
1	04/10/01	0	0,62
2	19/10/01	0	0,25
3	26/10/01	0	0,93
4	30/10/01	1	0,32
5	06/11/01	1	0,77
6	13/11/01	0	0,74
7	04/12/01	1	0,67
Norma		9	1,90
Promedio Dual		0,43	0,61
Desv. Standard Dual		0,53	0,25
t		-2,84	2,33

Dado que los valores de OFT medidos en carga, en el vehículo en estudio, se encuentran en niveles por debajo o similares al límite de error del instrumento (1%) tanto para las mediciones 100% diesel como para la operación dual, no es posible establecer con este procedimiento, que el uso del sistema dual tenga algún tipo de influencia respecto de los valores medidos de opacidad.

Por otra parte para las mediciones de opacidad en vacío $t > 1.94$, rechazando la hipótesis nula y aceptando entonces, la hipótesis alternativa 2, en tal caso diremos que las mediciones obtenidas operando en forma dual resultaron mayores que las emisiones obtenidas operando en estado diesel, de manera estadísticamente significativa.



Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
03/01/02	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Prog. Experimentales	Nombre: Alisha Reinoso Cargo: Jefe de Plan. y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cargo: Secretario Técnico



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

ST3CV003EV01/01

Página 7 de 7

INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL
EVALUACIÓN DE BUSES DUALES (GNC-DIESEL) DE TUR BUS.

7.0 Conclusiones

Para los valores de emisiones de OFP, los resultados son disímiles, para el vehículo 1 no hubo un cambio estadísticamente significativo en estado dual respecto de la operación en estado diesel, a su vez el vehículo 2 presentó emisiones más altas funcionando en estado dual que en estado diesel.

Para los valores de OFT, es posible afirmar solamente que no se registraron, al menos, aumentos de la opacidad que pudiesen ser registrados dada la sensibilidad del equipo, con los vehículos operando en forma dual.



Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
03/01/02	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Prog. Experimentales	Nombre: Aliosha Reinoso Cargo: Jefe de Plan. y Desarrollo	Nombre: Alfonso Ocaña S. Cargo: Secretario Técnico