

INFORME DE RESULTADOS

No.1

PRUEBA DE AHORRO DE COMBUSTIBLE

EMPRESA	CEMENTOS ARGOS
NIT	800.113.955-6.
DIRECCION	Mina Santana Membrillal
CIUDAD	Cartagena de Indias - Colombia

OBJETO: Medir la eficiencia de la tecnología SUPERTECH para ahorro de combustible en los camiones mineros de la Empresa CEMENTOS ARGOS.

DESCRIPCION DE LA TECNOLOGIA

¿Qué es **SUPERTECH**?



- Es un dispositivo muy innovador que optimiza la combustión; reduce las emisiones de gases y aumenta el rendimiento del motor.
- Es un optimizador de combustión, que debilita los enlaces intermoleculares aumentando la superficie de la reacción. Crea una vaporización parcial que optimiza el proceso de combustión y mejora la relación estequiométrica (relación oxígeno combustible).

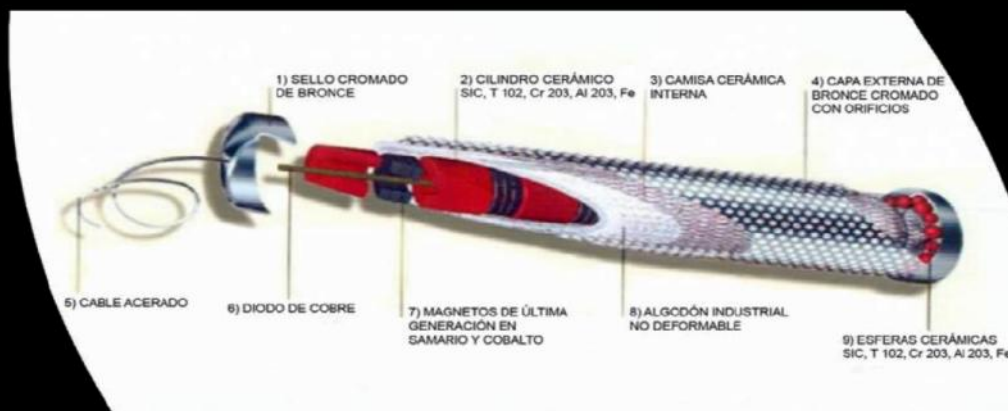


- Se instala en el interior del depósito de combustible, sin ninguna conexión eléctrica, mecánica o hidráulica al motor y no libera ninguna sustancia que pueda, de ninguna manera, dañar el motor.
- Una vez en contacto con el combustible, gracias a las vibraciones del vehículo y la aspiración de la bomba de combustible, emite ondas que debilitan los enlaces intermoleculares (fuerzas de Van der Waals), mejorando la interacción entre el combustible y el oxígeno.



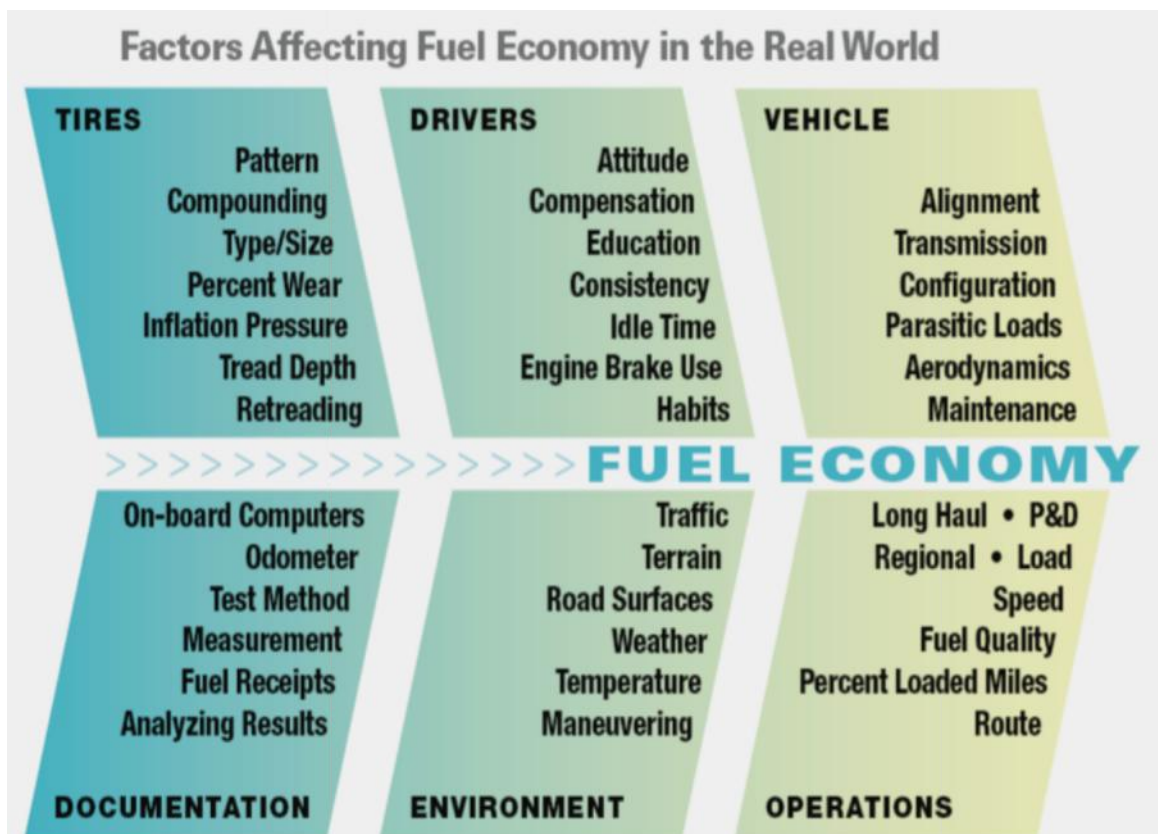
Resuelve el problema de la combustión incompleta

La vibración que genera el movimiento del vehículo en el dispositivo supertech, emite ondas electromagnéticas que debilitan la unión intermolecular y facilitan la interacción con el oxígeno, logrando una combustión casi perfecta (Ley de Van Der Waals)



ANALISIS DEL METODO DE PRUEBAS

El ahorro de combustible se ha analizado en los países desarrollados de manera detallada logrando identificar los factores que afectan el consumo de combustible y que deben ser considerados al momento de querer medir la eficiencia de ahorro de combustible con cualquier tecnología; estos incluyen los siguientes:



Como se observa, existe una gran combinación de factores puedan variar los resultados de la medición de consumo de combustible.

Así mismo, para medir el ahorro de combustible que puede generar cualquier tecnología es necesario comparar los consumos de combustible bajo dos escenarios con condiciones muy similares que permitan la comparación de los

resultados, donde se puedan controlar al máximo la afectación generada por todos estos factores.

Por ejemplo, la velocidad es uno de los factores más sensibles, al aumentar la velocidad de 55 a 75 mph puede reducirse el rendimiento de 7.1 MPG hasta 5.1 MPG, lo que incrementa el consumo de combustible en un 39%.



1. El viento contrario determina por sí mismo un mayor consumo de combustible de alrededor del 20%
2. El aumento de la velocidad de 90 a 100 km /h determina un mayor consumo en un rango de 15%
3. El aumento del tráfico puede causar a un mayor consumo del 30%
4. 44 toneladas en lugar de 40 toneladas conduce a un aumento del 15%.
5. Un vehículo, inmediatamente después del mantenimiento consume menos pero perderá gradualmente esta ventaja. Por lo tanto es necesario mantener bajo control los intervalos entre cada servicio

METODOS DE PRUEBA

Existen varios procedimientos de prueba para evaluar la efectividad de componentes, como por ejemplo pruebas de dinamómetro de chasis y de motor, dinámica de fluidos computacional, pruebas en túneles de viento y pruebas en condiciones reales en ruta o pista de prueba. Cada uno de estos métodos tiene sus fortalezas y debilidades, dependiendo del tipo de componente que se está probando y de los recursos que se tienen a disposición.

Método	Tecnologías ⁶	Métrica ⁷	Procedimiento
Dinamómetro de Chasis	AyL	Combustible Ahorrado	SAE J2711, CFR 40 1065
Dinamómetro de Motor	AyL	Combustible Ahorrado	CFR 40 1065
Prueba en Ruta/Pista	ADyn,AyL,R	Combustible Ahorrado	SEE J1321, SAE J1526, SAE J1264, NCh 3331
Dinámica de Fluidos Computacional	ADyn	Cd	SAE J2966
Prueba de Desaceleración	ADyn, R	Cd/Crr	-
Túnel de Viento	ADyn	Cd	SAE J1252
Prueba de Resistencia a la Rodadura	R	Crr	SAE J1269, SAE J2425, ISO 28580

⁶ AyL = Aditivos y Lubricantes, ADyn = Elementos de mejora aerodinámica, R = Ruedas

⁷ Cd = Coeficiente de arrastre aerodinámico, Crr = Coeficiente de resistencia a la rodadura

Método Seleccionado

Pruebas en ruta o pista.- Este método consiste en operar vehículos por un circuito previamente diseñado que puede ser una pista cerrada o una ruta. El procedimiento con mayor aplicación a nivel global es el SAE J1321, siendo el método más utilizado para verificar componentes en el programa SmartWay en USA. Se han producido, además, adaptaciones al mismo, como en el caso del Instituto Nacional de Normalización de Chile (INN) con



su norma NCh 3331, que busca adaptar los procedimientos establecidos en el procedimiento SAE a la realidad local del país.

Este tipo de procedimientos permite evaluar el impacto en el consumo de combustible debido al uso de diversas tecnologías en condiciones de manejo mucho más cercanas a condiciones reales, y de ahí su gran valor y la gran cantidad de experimentaciones que se hacen de esta manera. Su gran versatilidad permite realizar pruebas de cualquier tipo de componentes, como por ejemplo de mejora aerodinámica, ruedas de bajo consumo, lubricantes, e incluso para comparar vehículos y ver el efecto de la carga en el consumo.

METODOLOGIA

En resumen, este protocolo utiliza dos vehículos similares que hacen la misma ruta bajo iguales condiciones de velocidad, tráfico vehicular y condiciones de clima. En un primer recorrido, se calcula la diferencia de consumo de combustible entre los dos vehículos, después de lo cual se instala la tecnología a ensayar, en este caso SUPERTECH, en el vehículo que tuvo el mayor gasto de combustible.

En el segundo recorrido de los dos vehículos, bajo las mismas condiciones y distancias, se vuelve a calcular la diferencia de consumo entre los dos vehículos. Si la diferencia de consumo entre los vehículos se reduce en este segundo recorrido, es porque hay un ahorro de combustible y éstese calcula a partir de dichas diferencias de consumo entre los dos recorridos.

En el Anexo 1 se presenta el detalle del protocolo de la prueba.

APLICACION DE LA PRUEBA EN VEHICULOS

La empresa CEMENTOS ARGOS escogió dos camiones mineros de igual modelo, dedicados al acarreo de material crudo de la mina Santana que provee a la fabricación del cemento, identificados con los números 5 y 6.

DESCRIPCION DE LA RUTA

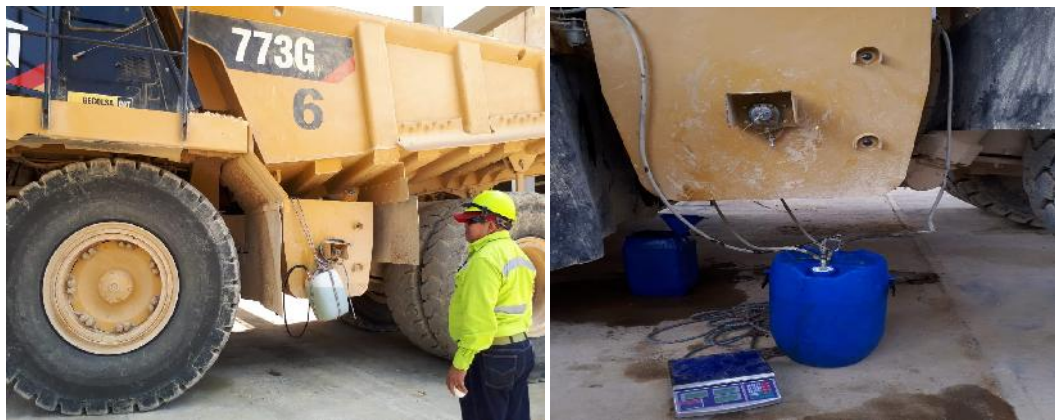
Se escogió un circuito de 5Kms que incluye trazado con recorrido en área plana dentro de las vías internas de la Mina Santana - Membrillal - Cartagena

ALISTAMIENTO

Previo al recorrido inicial, los operadores fueron sensibilizados acerca de la importancia de mantener las RPMs para que las condiciones fueran similares en todos los vehículos en prueba.

Así mismo, se les explicó el protocolo de la prueba, para sensibilizarlos sobre que solo debían mantener su estilo de conducción y que la prueba no tenía como fin evaluar la eficiencia de conducción de cada operario.

Los camiones fueron adaptados con tanques externos de combustible que pudieran ser pesados antes y después de cada recorrido con el objeto de calcular el consumo en kilogramos de combustible.



Estos tanques externos fueron acondicionados para conectarse las mangueras de succión y retorno del sistema de inyección.

DESARROLLO DE LA PRUEBA Y RESULTADOS

Línea Base

Una vez alistados los vehículos, se procedió a pesar los tanques externos y posterior encendido de los vehículos a partir de lo cual se contabilizaron 16 minutos de recorridos en el circuito seleccionado hasta volver nuevamente al punto de partida para nuevamente apagar los vehículos al tiempo y pesar el tanque externo en cada uno de ellos con el objeto de conocer el consumo neto de combustible en ese tiempo.

Dado que los vehículos consumen en promedio 10 galones por hora, en consideración al tamaño de los tanques externos, se seleccionó un periodo de cada recorrido de 16 minutos con el objeto de reducir el riesgo que los vehículos se quedaran sin combustible y succionaran aire.



Estos recorridos se hicieron por triplicado con el objeto de reducir el error en las mediciones y lograr un promedio que fuera más estable. Los resultados resumidos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla No.1 Línea base -Ensayo de ahorro de combustible - SIN SUPERTech

RESULTADOS DIESEL CORRIENTE	CAMION 5			CAMION 6		
Prueba No.	1	2	3	1	2	3
Tiempo Recorrido (min)	15,19	16,27	15,35	16,0	15,5	15,5
Km inicial (Km)	27.091	27.096	27.102	59.885	59.891	59.896
Km final (Km)	27.096	27.102	27.107	59.891	59.896	59.901
Recorrido Neto (km)	5	6	5	6	5	5
Peso Incial (Kg)	20,550	24,070	19,960	18,714	18,764	20,470
Peso Final(Kg)	11,100	14,548	12,090	6,975	9,820	11,340
Consumo Neto (Kg)	9,450	9,522	7,870	11,739	8,944	9,130
Promedio Consumo Neto-CN (Kg)	8,947			9,938		
Desviacion Standard (Kg)	0,934			1,563		
Coeficiente de Variacion (%)	10%			16%		
Diferencia de Consumo (Δ1) (Kg)	0,990					

Con los resultados se pudo concluir que la diferencia entre los dos vehículos en promedio fue de 0.990 kg de combustible antes de instalar la tecnología a ensayar.



Prueba de SUPERTECH

Al terminar la línea base, se instaló el dispositivo SUPERTECH en el camión 5, antes de volver pesar y salir al segundo ensayo, cuyos resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla No.2 Resultados segundo ensayo de ahorro de combustible- CON SUPERTECH

RESULTADOS DIESEL + SUPERTECH	CAMION 5			CAMION 6		
Prueba No.	1	2	3	1	2	3
Instalacion Supertech (Si/No)	NO			SI		
Tiempo Recorrido (min)	16,08	15,61	15,10	15,46	15,55	16,02
Km inicial (Km)	27.107	27.112	27.117	59.901	59.907	59.912
Km final (Km)	27.112	27.117	27.122	59.907	59.912	59.917
Recorrido Neto (km)	5	5	5	6	5	5
Peso Inicial (Kg)	23,875	15,196	17,725	21,898	18,407	22,322
Peso Final(Kg)	15,196	7,755	8,807	13,248	10,180	14,010
Consumo Neto (Kg)	8,679	7,441	8,918	8,650	8,227	8,312
Promedio Consumo Neto (Kg)	8,346			8,396		
Desviacion Standard (Kg)	0,793			0,224		
Coeficiente de Variacion (%)	9%			3%		
Diferencia de Consumo (Δ_2) (Kg)	0,050					

RESULTADOS

Al terminar el segundo recorrido, observamos que la diferencia entre los dos vehículos en promedio se redujo a 0.050 Kg de combustible.

La diferencia de consumo en el segundo recorrido aparece como DELTA 2 (Δ_2) en la tabla anterior, y la reducción entre los dos recorridos corresponde a ($\Delta_1 - \Delta_2$), es decir $0.990 - 0.050 = 0.940\text{Kg}$.

Tabla No.3% ahorro de combustible - CON SUPERTECH

RESULTADOS		%
% DE AHORRO DE COMBUSTIBLE	$(\Delta_1 - \Delta_2) / \text{CN} \%$	9,5%

Al dividir esta diferencia entre el pesaje promedio del recorrido de la línea base del Camión 6, (9,938 kg), se obtiene un ahorro del 9.4 %. Dado que la única diferencia entre los VEHÍCULOS DE PRUEBA y el VEHICULO DE CONTROL entre el primer y segundo recorrido fue la instalación de SUPERTECH, este ahorro está asociado al uso de dicha tecnología.

ANALISIS ECONOMICO

Con base en los resultados obtenidos, se presenta a continuación el estimado anual de ahorros proyectados con SUERTECH.

Se ha estimado el valor del galón de diesel en \$6.412 pesos y 20 horas de trabajo diario.

Tabla No.4 Ahorros proyectados al año - CON SUPERTECH

DATOS INICIALES	Und	Valor			
Consumo de Combustible por Hora	Gal/hora	10			
Tiempo de Operación por día	hrs	20			
Precio del Combustible	\$/gal	\$ 6.412			
Consumo Diario	\$	\$ 1.282.400			
Días Trabajados al mes	Días	26			
% Ahorro de Combustible	%	5 %	8 %	10 %	12 %
Ahorrado Diario de Combustible	\$	\$ 64.120	\$ 102.592	\$ 128.240	\$ 153.888
Ahorrado Mensual	\$	\$ 1.667.120	\$ 2.667.392	\$ 3.334.240	\$ 4.001.088

De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas de campo y otros realizados por el SENA y la Universidad de Antioquia, los ahorros estimados con la implementación de SUPERETCH son significativos.

Con relación a la inversión y al periodo de retorno de la inversión, a continuación se detalla en la siguientes tabla:

Tabla No.4Análisis de la Inversión - CON SUPERTECH

VALOR DE LA INVERSION		COP			
SUPERTECH TIPO E	\$	\$ 1.300.000			
INSTALACION	\$	\$ 300.000			
SUBTOTAL		\$ 1.600.000			
DESCUENTO POR BENEFICIO TRIBUTARIO (25%)		-\$ 400.000			
SUBTOTAL		\$ 1.200.000			
% Ahorro de Combustible		5 %	8 %	10 %	12 %
RECUPERACION DE LA INVERSION	Días	29	18	14	12

CONCLUSION

La medición del ahorro de combustible no es una tarea fácil debido a muchas variables controlables e incontrolables que pueden afectar las mediciones de consumo. Es por ello que se empleó el Protocolo SAE J1321, el cual es el método avalado más utilizado internacionalmente.



Los análisis realizados con pruebas de campo han arrojado resultados del 9.5 % de ahorro de combustible, perfectamente comparables con los obtenidos en muchos países como se detalla en el Anexo 2.

De otro lado el bajo costo de la tecnología permite que la recuperación de su inversión sea inmediata.



ANEXO 1. PROTOCOLO SAE J1321

Este protocolo consiste en ensayar dos o tres vehículos que hacen el mismo recorrido con el mismo peso, condiciones ambientales y de tránsito vehicular.

Se trata de comparar los consumos de combustible entre los vehículos y analizar las diferencias entre estos, antes y después de instalar SUPERTECH.

Se deben escoger vehículos del mismo modelo que no evidencien fugas de combustible, fuga de aire en sus llantas, o con adaptaciones que carguen con pesos muertos adicionales.

Se debe seleccionar una ruta entre 80 y 100 Kmsaprox, que cuente con terreno plano y quebrado preferiblemente. En cada recorrido, a la mitad del mismo se hará el intercambio de conductores entre los vehículos.

El recorrido es la diferencia entre el odómetro inicial y final. No deben haber desviaciones de ruta por ningún vehículo a fin de asegurar el mismo recorrido.

Rutas con recorridos cortos no son recomendables para la prueba dado que el consumo no será representativo

Antes de hacer los recorridos, acordar con los conductores las iguales condiciones de RPMs, Aire Acondicionado y sitio de intercambio de conductores, para que el estilo de los conductores se distribuya entre los vehículos con el fin que no exista un sesgo en los resultados.

Antes de iniciar el primer recorrido, se anotan las lecturas de los odómetros en cada vehículo.

Se llenan los tanques externos instalados tomando su peso en la balanza para registrarlo en el formato prediseñado.

El llenado de estos tanques es la operación que requiere mayor precisión, de tal manera que no deben haber derrames o goteos. Tener mucho cuidado con las pistolas de tanqueo que tengan demasiada presión porque pueden generar pequeños derrames.

Una vez terminado el recorrido inicial de los vehículos, volver a pesar el tanque con la mayor precisión posible para determinar la diferencia y así mismo los kilogramos consumidos de combustible. Estos recorridos podrán repetirse para sacar un promedio de varias repeticiones.



Después del primer recorrido, y antes de instalar SUPERTECH, se elige el vehículo de menor consumo como VEHICULO DE CONTROL. Los demás vehículos serán denominados VEHICULOS DE PRUEBA

Para cada VEHICULO DE PRUEBA se calculara la diferencia de su consumo menos el del VEHICULO DE CONTROL. Esta diferencia se denominara DELTA 1. ($\Delta 1$)

Este DELTA 1 representa el consumo adicional de los vehículos con relación al mejor vehículo disponible (VEHICULO DE CONTROL) por condiciones atmosféricas, condiciones mecánicas del vehículo, condiciones de tránsito, entre otras.

Se instala SUPERTECH en los VEHICULOS DE PRUEBA únicamente y el VEHICULO DE CONTROL sigue en las mismas condiciones.

Nos preparamos para el segundo recorrido, pesando nuevamente todos los tanques externo en los vehículos y anotando nuevamente. En caso de ser necesario colocar combustible debe hacerse antes de pesaje.

Realizamos exactamente el mismo recorrido, con las mismas condiciones de carga, aire acondicionado, cambio de conductores y RPM

Al finalizar el recorrido, nuevamente pesamos los tanques cada vehículo con los mismos cuidados.

Nuevamente calculamos la diferencia entre los consumos en kilogramos de cada VEHICULO DE PRUEBA y el VEHICULO DE CONTROL. Esta diferencia la denominamos DELTA 2. ($\Delta 2$)

La diferencia entre $\Delta 1 - \Delta 2$, corresponde al volumen de combustible que se deja de consumir por el uso de SUPERTECH, al permanecer otras variables controladas como las condiciones de tráfico, recorrido, condiciones ambientales, estilo de conducción al rotar los conductores, entre otros.

Finalmente, calculamos para cada VEHICULO DE PRUEBA el porcentaje de ahorro con la diferencia entre ($\Delta 1 - \Delta 2$) dividido entre el consumo inicial hecho en el primer recorrido para el VEHICULO DE PRUEBA

Tener en cuenta que para el DELTA 1 y DELTA 2 siempre utilizar el orden de la resta: VEHICULO DE PRUEBA- VEHICULO DE CONTROL.

En caso que pueda realizarse la prueba de emisiones de gases en todos los vehículos antes y después de instalar SUPERTECH, podrá consignarse los resultados en este formato. La prueba de gases después de instalar SUPERTECH debe hacerse después que el vehículo recorra al menos 5 Km con el equipo instalado.

ANEXO2. REFERENCIA DE OTRAS EMPRESAS O INSTITUCIONES

Referencias 1/3

Fecha	Instituto/Compañía	Pruebas		Resultados		Documentos Adjuntos
		Lab.	Calle	Reducción Emisiones gas	Reducción consumo	
23/05/97	ALEMANIA TUV	x		Ver informe		Informe de prueba
Dic.1997	ITALIA ARCESE TRASPORTI Spa - Trento		x	70%	7% ÷ 10%	Comunicación + entrevista
09/04/1998	ITALIA AMAT		x	>50%		Relación Convenio "Per una mobilità pulita"
14/04/1999	RUSIA Mosavtoprogress Moscow	x	x	>50%	8% ÷ 12%	Informe de prueba
12/12/2000	RUMANIA S.N.P. "PETROM" S.A.		x	82% - 88%	12% - 15%	Declaración
17/04/2001	Gobierno de CHILE Centro de Control y certificación Vehicular		x	71%		Declaración
03/07/2001	MEXICO Protección Ambiental Estado de Guanajuato		x	45,28%		Declaración
04/02/2002	RUMANIA Certificado de homologación RAR	x	x	65%	10,54%	Certificado
2003	ITALIA APT of Verona		x	50%		Declaración
6/2003	MEXICO Instituto de ecología del Estado de Guanajuato		x	70%		Informe de prueba
10/2003	MEXICO Municipio de Salamanca		x	80%		Informe de prueba
11/2003	EGIPTO - CAIRO Universidad de Helwan Al Mataerya	x	x	70%	10%	Informe de prueba
16/12/03	FRASII 1) Rimatur Turismo		x	42%		Informe de prueba
23/09/03	2) Viação Graciosa Ltda				9%	Informe de prueba
25/09/03	3) Ouro Verde Trasp E Loc			42%		Informe de prueba
27/03/04	4) Viação Tamandaré Ltda				5%	Informe de prueba
1999	5) Ouro e Prata Cargas				8-10 %	
19/05/04	LITUANIA 1) University of Vilnius	x		75%	7%	Informe de prueba
03/12/04	TURQUIA I.E.T.T. Istanbul		x	80%		Informe de prueba
13/10/04	ITALIA - Modena Lusuardi Claudio e C. snc	x			+3,34 HP	Informe de prueba
21/01/05	HONG KONG Universidad de Hong Kong Departamento de Ingeniería Mechanica	x			3,7%	Informe de prueba

Referencias 2/3						
Fecha	Instituto/Compañía	Pruebas		Resultados		Documentos Adjuntos
		Lab	Calle	Reducción Emisiones gas	Reducción consumo	
21/03/05	BRASIL Retimag	x			11%	Informe de prueba
Enero/Febr 2005	POLONIA Transportes Urbanos de Varsovia		x	58%		Informe de prueba
07/06/05	FRANCIA Grupo Moncassin		x	67%	12%	Informe de prueba Declaración
29/06/05	UCRAMIA Instituto "Transport Technologies" de la ciudad de Dnepropetrovsk	x			11,4%	Informe de prueba
01/09/05	ISRAEL Shindler Nechushtan		x		10%	Informe de prueba
04/09/05	REINO UNIDO (BTAC)		x		2,4%	Informe de prueba
04/11/05	BRASIL (SOUL)		x		19,58%	Informe de prueba
Nov 2005	BRASIL IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis)		x			Declaración
10/11/05	BRASIL FABET		x		13-20%	Declaración
24/11/05	BRASIL COOPERCARGA		x		12,74%	Declaración
Nov 2005	IRAN IFCO (Iranian Fuel Conservation Organization)		x		6%	Declaración
Nov 2005	HONG KONG Golden Fame Holding Limited		x		20%	Informe de prueba
21/11/05	ISRAEL S.C.L. Kibbutz Lahav		x		15%	Declaración
Dec 2005	SIRIA Universidad de Damasco		x		7-12%	Informe de prueba
10/01/06	BRASIL Konquest		x		12,33%	Declaración
06/03/06	HUNGRIA MM Import Kft		x		18,54%	Informe de prueba
23/05/06	BRASIL LACTEC	x		70,82%	6,13%	Informe de prueba
20/06/06	CHINA INSTITUTO DALIAN		x		12,49-13,06%	Informe de prueba
26/06/06	BRASIL COLORADO		x	8,07%	2,69%	Informe de prueba
10/07/06	HUNGRIA Elektro Profi		x		20,05%	Informe de prueba
16/07/06	VIETNAM Instituto Técnico de Vehículos Militares		x		10,95%	Informe de prueba

Referencias 3/3						
Fecha	Instituto/Compañía	Pruebas		Resultados		Documentos Adjuntos
		Lab	Calle	Reducción Emisiones gas	Reducción consumo	
26/09/06	SUIZA Supertech Swiss		x		8,45 %	Informe de prueba
28/09/06	BRASIL Cossisa		x		12,67%	Informe de prueba
04/10/06	MEXICO Altocarbono		x		14,7%	Informe de prueba
12/10/06	TURQUÍA Ak- Ege		x		10,96%	Informe de prueba
4/12/06	TURQUÍA Cankaya		x		7,98%	Informe de prueba
12/03/07	MEXICO Pemex		x		24.14%	Informe de prueba
21/03/07	MEXICO Medio Ambiente		x	35%	9,4%	Informe de prueba
24/05/07	TURQUÍA Cinar		x		5,8%	Informe de prueba
6/7/07	TURQUÍA Izulas				8%	Informe de prueba
11/07	LETONIA Instituto Vehículos de motor	x			5,8 % - 13 %	Informe de prueba
4/01/08	MEXICO Unam	x		Ver informe	Ver informe	Informe de prueba
18/05/09	LETONIA Prueba con camión Volvo	x			8,36 % - 11,77 %	Informe de prueba
25/05/09	CROACIA Libertas		x		6% - 9%	Declaración
9/07/2009	HOLANDA Beets Groep		x		6,2 %	Informe de prueba
25/09/2009	BRASIL Sudeste		x	35 % - 40 %		Declaración
21/11/2009	HOLANDA Van Paridon		x		8,3 %	Informe de prueba
ULTIMA MODIFICACION JUNIO 2010						