



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIRÍA AUTOMOTRIZ

**TEMA: INVESTIGACIÓN DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS
DE DESEMPEÑO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA EFI AL
UTILIZAR LA INTERFASE ECO-OBD2**

AUTOR: PINTO CORTEZ, MARIO ALEJANDRO

DIRECTOR: : ING. ERAZO LAVERDE, WASHINGTON GERMÁN





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CONTENIDO



- RESUMEN
- ANTECEDENTES
- OBJETIVOS
- MARCO TEÓRICO
- EQUIPOS TECNOLÓGICOS
- PROTOCOLO DE PRUEBAS
- RESULTADO DE PRUEBAS
- ANÁLISIS DE RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- RECOMENDACIONES





RESUMEN



- El presente proyecto buscó determinar la factibilidad de uso de la interfase ECO-OBD2 como variador del desempeño del motor de combustión interna EFI en pos de lograr una mayor eficiencia de combustible, basándose en cálculos de rendimiento y comparación de parámetros característicos obtenidos de pruebas dinamométricas y de campo.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



ANTECEDENTES

- (Diario El Telégrafo, 2017) informó que: en el Ecuador los mayores contaminantes con el 52% de emisiones de CO₂, en la ciudad de Quito, son los vehículos para transporte los cuales están vinculados a la combustión de diésel y gasolina.
- (El Comercio, 2018) comunicó que: un uso ineficiente del combustible no sólo afecta a la calidad del aire sino también a la economía familiar. En el año 2018 el precio de todos los combustibles subieron significativamente a valores de \$3,10/galón de gasolina súper y \$2,74/galón de diésel con tendencia a seguir subiendo en el año 2019. (pág. 1)





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



- De acuerdo a (Centro de Experimentación y Seguridad Vial Colombia CESVI COLOMBIA, 2015), para reducir la contaminación por emisiones de combustión en los automóviles, los fabricantes de vehículo europeos y americanos desarrollaron sistemas de diagnóstico de los motores con control electrónico denominado On Board Diagnostics (OBD). En 1988 la “California Air Resources” obligó el uso de este método de diagnóstico que controla los límites máximos de emisiones mediante dispositivos de mando electrónicos y diagnostica las anomalías en el motor. (pág. 18)
- Según (Santos, 2016), el control del sistema de a bordo OBD II o prueba de componente, permite la comunicación bidireccional entre la herramienta de escaneo y la ECU del vehículo, con él es posible cambiar parámetros de operación. (pág. 21)





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA ECUADOR



OBJETIVO GENERAL

- Obtener los parámetros característicos de desempeño del motor de combustión interna EFI al utilizar una interfase ECO OBD2.





OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Buscar información pertinente al tema de la presente investigación en artículos científicos, libros y repositorios académicos.
- Determinar los parámetros característicos de desempeño iniciales del motor a través de protocolos de pruebas establecidos de torque, potencia, consumo de combustible y emisión de gases contaminantes.
- Seleccionar los equipos de verificación y comprobación que permitan cumplir los protocolos de prueba de los parámetros característicos de desempeño del motor EFI.
- Instalar y calibrar la interfase ECO OBD2 y obtener nuevos datos de los parámetros característicos de desempeño.
- Analizar los datos de las pruebas obtenidas de la variación de los parámetros característicos de desempeño y su relación con el rendimiento del motor.





ESPE

UNIVERSIDAD DE ESMERaldas
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
AUTOMOTRIZ



PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS

- Exponen (Quimbita & Guallichico, 2017) que: “los indicadores del funcionamiento del motor son: el par, la potencia y el consumo específico que proporcionan información acerca de la fuerza que genera, cuánto combustible consume por kilómetro y con qué rapidez puede trabajar el motor” de combustión interna. (pág. 33)





POTENCIA



- Según (Castro, 1998), “la potencia se define como la cantidad de trabajo que puede realizar el motor de combustión interna por unidad de tiempo. En tanto más potente es el motor, más peso es capaz de mover a una misma velocidad”.





TORQUE



- De acuerdo a (Sanz S. , 2017), se lo denomina también momento de giro y es la consecuencia de rotación que se desarrolla cuando se comunica una fuerza sobre una palanca.





CONSUMO ESPECÍFICO EFECTIVO DE COMBUSTIBLE

- Según (Bosch, 2003) que “el consumo específico de combustible, indica la masa de combustible, que necesita un motor de combustión para ejecutar un trabajo determinado”.
- Y expone (Sánchez, 2012) que: “el consumo suele expresarse por un consumo específico (G_{pe}) y se puede deducir este consumo específico en función del rendimiento del motor y el calor específico del combustible”:

$$G_{pe} = \frac{B \cdot 3600}{N_e}$$

Ecuación 3. Consumo específico de combustible

Fuente: (Ocaña A. , 2000)

En dónde:

- G_{pe} es el consumo o gasto específico efectivo de consumo en (Kg/KW-h)
- B es el consumo de combustible en (Kg/s)
- N_e es la potencia efectiva del motor (KW); que dice (González, Motores térmicos y sus sistemas auxiliares, 2015) es la “potencia obtenida a partir del freno dinamométrico del banco de pruebas se conoce como potencia efectiva del motor a un determinado régimen y carga del motor siendo la potencia útil disponible en el cigüeñal”
- 3600 es un factor de conversión de segundos a hora





Presión media efectiva

- La Presión Media Efectiva (pme) es la media de todas las presiones instantáneas que se producen en la fase de combustión y expansión de los gases dentro del cilindro. La presión media está en función del llenado del cilindro y del aprovechamiento del combustible que se introduce al motor.

$$P_{mc} = \frac{T}{V_h} * i$$

Ecuación 4. Presión media efectiva

Fuente: (Casado, 2009)

Donde;

V_T es la cilindrada total cm^3

n es RPM de giro del motor

i es el número de cilindros





RENDIMIENTO MECÁNICO

- Es un rendimiento que se produce por causa del rozamiento de los pistones, cigüeñal, etc. y se calcula por el cociente entre la potencia efectiva y la indicada (Ocaña A. , 2000).

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i}$$

Ecuación 5. Ecuación de rendimiento mecánico
Fuente: (Jóvaj, 1982)

En dónde:

η_m es el rendimiento mecánico

N_e es el trabajo efectivo

N_i es el trabajo indicado





RENDIMIENTO TÉRMICO

- Expone (Bosch, 2003) que dentro del motor de combustión interna no toda la energía química del combustible se convierte en trabajo mecánico, sino que una parte invertida se pierde.

$$n_t = P_{mc} \frac{(\varepsilon - 1)(k - 1)}{P_a \varepsilon^k k (\rho - 1)}$$

Ecuación 6. Cálculo de la eficiencia térmica
Fuente: (Mena L, 2011)

Donde:

n_t es la eficiencia térmica.

P_{mc} es la presión media del ciclo

ε es la relación de compresión

k es el coeficiente adiabático

ρ es el grado de expansión previa





RENDIMIENTO INDICADO

- Expone (Ocaña A. , 2000) que este rendimiento indica la calidad del trabajo del motor en lo que tiene que ver con el diagrama de trabajo, reglajes de distribución y encendido. Se calcula mediante la relación entre el rendimiento térmico y el rendimiento mecánico.

$$n_i = \frac{n_t}{n_m}$$

Ecuación 7. Rendimiento indicado
Fuente: (Mena L, 2011)





RENDIMIENTO EFECTIVO

- Escribe (González, 2011) que el rendimiento efectivo relaciona la potencia efectiva empleada con la potencia del combustible y mide el grado de aprovechamiento del motor de combustión interna en relación al combustible empleado.

$$\eta_e = \eta_m \cdot \eta_i$$

Ecuación 8. Ecuación de rendimiento efectivo

Fuente: (Jóvaj, 1982)

En dónde:

η_e es el rendimiento efectivo

η_m es el rendimiento mecánico

η_i es el rendimiento indicado



EQUIPO TECNOLÓGICO

- Automóvil Kia Cerato Forte 1,6L
- Dinamómetro rodillos DYNOMITE 3000-Lite



Ficha técnica del automóvil

MOTOR	EX 1.6	EX 2.0	SX 2.0
Arquitectura	Cuatro cilindros en línea, block en fundición y tapa en aluminio	Cuatro cilindros en línea, block y tapa en aluminio	
Combustible	Nafta		
Diámetro x carrera (mm)	76,5 x 87	86 x 86	
Cilindrada (cm ³)	1.599	1.998	
Relac. de compresión	10,1:1	10,5:1	
Potencia CV (KW) / régimen (rpm)	124 (91) / 6.300	156 (114) / 6.200	
Torque Nm (kg-m) / régimen (rpm)	156 (15,9) / 4.200	194 (19,8) / 4.300	
Alimentación	Inyección electrónica de combustible		
Distribución	Dos árboles de levas a la cabeza comandados por correa dentada	Dos árboles de levas a la cabeza comandados por correa dentada, con distribución variable CVVT para admisión y escape	
Válvulas	4 por cilindro		
TRANSMISIÓN			
Tracción	Delantera		
Caja de cambios	Caja manual de cinco relaciones	Caja automática de cinco relaciones	
Relaciones	No informado		
SUSPENSIONES			
Delantera	Ruedas independientes, McPherson con barra antirrolido, resortes helicoidales y amortiguadores hidráulicos		
Trasera	Brazo de torsión con barras antirrolido, resortes helicoidales y amortiguadores hidráulicos		
FRENOS Y DIRECCIÓN			
Tipo	Hidráulico	Hidráulico con ABS y EBD	
Delanteros	Discos ventilados		
Traseros	Discos sólidos		
Dirección	Piñón y cremallera, con asistencia en función de la velocidad		
LLANTAS			
Delanteras y traseras	15" en aleación	17" en aleación	
NEUMATICOS			
Delanteros y traseros	195/65 R15	205/55 R16	
CARROCERÍA			
Tipo	Berlina tricuerpo, con carrocería unibody en acero		
Puertas / plazas	4 / 5		
Cx	No informado		
DIMENSIONES			
Largo (mm)	4.530		
Ancho (mm)	1.775		
Alto (mm)	1.460		
Distancia entre ejes (mm)	2.650		
Trocha delantera (mm)	1.557		
Trocha trasera (mm)	1.564		
Peso (kg)	No informado		
CAPACIDADES			
Baúl (dm ³)	416		
Tanque de combustible (l)	62		
GARANTÍA			

- Analizador de gases Brain Bee AGS-688
- Multímetro digital 2860A



EQUIPO TECNOLÓGICO

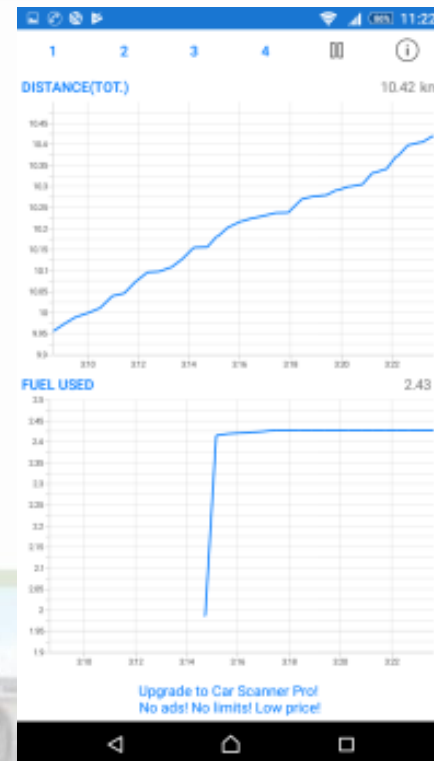
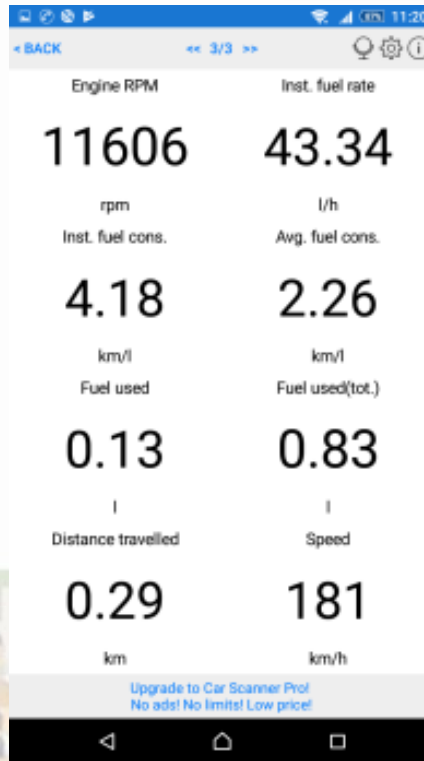
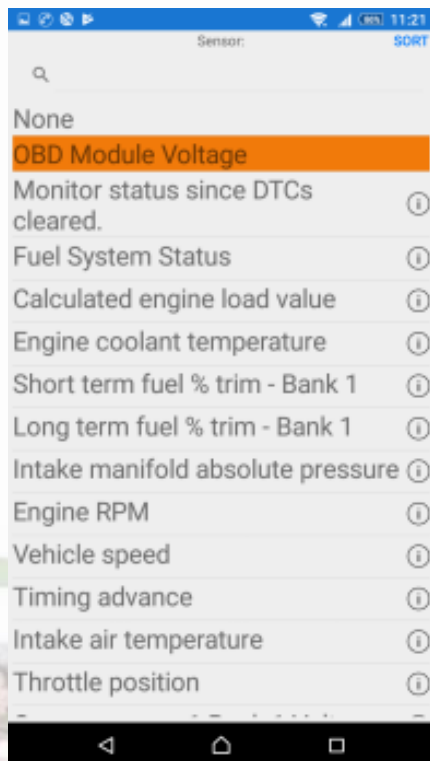
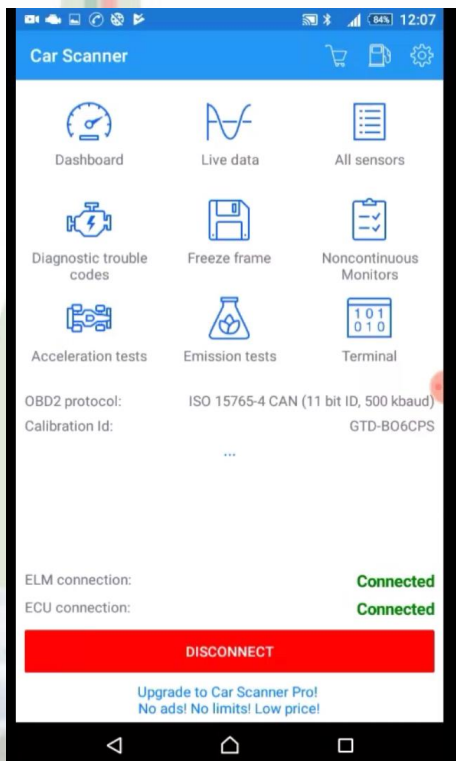
- Interfase ECO-OBD2
- Interfase ELM327
- Cable “splitter” de OBDII Diageng





EQUIPO TECNOLÓGICO

- Aplicación informática Car Scanner ELM OBD2





ECO OBD2



- (Tecnofuel, 2015) Expone que el ECO OBD2 es un dispositivo electrónico que contiene un chip que se conecta al puerto OBDII del vehículo y que su objetivo es reducir el consumo de combustible mediante su interacción con los mapas electrónicos programados en la ECU (pág. 1).
- Conector SAE J1962 16 pines.
- Protocolo CAN 11bit 500kb, ISO15765 (Kia Cerato 1.6)



- “Cuando está conectado al puerto OBDII, el ECO OBD2 recibe la información de la computadora de la Unidad de Control del Motor. Con los datos recibidos de la Unidad de Control del Motor, el ECO OBD2 ajusta la presión de impulso, cantidad de combustible, sincronización de la inyección y presión para reducir el consumo de combustible del vehículo.” (pág. 1).





PROTOCOLO DE PRUEBAS



PRUEBAS DINAMOMÉTRICAS

- Potencia y torque
- Anclar vehículo y despejar el área

New Run # 12 created on 2019-01-08 @ 11-29-32

Nombre de archivo: C:\Program Files (x86)\DYNOMITE\TempFiles\New Run # 12 created on 2019-01-08 @ 11-29-32.kin

Ejecución de prueba: **Mario Pinto #5934 on 2019-01-08 @ 11:29:32** Nº 3594 Fecha: 1/8/2019

Por: Alvaro Espinosa Hora: 11:29 AM

Nombre: Mario Pinto Importar (seleccionar modelo) Engine's Test Hours: 196248

Vehículo: Kia Corato Exportar configuración de ejecución como: #1 Four Stroke Otto

Motor: Tiempo | Inercia | Vehículo | Fuel | Ignición | Cabezal | Inducción | Escape | Válvulas | Varios | Dyno

Mostrar en informe de ejecución Mostrar en informe de impresión rápido

Marca del motor: Kia Relación de compresión: 3.6 : 1

Modelo del motor: Kia

Número de serie de motor: 2000 Cantidad de cilindros: 4

Descripción: 1.6 Longitud de biela: 144.78 mm

Potencia anunciada: 124 Hp a 6300 rpm Calibre: 77 mm

Par de torsión a 156 lb-ft a 4200 rpm Recomendado: 85 mm

Descripción de pistón: Desplazamiento: 1583.3 cc

Notas:

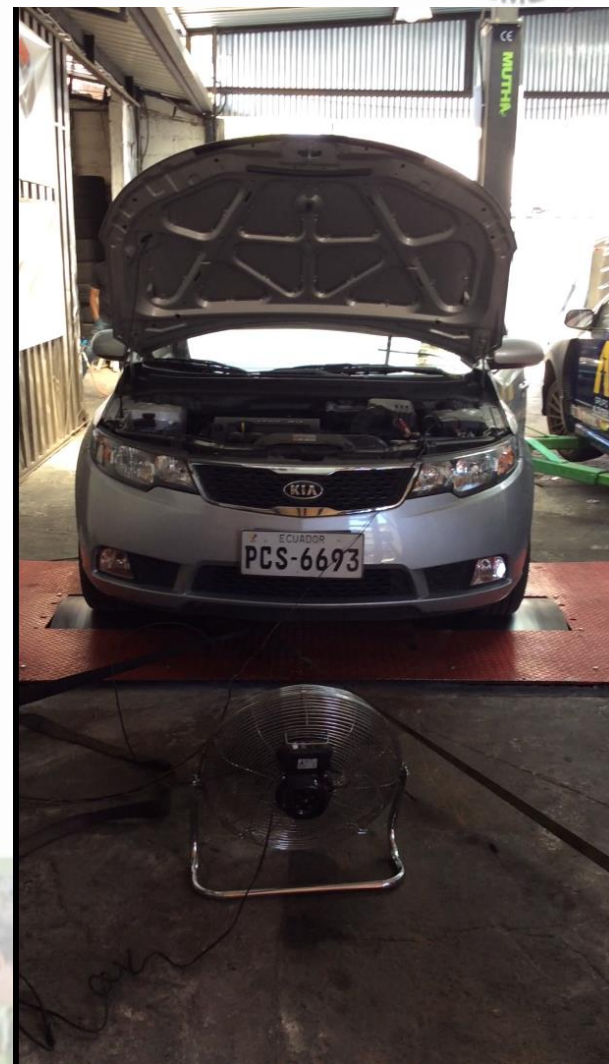
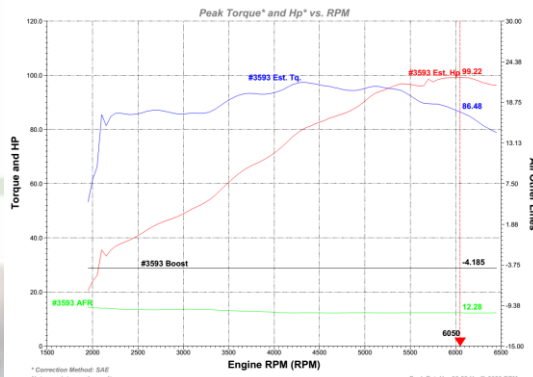
Dinamycs Competition
Passage Gateway E152 E Isaac Albeniz
Quito-Ecuador
Phone : 59322411905

DYNomite Test Run: **Mario Pinto #5934 on 2019-01-08 @ 11-29-32**
Date: 2019-01-08
Correction Method: **SAE**

RPM (RPM)	Est. Hp (HP)	APR (APR)	Est. Tq. (lb-ft)	Boost (PSI)
2000	37.48	14.30	59.89	-1.14
2100	37.49	14.28	60.44	-1.15
2200	39.23	14.06	60.63	-1.15
2300	39.36	13.84	61.19	-1.15
2400	41.21	13.68	61.62	-1.15
2500	42.94	13.53	62.52	-1.15
2600	44.28	13.40	63.28	-1.15
2700	46.48	13.26	63.85	-1.15
2800	48.39	13.14	64.33	-1.15
2900	49.54	13.02	65.22	-1.15
3000	51.20	12.91	65.87	-1.15
3100	51.81	12.84	66.23	-1.15
3200	56.78	12.84	66.28	-1.15
3300	57.32	12.98	66.39	-1.15
3400	60.23	13.01	66.79	-1.15
3500	63.32	12.98	67.27	-1.15
3600	66.51	12.91	67.59	-1.15
3700	67.20	12.83	67.98	-1.15
3800	68.24	12.76	68.28	-1.15
3900	69.24	12.69	68.59	-1.15
4000	73.45	12.54	69.33	-1.15
4100	76.47	12.42	70.23	-1.15
4200	78.79	12.35	70.25	-1.15
4300	81.33	12.34	70.46	-1.15
4400	82.88	12.34	70.80	-1.15
4500	84.30	12.34	71.30	-1.15
4600	85.44	12.33	71.90	-1.15
4700	87.00	12.09	72.33	-1.15
4800	88.57	12.06	72.60	-1.15
4900	90.11	12.01	72.80	-1.15
5000	91.34	12.03	72.94	-1.15
5100	92.11	12.01	73.00	-1.15
5200	93.70	12.01	73.08	-1.15
5300	94.84	12.03	73.00	-1.15
5400	95.84	12.03	73.25	-1.15
5500	96.80	12.03	73.50	-1.15
5600	97.56	12.03	73.75	-1.15
5700	98.46	12.00	73.81	-1.15
5800	99.36	12.03	73.75	-1.15
5900	99.36	12.03	73.75	-1.15
6000	99.36	12.03	73.75	-1.15
6100	99.36	12.03	73.75	-1.15
6200	99.36	12.03	73.75	-1.15
6300	100.0	12.03	73.75	-1.15
6400	99.44	12.03	73.75	-1.15



DYNomite test "Mario Pinto #3593 on 2019-01-08 @ 11-18-22" by Dinamycs Competition

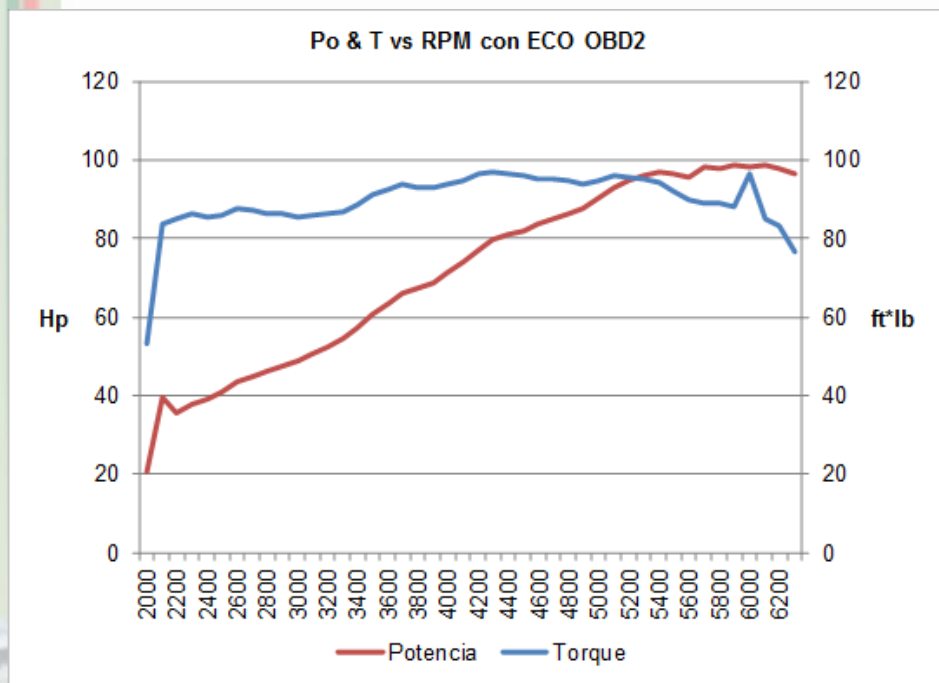




RESULTADO DE PRUEBAS

Pruebas dinamométricas

- Potencia y torque promedio

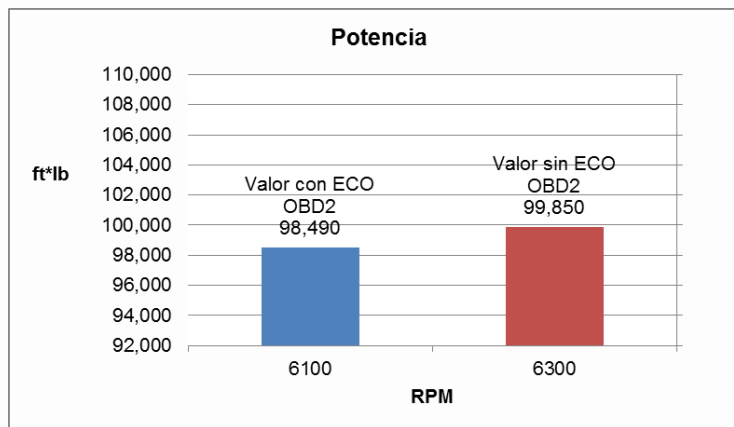


Velocidad angular (RPM)	Potencia (Hp)			Torque (ft-lb)		
	Prueba 1	Prueba 2	Promedio	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
2000	17,566	23,980	20,773	45,240	61,550	53,395
2100	43,337	35,540	39,439	81,600	85,530	83,565
2200	35,571	35,480	35,525	84,901	84,740	84,821
2300	37,987	37,660	37,824	86,734	86,000	86,367
2400	39,099	39,040	39,070	85,638	85,490	85,564
2500	40,978	40,780	40,879	86,166	85,750	85,958
2600	44,042	42,900	43,471	88,912	86,710	87,811
2700	44,721	44,770	44,745	86,982	87,100	87,041
2800	45,756	46,170	45,963	85,940	86,670	86,305
2900	47,875	47,370	47,622	86,778	85,880	86,329
3000	48,741	48,860	48,800	85,481	85,690	85,586
3100	50,225	50,680	50,452	85,267	86,010	85,639
3200	52,643	52,280	52,462	86,545	85,960	86,253
3300	54,508	54,310	54,409	86,858	86,560	86,709
3400	57,031	57,290	57,161	88,192	88,580	88,386
3500	60,681	60,500	60,591	91,061	90,820	90,941
3600	63,320	63,400	63,360	92,370	92,490	92,430
3700	66,310	65,730	66,020	94,104	93,300	93,702
3800	66,950	67,390	67,170	92,530	93,140	92,835
3900	68,551	69,050	68,800	92,391	93,020	92,706
4000	71,341	71,230	71,285	93,691	93,550	93,621
4100	74,040	73,970	74,005	94,840	94,750	94,795
4200	76,756	77,160	76,958	95,985	96,500	96,242
4300	79,184	79,730	79,457	96,742	97,390	97,066
4400	80,629	81,250	80,940	96,259	96,990	96,625
4500	81,443	82,610	82,026	95,103	96,430	95,767
4600	82,820	84,010	83,415	94,640	95,960	95,300
4700	84,642	85,130	84,886	94,672	95,200	94,936
4800	86,211	86,270	86,240	94,411	94,500	94,455
4900	87,071	87,970	87,521	93,452	94,400	93,925
5000	89,751	90,450	90,101	94,402	95,130	94,766
5100	92,971	93,070	93,021	95,811	95,920	95,866
5200	94,618	94,400	94,509	95,668	95,460	95,564
5300	96,150	95,700	95,925	95,410	94,980	95,195
5400	96,970	96,870	96,920	94,460	94,370	94,415
5500	95,926	96,620	96,273	91,825	92,460	92,143
5600	95,227	96,020	95,623	89,566	90,300	89,933
5700	97,537	98,060	98,068	88,624	89,570	89,097
5800	97,156	98,350	97,753	88,276	89,350	88,813
5900	97,874	99,020	98,447	87,454	88,460	87,957
6000	97,359	99,110	98,235	95,404	97,090	96,247
6100	97,900	99,080	98,490	84,668	85,670	85,169
6200	96,883	98,560	97,722	82,439	83,880	83,159
6300	95,820	97,270	96,545	71,775	81,500	76,637

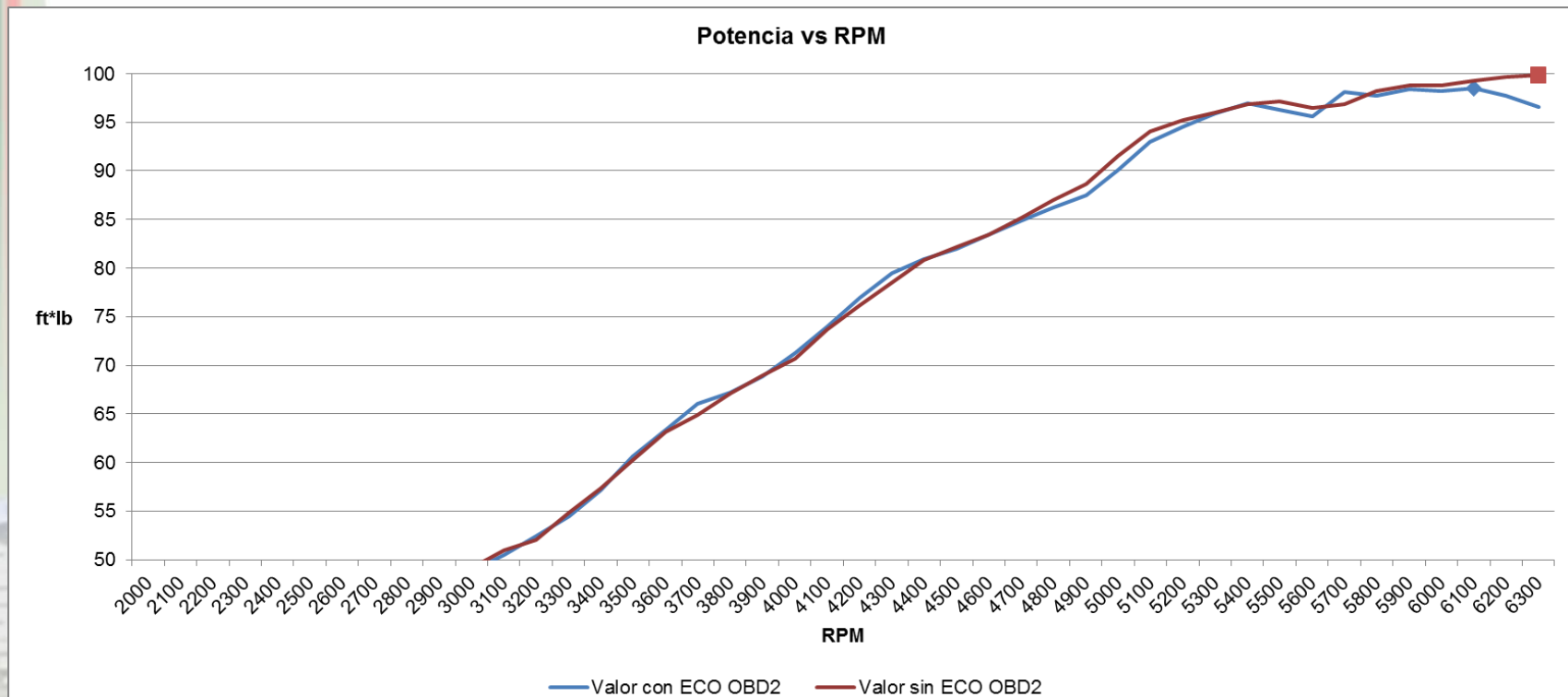
 Valor máximo en cada prueba
 Valor máximo promedio



ANÁLISIS DE POTENCIA

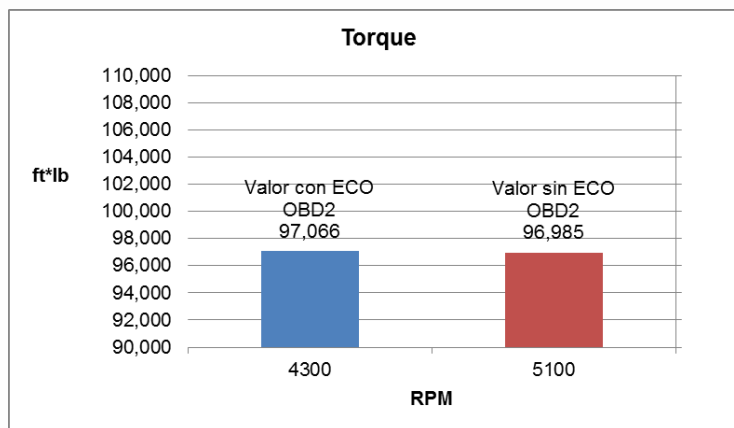


Pequeña disminución de 1,36 (Hp) cuando se usa la interfase

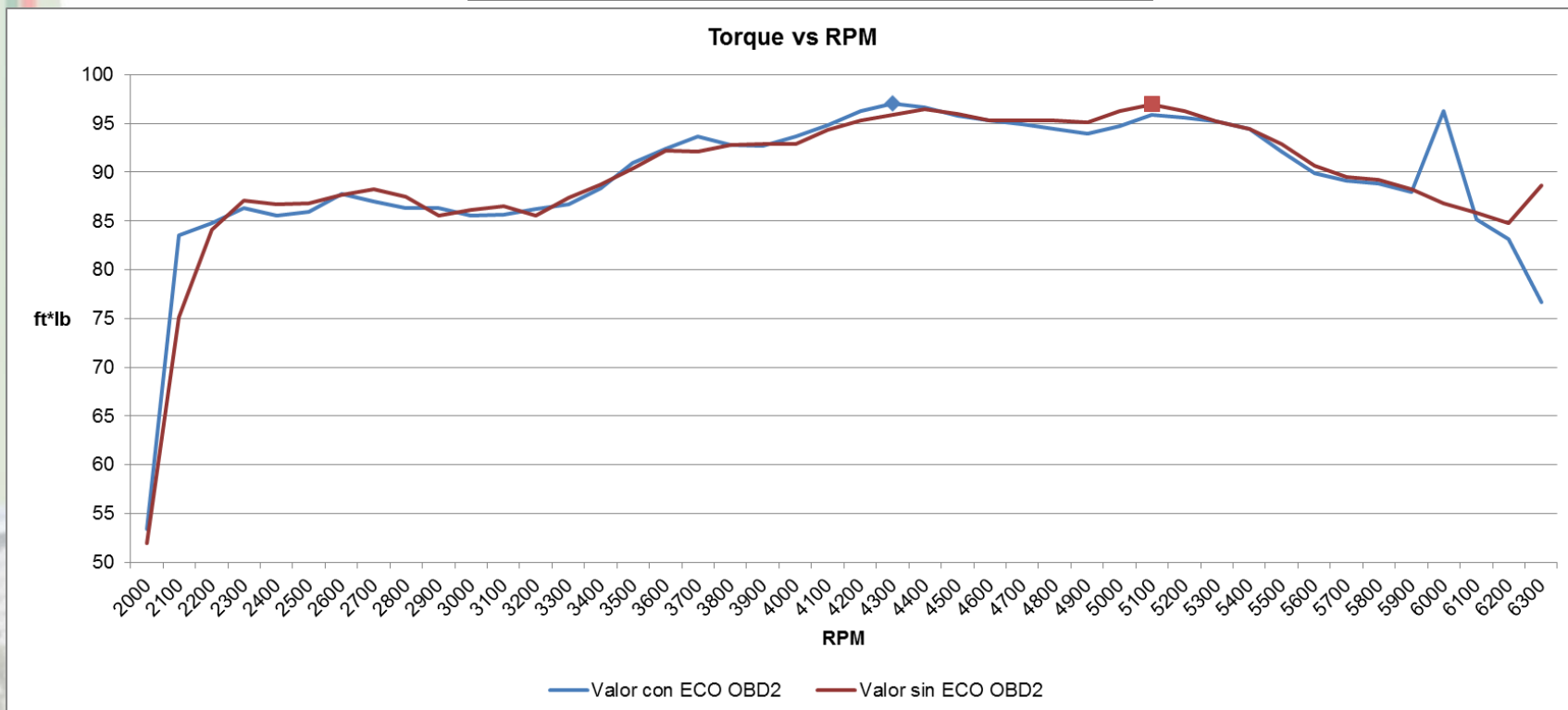




ANÁLISIS DE TORQUE



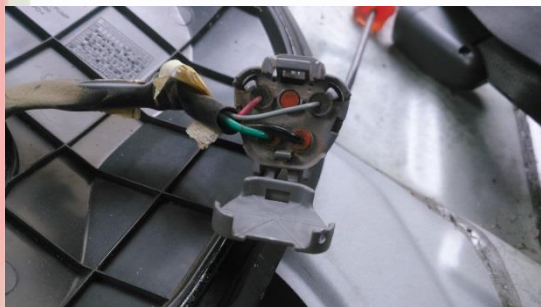
Ligero aumento de 0,085 (ft-lb) cuando se usa la interfaz



PROTOCOLO DE PRUEBAS

Consumo de combustible

- Prueba de campo
- Voltajes, volumen consumido, tiempo, kilometraje





RESULTADO DE PRUEBAS

Consumo de combustible

- Ruta

Carretera Panamericana

Carretera Panamericana

Agregar destino

Salir ahora OPCIONES

Enviar al teléfono instrucciones sobre cómo llegar

por Carr. Panamericana/Troncal de la Sierra/E35 5 min 5.3 km

La ruta más rápida, el tráfico habitual

DETALLES

Carretera Panamericana

Carretera Panamericana

CHASQUI Google

Imágenes © 2019 CNES / Airbus, DigitalGlobe, Datos del mapa © 2019 Google Ecuador Condiciones Enviar comentario 500 m

RESULTADO DE PRUEBAS

Cálculo de consumo consumo volumétrico de combustible

Parámetro	Símbolo	Dato	Símbolo	Valor medido sin ECO OBD2	Valor medido con ECO OBD2	Ud.	Fórmula	Valor calculado sin ECO OBD2	Valor calculado con ECO OBD2	Ud.
Factor de equivalencia de galones por voltio	V/E	Volumen inicial	V_0	0	0	Gal				
		Volumen final	V_f	5,531	5,531	Gal				
		Voltaje inicial	E_0	4,2	4,2	V	$\frac{V}{E} = \left \frac{\Delta V}{\Delta E} \right = \left \frac{V_f - V_0}{E_f - E_0} \right $	7,560	7,560	$\frac{L}{V}$
		Voltaje final	E_f	0,874	0,874	V				
		Factor de conversión de galones a litros	-	4,546	4,546	L/Gal				
Volumen de combustible consumido	V	Voltaje inicial	E_0	1,945	1,964	V	$V = \Delta V = (E_f - E_0) * (V/E)$	0,476	0,476	L
		Voltaje final	E_f	1,882	1,901	V				
		Factor de galones por voltio	V/E	7,560	7,560	L/V				
Distancia	D	Kilometraje inicial	d_0	0,050	0,060	Km	$D = \Delta d = (d_f - d_0) $	5,290	5,260	Km
		Kilometraje final	d_f	5,340	5,320	Km				
Período	T	Hora inicial	t_0	0:00:48	0:01:10	Hr	$T = \Delta t = t_f - t_0$	0,090	0,091	h
		Hora final	t_f	0:06:11	0:06:36	Hr				
Velocidad media	V_m	Distancia	D	5,290	5,260	Km	$V_m = \frac{D}{T}$	58,960	58,086	$\frac{Km}{h}$
		Período	T	0,090	0,091	h				
Índice de consumo de combustible	\dot{V}_c	Volumen de combustible consumido	V	0,476	0,476	L	$\dot{V}_c = \frac{V}{T}$	5,308E+00	5,259E+00	$\frac{L}{h}$
		Período	T	323,000	326,000	s				



CÁLCULO DE GASTO ESPECÍFICO EFECTIVO

Cálculo de consumo específico efectivo b_e

Parámetro	Símbolo	Dato	Símbolo	Valor medido sin ECO OBD2	Valor medido con ECO OBD2	Ud.	Fórmula	Valor calculado sin ECO OBD2	Valor calculado con ECO OBD2	Ud.
Consumo de combustible	B	Volumen de combustible consumido	V	0,476	0,476	L	$B = \left \frac{V}{T} * \rho_g \right $	1,065E-03	1,055E-03	$\frac{Kg}{s}$
		Densidad de gasolina	ρ_g	0,722	0,722	Kg/L				
		Período	T	323,000	326,000	s				
Consumo específico efectivo	b_e	Consumo de combustible	B	0,001	0,001	0	$b_e = \frac{B * 3600}{N_e}$	7,190E-02	7,085E-02	$\frac{Kg}{Kw * h}$
		Potencia efectiva (promedio entre 3500 RPM y 4500 RPM)	N_e	53,305	53,596	Kw				





ANÁLISIS DE CONSUMO ESPECÍFICO EFECTIVO

Reducción de 0,782 g/Kw-h que equivale a 1,458% menos del gasto sin el uso de la interfase.

Consumo específico efectivo b_e





ESPE

CÁLCULO DE RENDIMIENTO TÉRMICO



Cálculo de rendimiento térmico η_t

Parámetro	Símbolo	Dato	Símbolo	Valor medido sin ECO OBD2	Valor medido con ECO OBD2	Ud.	Fórmula	Valor calculado sin ECO OBD2	Valor calculado con ECO OBD2	Ud.
Presión media del ciclo	P_{mc}	Torque máximo	T	131,492	131,602	N*m	$P_{mc} = \frac{T}{Vh} * i$	13,224	13,235	bar
		Cilindrada unitaria	Vh	3,978E-04	3,978E-04	m ³				
		Número de cilindros	i	4,000E+00	4,000E+00	Ud.				
		Relación de compresión	ϵ	10,100	10,100	Ud.				
Rendimiento térmico	η_t	Coefficiente adiabático	k	1,410	1,410	Ud.	$\eta_t = P_{mc} * \frac{(\epsilon - 1)(k - 1)}{P_a \epsilon^k (\rho - 1)}$	35,295	35,325 %	
		Presión atmosférica absoluta	P_a	0,715	0,715	bar				
		Grado de expansión previa	ρ	8,500	8,500	Ud.				





ESPE

ANÁLISIS DE RENDIMIENTO TÉRMICO



Aumento en el rendimiento térmico con el uso del interfase lo que representa en proporción 0,0837% más del valor inicial mientras que la diferencia numérica es de 0,000295.

Rendimiento térmico η_t





CÁLCULO DE RENDIMIENTO MECÁNICO



Cálculo de rendimiento mecánico η_m

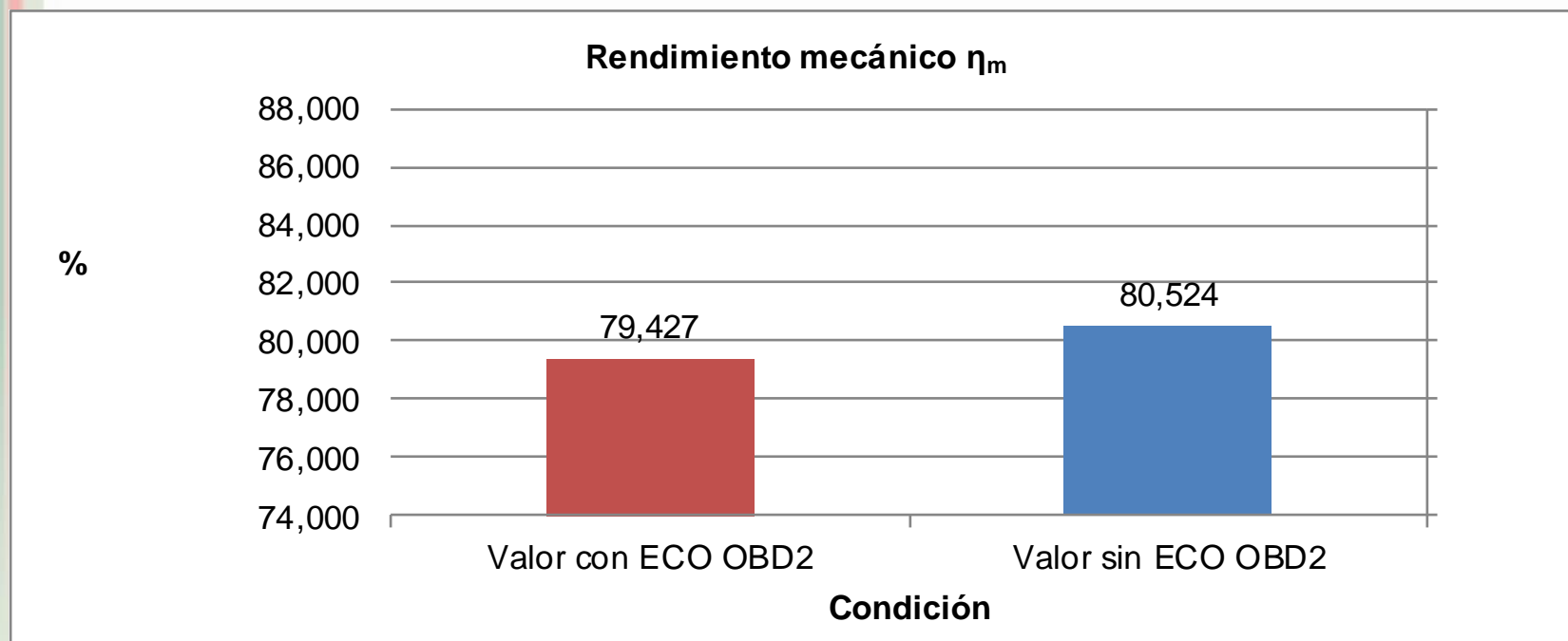
Parámetro	Símbolo	Dato	Símbolo	Valor medido sin ECO OBD2	Valor medido con ECO OBD2	Ud.	Fórmula	Valor calculado sin ECO OBD2	Valor calculado con ECO OBD2	Ud.
Rendimiento mecánico	η_m	Potencia efectiva	N_e	99,85	98,48982481	Hp	$n_m = \frac{N_e}{N_i} * 100\%$	80,524	79,427	%
		Potencia indicada	N_i	124	124	Hp				





ANÁLISIS DE RENDIMIENTO MECÁNICO

Diferencia de 1,097% menos entre los dos valores





ESPE

CÁLCULO DE RENDIMIENTO INDICADO



Cálculo de rendimiento indicado η_i

Parámetro	Símbolo	Dato	Símbolo	Valor medido sin ECO OBD2	Valor medido con ECO OBD2	Ud.	Fórmula	Valor calculado sin ECO OBD2	Valor calculado con ECO OBD2	Ud.
Rendimiento indicado	η_i	Rendimiento térmico	η_t	35,295	35,325	%	$\eta_i = \frac{nt}{nm}$	43,832	44,474	%
		Rendimiento mecánico	η_m	80,524	79,427	0				





ESPE

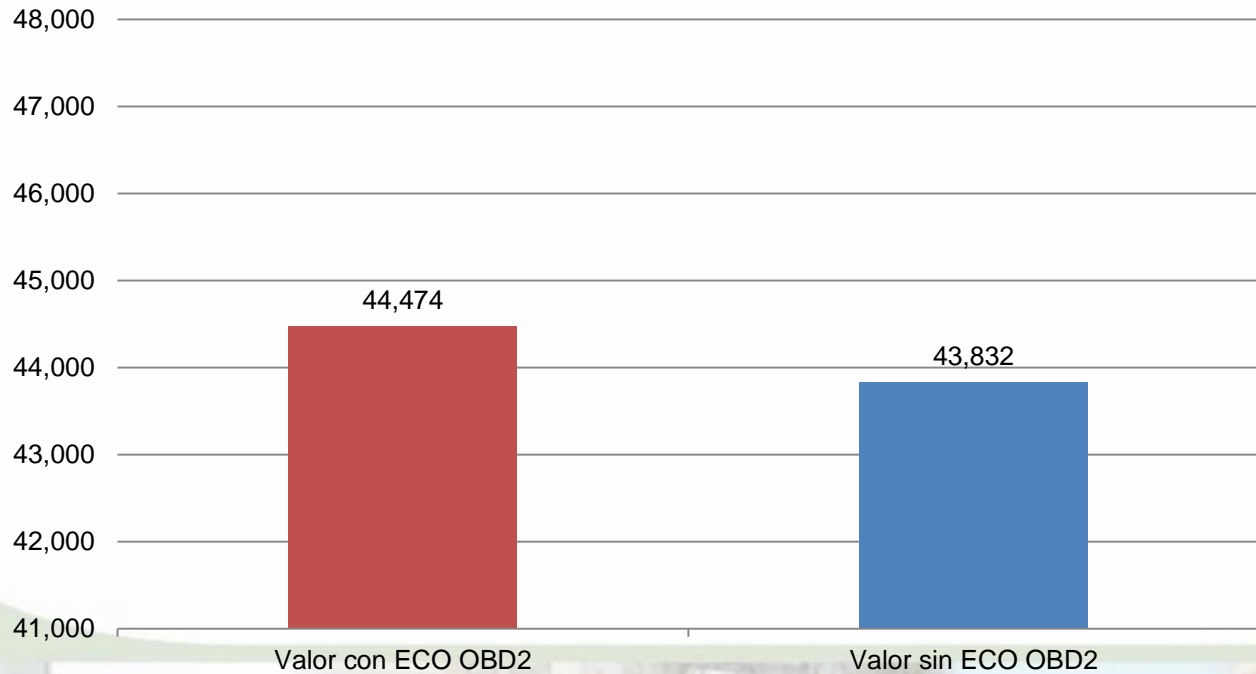
UNIVERSIDAD DEL AZUAYO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ



ANÁLISIS DE RENDIMIENTO INDICADO

Diferencia es 0,643% más con el uso de la interfase.

Rendimiento indicado η_i



Valor con ECO OBD2

Valor sin ECO OBD2

Condición





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
ESTUDIOS DE INGENIERÍA Y CIENCIAS



CÁLCULO DE RENDIMIENTO EFECTIVO

Cálculo de rendimiento efectivo η_e

Parámetro	Símbolo	Dato	Símbolo	Valor medido sin ECO OBD2	Valor medido con ECO OBD2	Ud.	Fórmula	Valor calculado sin ECO OBD2	Valor calculado con ECO OBD2	Ud.
Rendimiento indicado	η_e	Rendimiento mecánico	η_m	80,524	79,427	%	$n_e = n_m * n_i$	35,295	35,325	%
		Rendimiento indicado	η_i	43,832	44,474	%				





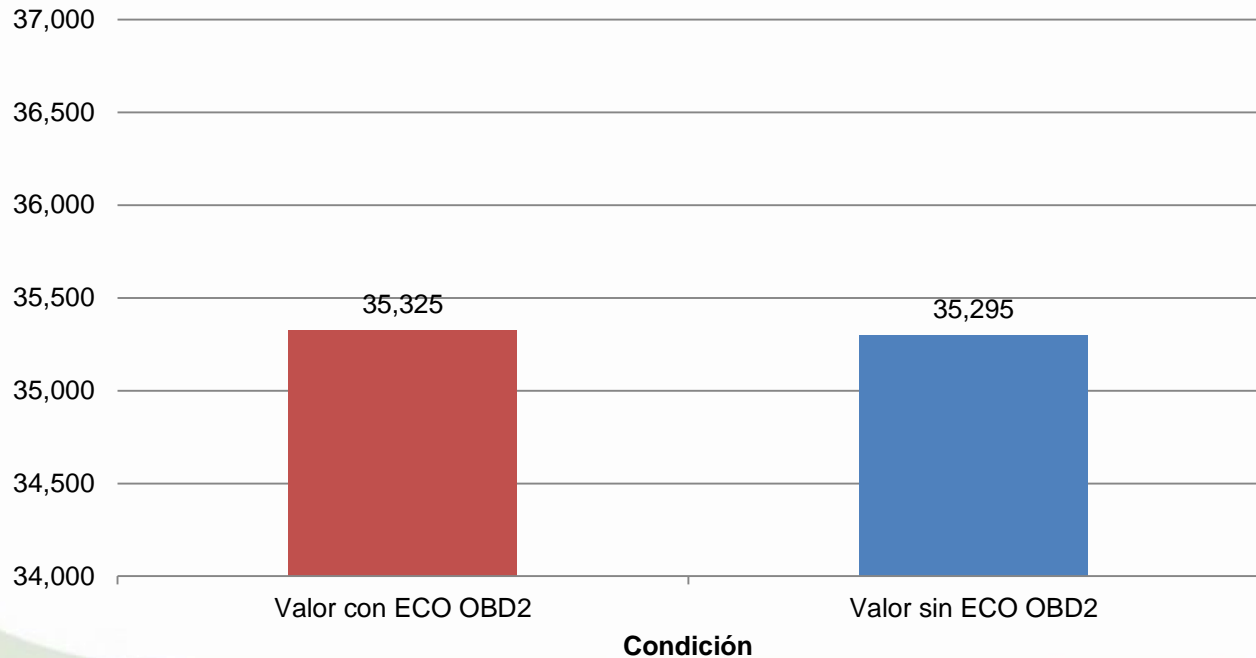
ESPE

ANÁLISIS DE RENDIMIENTO EFECTIVO



Diferencia de 0,0295% más cuando se utiliza la interfase.

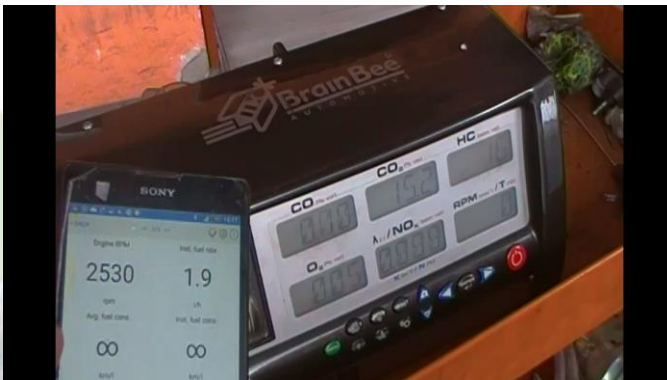
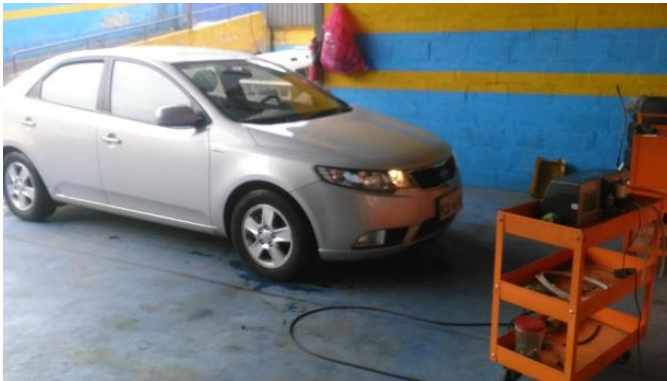
Rendimiento efectivo η_e



PROTOCOLO DE PRUEBAS

Prueba de calidad de gases de escape

- CO_2 , CO , O_2 y HC y λ





RESULTADO DE PRUEBAS

- Emisiones contaminantes

Condición	Revolucion es de motor	CO	CO2	HC	O2	Lambda
	RPM	% Vol	% Vol	ppm Vol	% Vol	U
Valores	660	0,010	15,300	96,000	0,510	1,019
con ECO	2500	0,030	15,500	89,000	0,040	0,998
Valores sin	660	0,020	15,100	38,000	0,050	1,000
ECO OBD2	2500	0,060	15,200	7,000	0,250	1,010

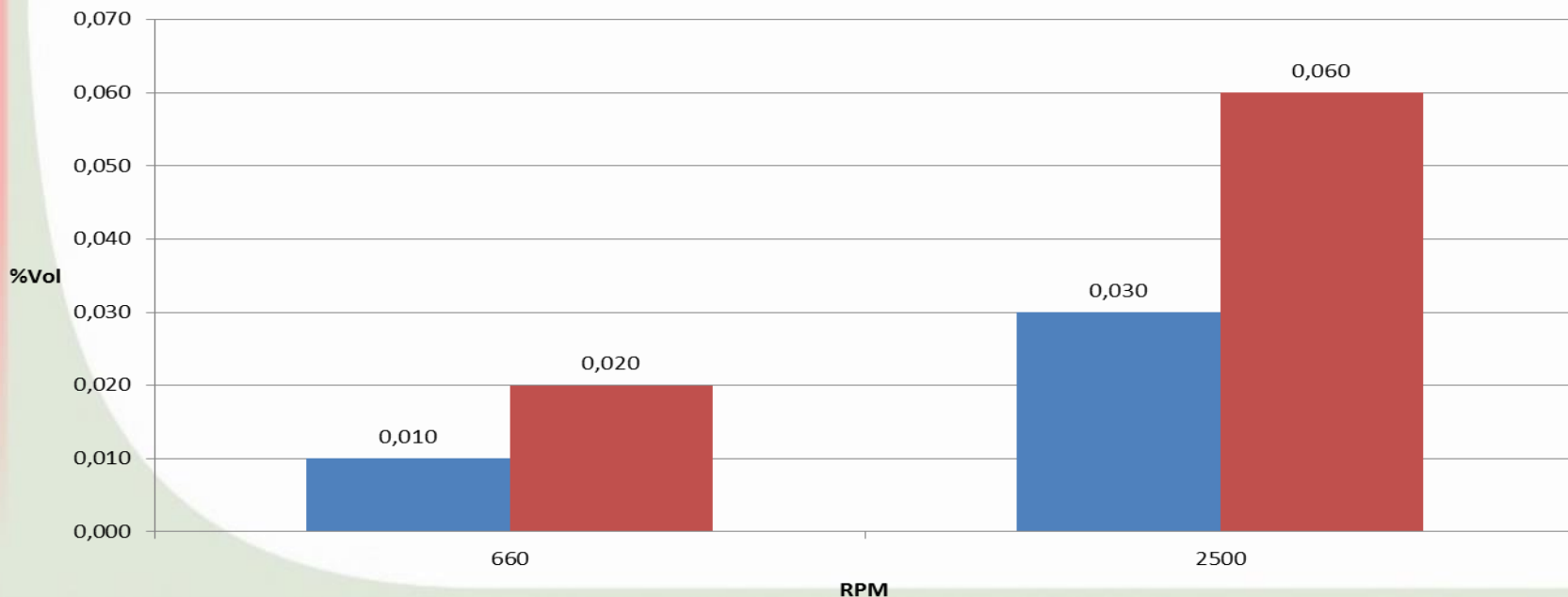




ANÁLISIS DE EMISIONES CONTAMINANTES

Se redujeron en 50% de los valores cuando se utilizó el interfase ECO OBD II.

Niveles de monóxido de carbono CO

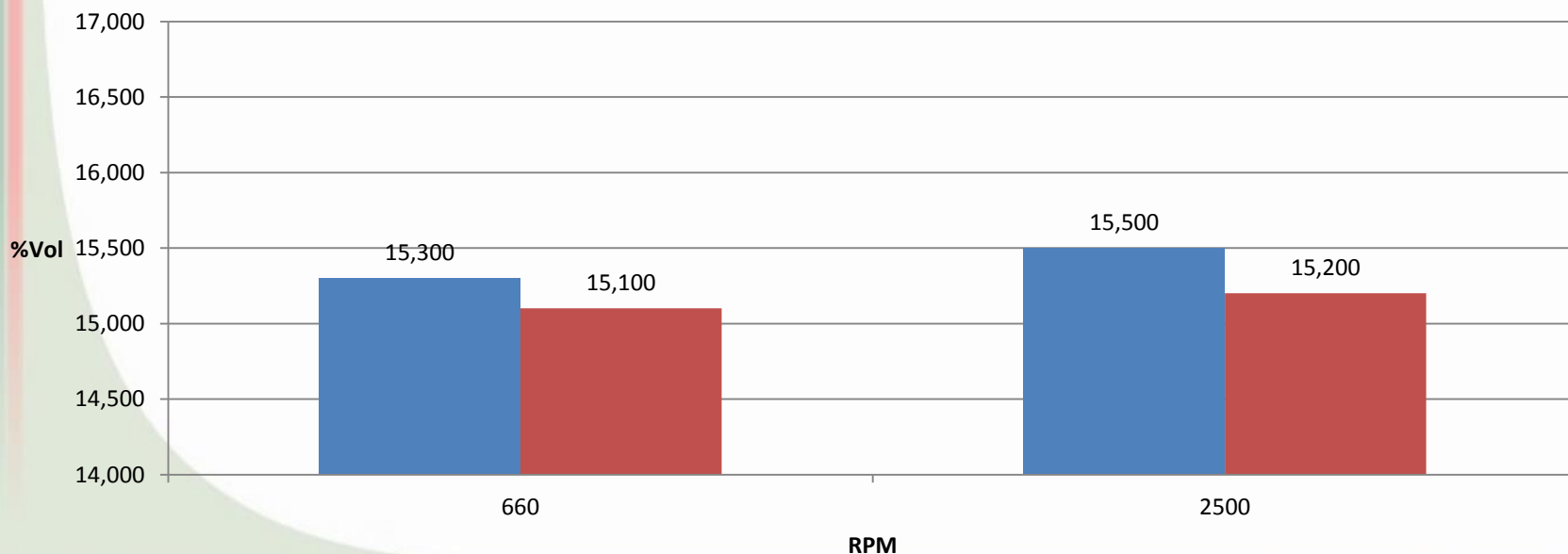




ANÁLISIS DE EMISIONES CONTAMINANTES

Con el uso de la interfase existe un aumento de cantidad en 0,2 %Vol de emisiones de CO₂ en revoluciones de ralentí y 0,3%Vol en revoluciones de velocidad crucero en comparación al uso del automóvil sin la interfase

Niveles de dióxido de carbono CO₂



■ Valores con ECO OBD2 ■ Valores sin ECO OBD2

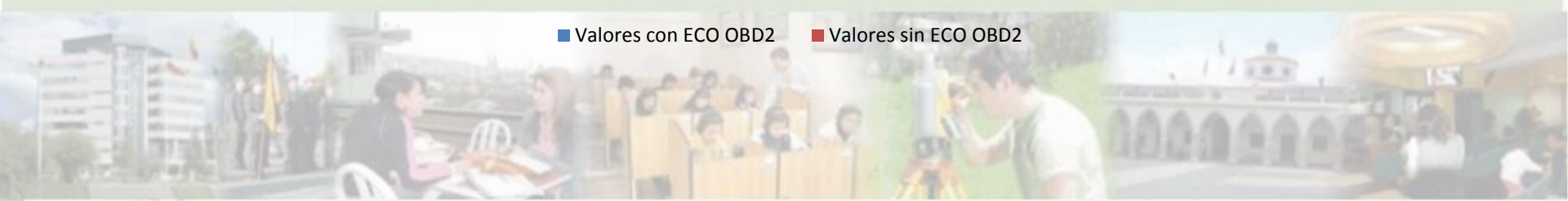
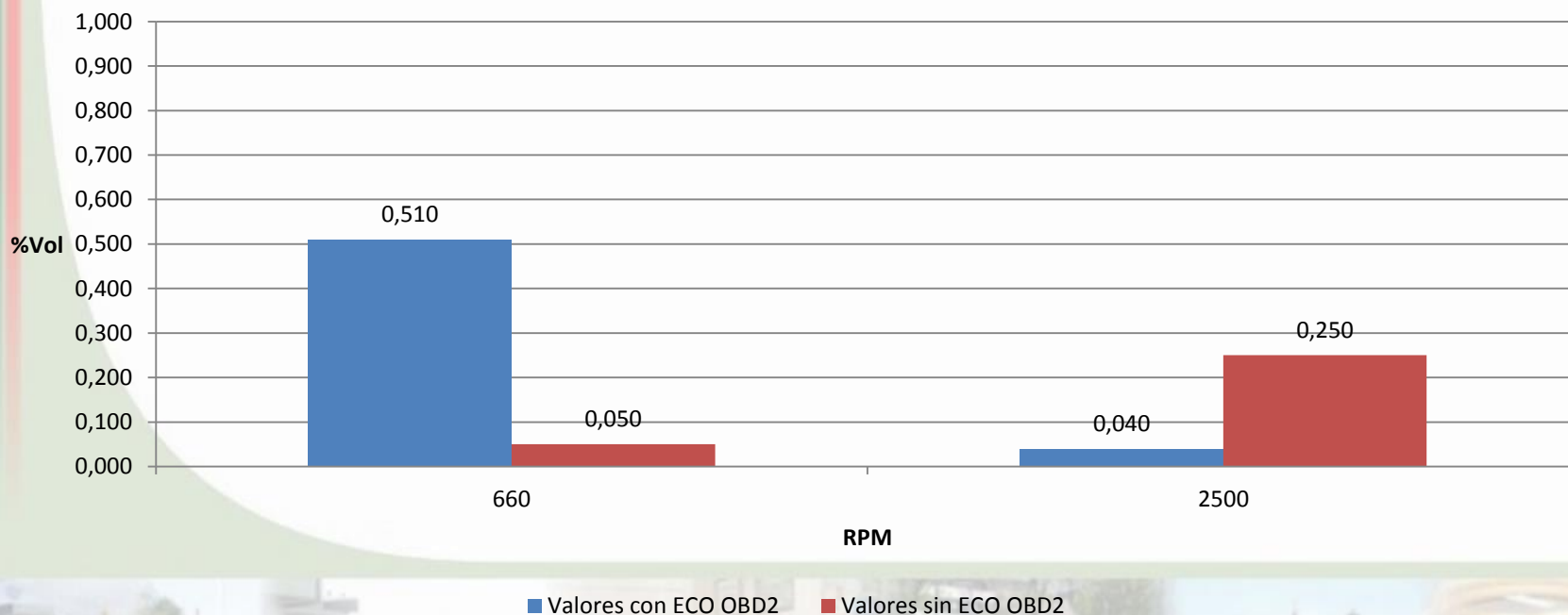




ANÁLISIS DE EMISIONES CONTAMINANTES

aumento del nivel de oxígeno en la mezcla de gases de escape cuando el motor está a revoluciones de ralentí en 0,46%. En revoluciones de velocidad cruce sucede un efecto contrario, con la interfase instalada los niveles disminuyen en 0,21%.

Niveles de oxígeno O₂

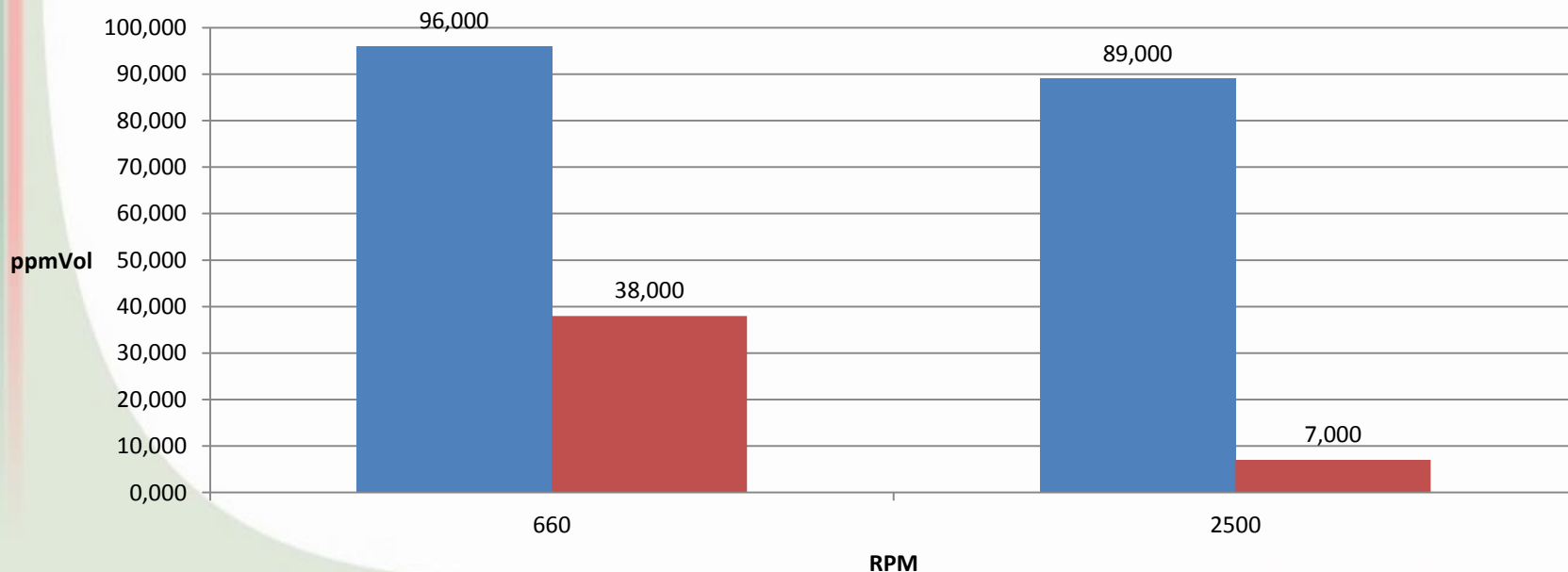




ANÁLISIS DE EMISIONES CONTAMINANTES

En bajas revoluciones el aumento es de 58 ppmVol lo que representa 252,63% más y en altas revoluciones el aumento es de 82ppmVol que es 1271,42% más.

Niveles de HC



■ Valores con ECO OBD2 ■ Valores sin ECO OBD2



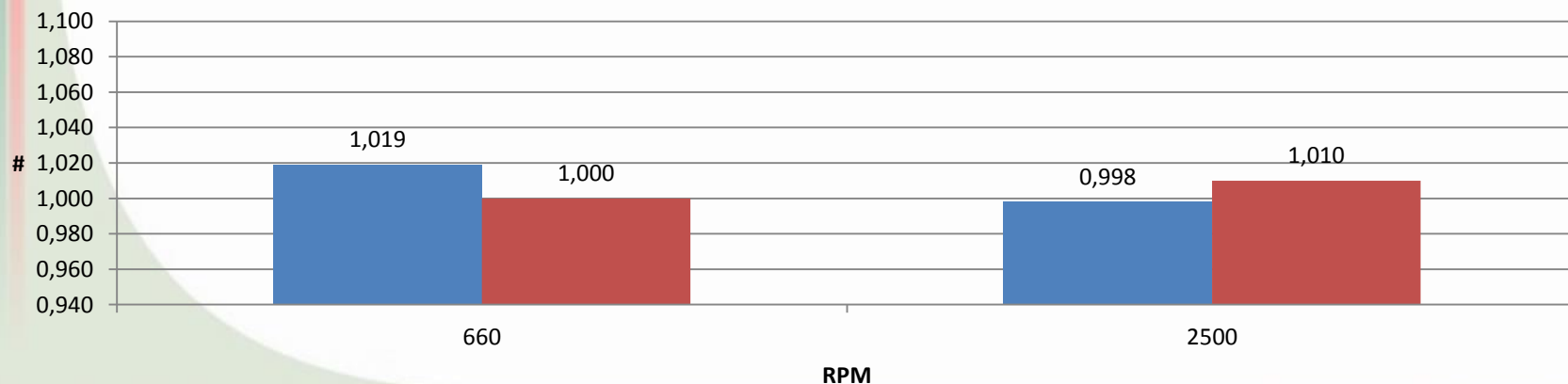


ANÁLISIS DE EMISIONES CONTAMINANTES

Aumento de 0,019 en el factor cuando se usa el dispositivo, lo que demuestra un intento de hacer un uso eficiente del combustible en decremento de la potencia.

En altas revoluciones curiosamente existe un cambio importante puesto que la mezcla se transforma de pobre con 1,010 en el factor λ sin utilizar la interfase a rica con 0,998 utilizando la interfase y esto demuestra un contraposición del comportamiento del motor referente al consumo de combustible frente a los objetivos que pretende lograr la interfase ECO OBD II de disminuir el consumo de combustible, a lo menos en la prueba estática con el analizador de gases

Niveles de factor λ



■ Valores con ECO OBD2 ■ Valores sin ECO OBD2



ESPE

ANÁLISIS DE COSTO - BENEFICIO



Parámetro	Símbolo	Dato	Símbolo	Valor medido sin ECO OBD2	Valor medido con ECO OBD2	Ud.	Fórmula	Valor calculado sin ECO OBD2	Valor calculado con ECO OBD2	Ud.
Volumen de combustible consumido por semana	V_{cc}	Horas de conducción por semana	T_c	28		h/semana	$V_{cc} = T_c * \dot{V}_c * \frac{Gal}{4,546L}$	32,695	32,394	Gal/semana
		Índice de consumo de combustible	\dot{V}_c	5,308E+00	5,259E+00	L/h				
Costo de combustible consumido por semana	C_{cc}	Volumen de combustible consumido por semana	V_{cc}	3,269E+01	3,239E+01	Gal/semana	$C_{cc} = V_{cc} * C_{gal}$	96,450	95,562	\$/semana
		Precio del galón de gasolina "súper" EP Petroecuador	C_{gal}	2,950		\$/Gal				
Volumen de combustible ahorrado	V_{ca}	Volumen de combustible consumido por semana	V_{cc}	32,695	32,394	Gal/semana	$V_{ca} = V_{cc}c - V_{cc}s $	N/A	0,301	Gal/semana
Costo de combustible ahorrado por semana	C_{ca}	Volumen de combustible ahorrado por semana	V_{cc}	N/A	0,30087328	Gal/semana	$C_{ca} = \Delta V_{cc} * C_{gal}$	N/A	0,888	\$/semana
		Precio del galón de gasolina "súper" EP Petroecuador	C_{gal}	2,95		\$/Gal				
Tiempo de amortización	T_a	Costo del ECO OBD2	C_{ECO}	0	55	\$	$T_a = \frac{C_{ECO}}{C_{ca}}$	N/A	62	semanas
		Costo de combustible ahorrado por semana	C_{ca}	N/A	0,88757619	\$/semana				





CONCLUSIONES

- Es apreciable la influencia que tiene el control electrónico sobre los parámetros del rendimiento del motor de combustión interna EFI, es así que en cuanto se utiliza la interfase ECO OBDII el consumo de combustible presenta variaciones notorias a favor de un uso eficiente del combustible.
- Además de los valores numéricos que se han mostrado, también hay una percepción de un cambio en el manejo del automóvil que se puede describir como una aceleración y desaceleración menos brusca aunque igual de fuerte con el uso de la interfase ECO OBDII.
- En condiciones normales de funcionamiento y con parámetros atmosféricos de la ciudad de Quito, el motor 1,6L del vehículo KIA Cerato Forte marca una potencia máxima de 99,85 (Hp) a 6300 RPM y una valor máximo de torque de 96,85 (ft-lb) a 5100 (RPM).





- Con la interfase ECO OBDII instalada y con parámetros atmosféricos de la ciudad de Quito el motor EFI tuvo una potencia máxima de 98,49 (Hp) a 6100 RPM, un valor máximo de torque de 97,07 (ft-lb) a 4300 (RPM).
- La variación del valor de consumo específico efectivo de combustible en prueba de campo fue una reducción de 1,458% que es muy distinta a la reducción prometida por el fabricante de 15%, por lo que se concluye que la interfase ECO OBD2 no es factible como mejorador del consumo de combustible en el automóvil.
- El aprovechamiento de la energía química de la gasolina como trabajo mecánico es del 35,295% en el modelo estándar y hay una inapreciable variación al alza con el uso de la interfase de 0,0837%, es decir que para usos prácticos no existe variación, por lo que se concluye que la interfase ECO OBD2 prácticamente no aumenta la eficiencia térmica del motor de combustión interna y por ende no aumenta el aprovechamiento energético del combustible.



RECOMENDACIONES

- Llevar a cabo pruebas dinamométricas y de campo a nivel del mar para que las condiciones atmosféricas sean más similares a las que el fabricante realiza para realizar su ficha técnica.
- Realizar el mismo estudio utilizando otros tipos de combustible que pueden ser gasolinas de diferente octanaje o mezclas para realizar un cálculo comparativo de costos de consumo de combustible en kilómetros por galón incluyendo la reducción que proporciona la interfase ECO OBDII y así obtener la opción de combustible que más economía monetaria presta al consumidor.
- Probar la interfase en vehículos de diferentes marcas para observar los inconvenientes que puede presentar la interfase ECO OBDII y ELM 327 en comunicarse con la ECU ya que los fabricantes de los economizadores de combustible especifican una lista de marcas y modelos en los que el dispositivo trabaja y cuando se adquiere los productos aquella lista puede que no sea una actualizada.





- Realizar la investigación en varios tipos de vehículos para evidenciar la diferencia de economía e combustible usando la interfase ECO OBDII en motores de diferente cilindrada y vehículos con diferente carga de arrastre.
- Disponer de acceso a una base de fichas técnicas profesionales de fuentes certificadas para el alumnado que se disponga a realizar este tipo de investigaciones científicas como puede ser AUTODATA o CARQUERY.
- Aplicar protocolos certificados para la obtención de datos de consumo a la altura de las posibilidades técnicas de nuestro entorno científico.
- Usar dispositivos de medición más precisos que ofrezcan más cantidad de datos medidos en intervalos de tiempo y revoluciones muy pequeños para obtener curvas de datos más reales y completas y posteriormente sirvan para hacer cálculos más ciertos.

