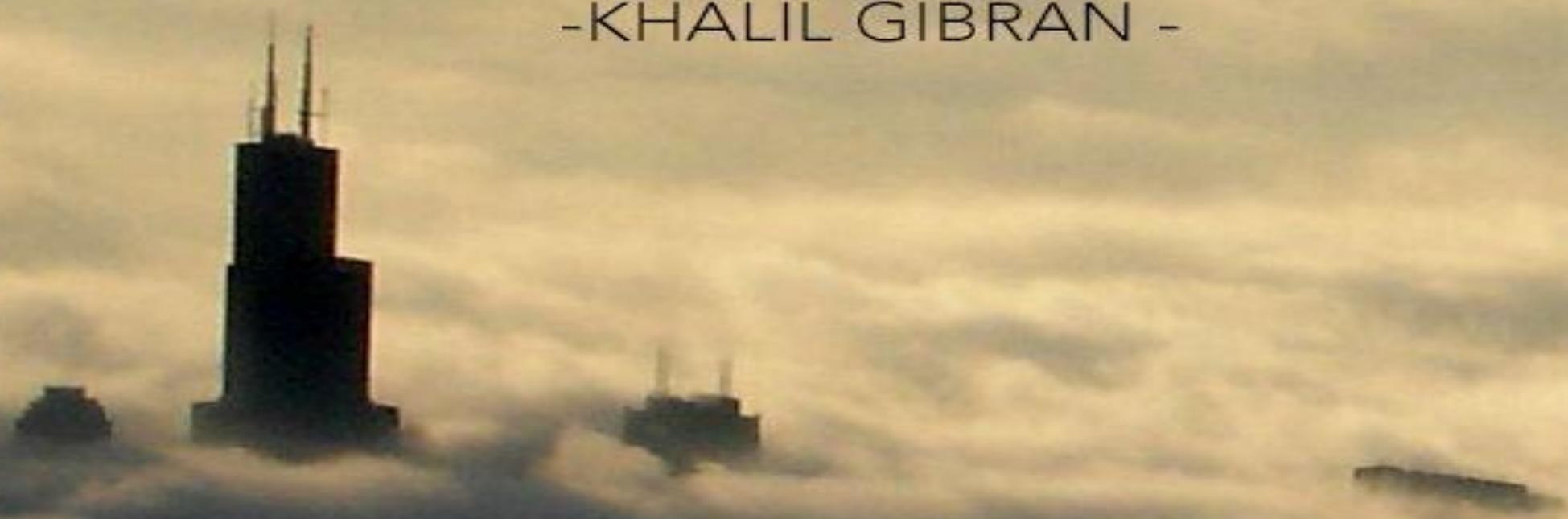


**POR MUY LARGA QUE SEA LA
TORMENTA, EL SOL SIEMPRE VUELVE A
BRILLAR ENTRE LAS NUBES**
-KHALIL GIBRAN -





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**ANÁLISIS DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DEL METANOL Y ETANOL COMO
ADITIVO ORGÁNICO DE LA GASOLINA EXTRA, PARA SU UTILIZACIÓN EN EL
MOTOR DE COMBUSTIÓN CICLO OTTO EN PROPORCIONES DEL 5%, 10% Y 15%**

**AUTORES: JOSÉ LUIS CHILQUINGA BUSTOS
CARLOS MAURICIO RUIZ RUIZ**

DIRECTOR: Ing. LEONIDAS QUIROZ

LATACUNGA, AGOSTO 2016



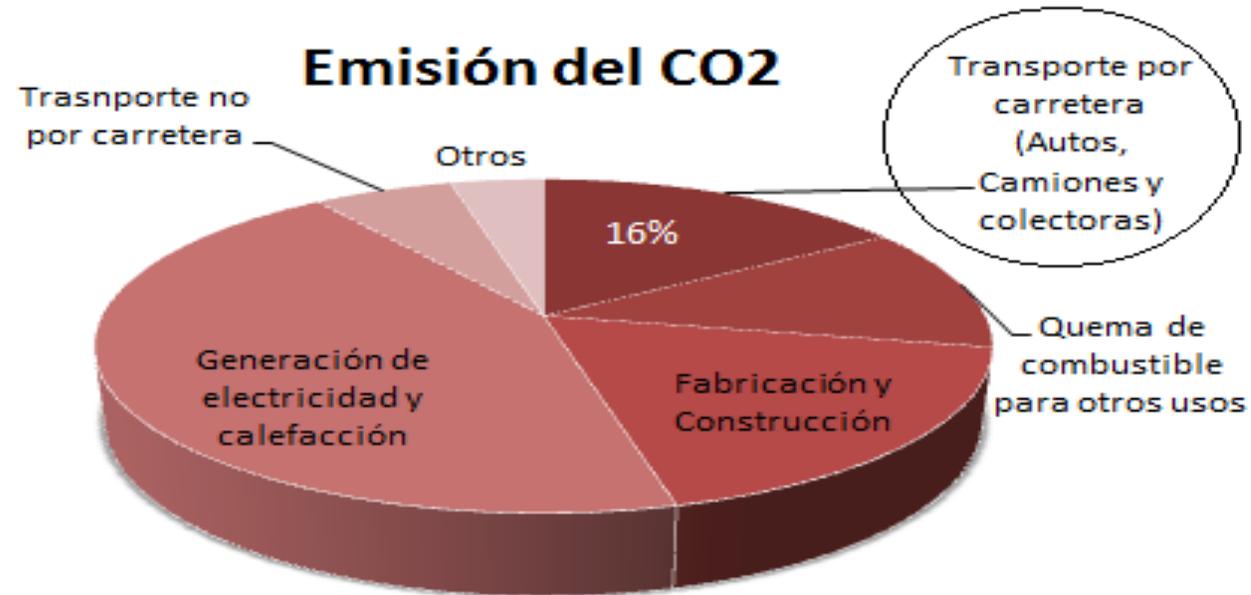
CONTENIDO

- ANTECEDENTES
- OBJETIVOS
- INTRODUCCIÓN
- PRUEBAS DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DEL ETANOL Y METANOL COMO ADITIVOS ORGÁNICOS
- ANÁLISIS DE RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- RECOMENDACIONES
- REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA



ANTECEDENTES

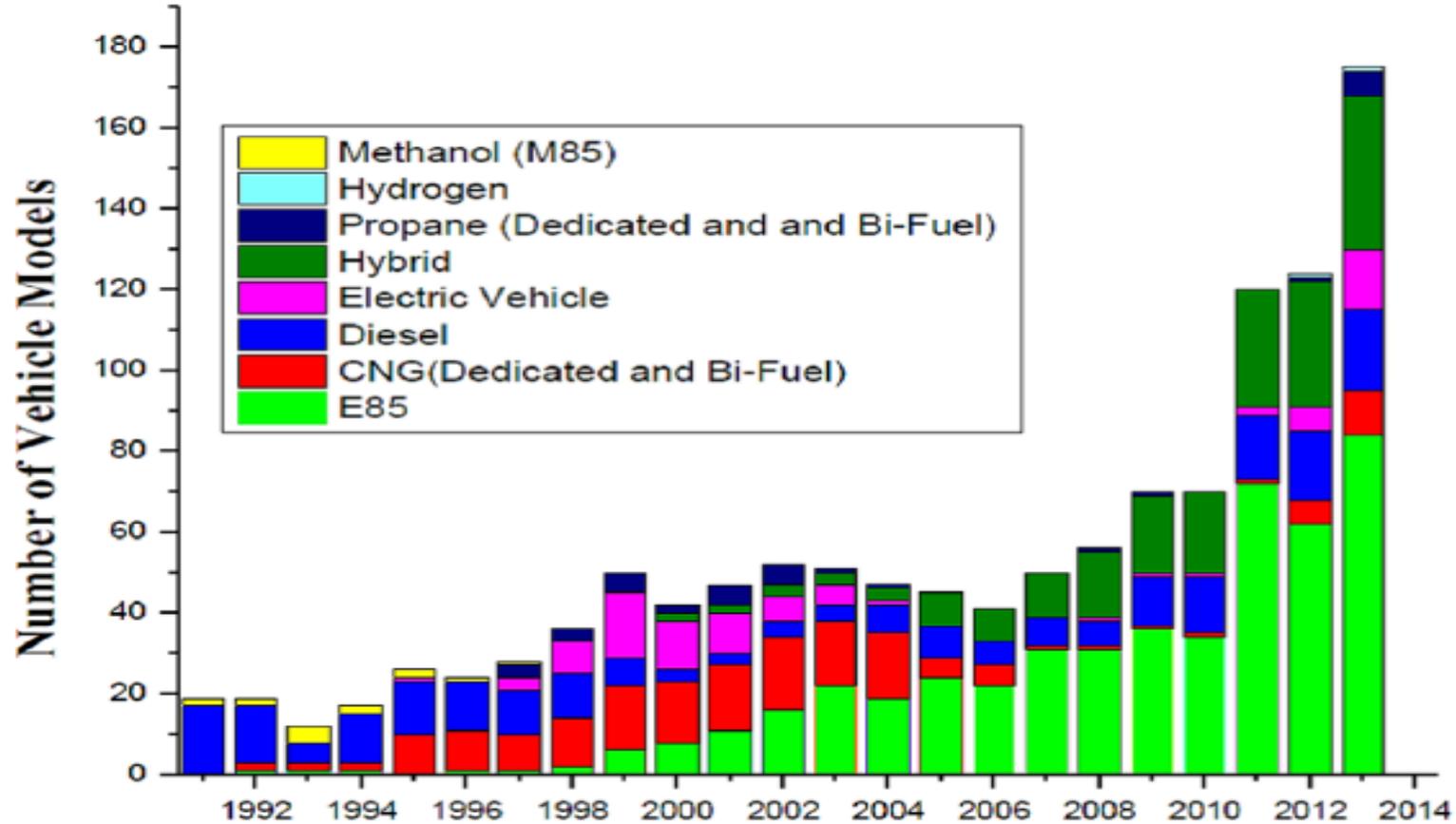
- Disminuir emisiones contaminantes



Fuente: World Resources Institute, Climate Analysis Indicators Tool, OICA publicaciones

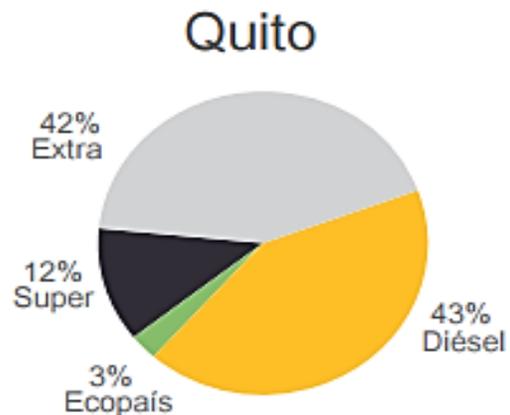
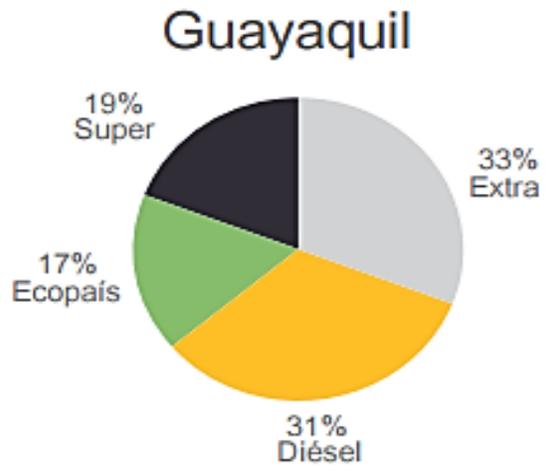


- Uso de los alcoholes como aditivos orgánicos.

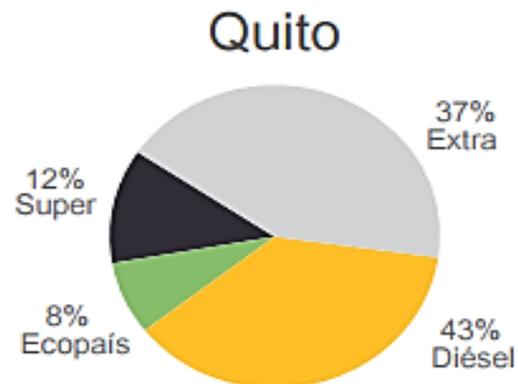
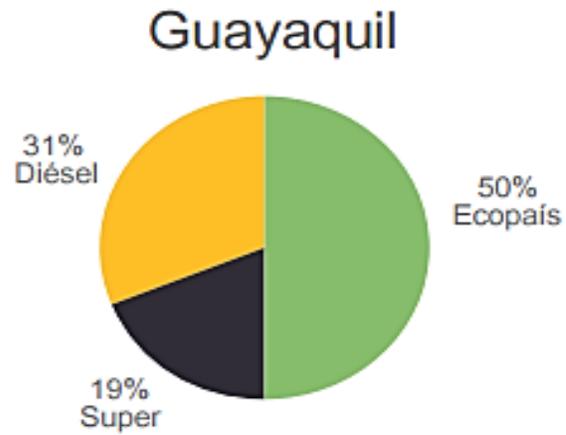


- Políticas de cambio de la matriz energética

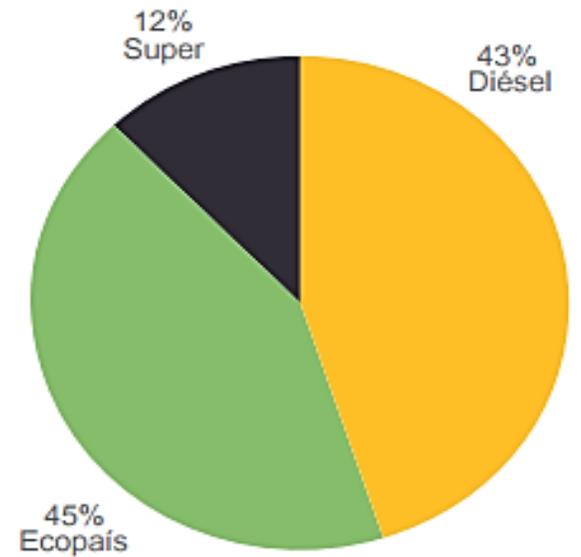
2013
Plan piloto



2014
*Ampliación Ecopaís
Guayaquil*



2017
*Ecopaís nivel
nacional*



**Sustitución de Extra
por Ecopaís a nivel nacional**

OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar el potencial energético del metanol y etanol como aditivo orgánico en el motor de combustión ciclo Otto, variando las concentraciones de los alcoholes en la gasolina extra para validar su uso como una alternativa de energía más limpia



Objetivos Específicos

- Levantar la información teórica para el desarrollo del proyecto de investigación.
- Realizar las distintas mezclas en concentraciones del 5%,10% y 15%.
- Realizar pruebas del índice de octano.
- Determinar el rendimiento del motor del vehículo Chevrolet Aveo Activo 1.4lt, con las mezclas realizadas mediante pruebas de torque, potencia y consumo de combustible.



Objetivos Específicos

- Obtener el poder calorífico de las mezclas.
- Medir las emisiones contaminantes mediante el analizador de gases.
- Validar el uso de etanol y metanol como aditivo orgánico en la gasolina extra en el motor del vehículo Chevrolet Aveo Activo 1.4lt, mediante el análisis de las distintas gráficas de rendimiento y emisión de gases.

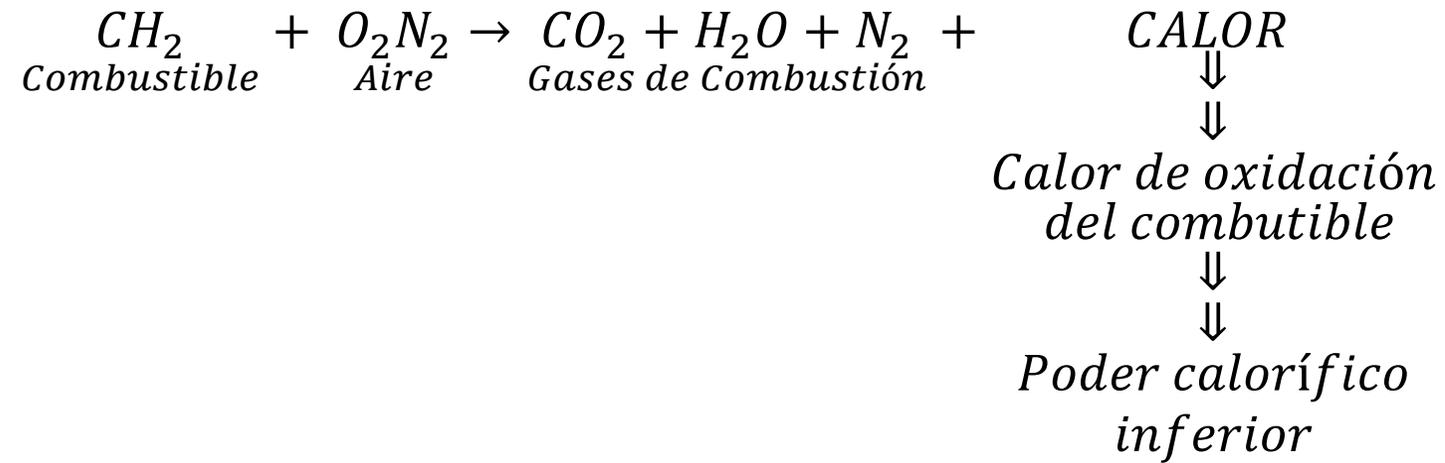


INTRODUCCIÓN

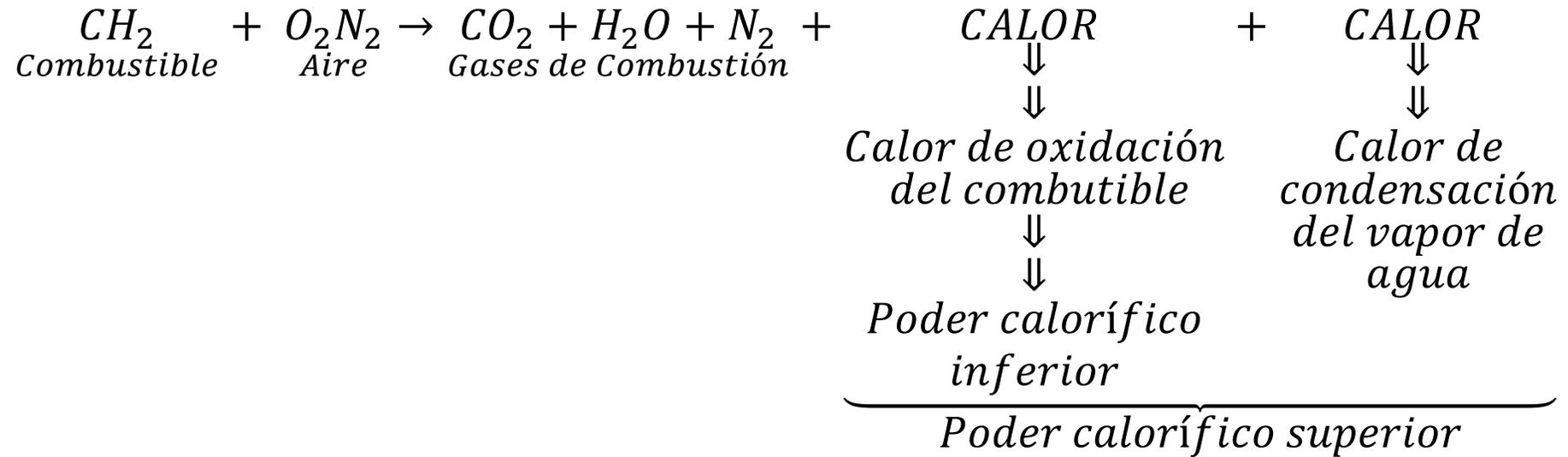


		Gasolina extra	Etanol	Metanol
Fórmula química		C_5H_{10} a C_9H_{18}	CH_3CH_2OH	CH_3OH
Composición	Carbono	85-88%	52.2%	37.5%
	Hidrógeno	12-15%	13.1%	12.6%
	Oxígeno	-	34.7%	49.9%
Apariencia		Verde azulado	Incoloro	Incoloro
Densidad		0,7643 g/cm ³	0,789 g/cm ³	0.7918 g/cm ³
Peso molecular		100-105 g/mol	46,07 g/mol	32,04 g/mol
Punto de fusión		-40°C	-114°C	-97.6 °C
Punto de ebullición		Inicial: 35°C Final: 210°C, aprox.	77,77°C	64.6 °C
Punto de inflamación		-42°C	12,77°C	12 °C
T. de autoignición		>250°C	422,77°C	470 °C
Solubilidad en agua		Prácticamente insoluble en agua (0,1-1%). Completamente soluble en éter, cloroformo, etanol y otros solventes del petróleo.	Miscible con agua en todas proporciones, éter, metanol, cloroformo y acetona.	Soluble en agua, acetona, etanol, benceno, cloroformo y éter
(RON)		>87,00	108	107
Poder calorífico	Superior	42499.99 KJ/Kg	29692.78 KJ/Kg	22738.51 KJ/Kg
	Inferior	44799.97 KJ/Kg	26795.52 KJ/Kg	19983.6 KJ/Kg

PODER CALORÍFICO INFERIOR



PODER CALORÍFICO SUPERIOR



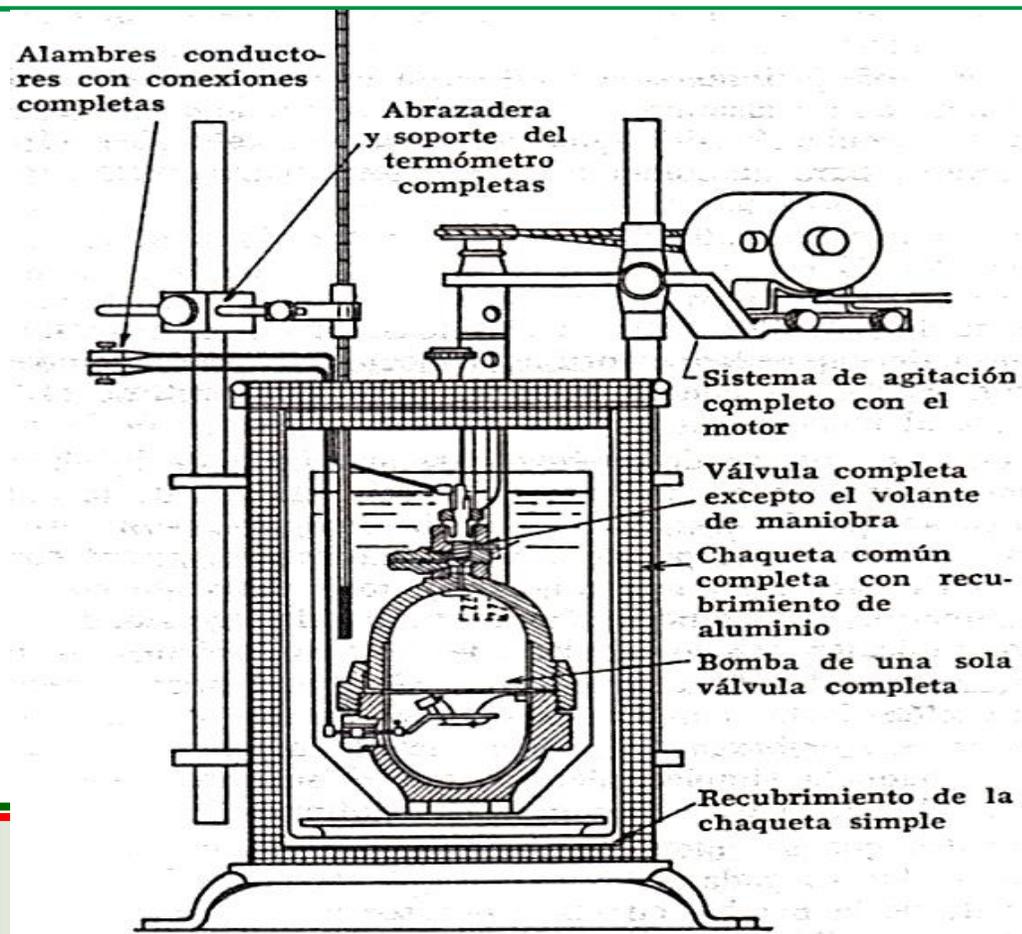
Métodos de Obtención

MÉTODO ANALÍTICO

El poder calorífico de un cuerpo compuesto es igual a la suma de los poderes caloríficos de los elementos simples que lo forman, multiplicados por la cantidad centesimal en que intervienen, descontando de la cantidad de hidrógeno total del combustible la que se encuentra ya combinada con el oxígeno del mismo

MÉTODO EXPERIMENTAL

Se utiliza una bomba calorimétrica, dentro de la cual se inflama una cantidad determinada de combustible, se toma en cuenta el calor producto de la condensación del agua.



ÍNDICE DE OCTANO

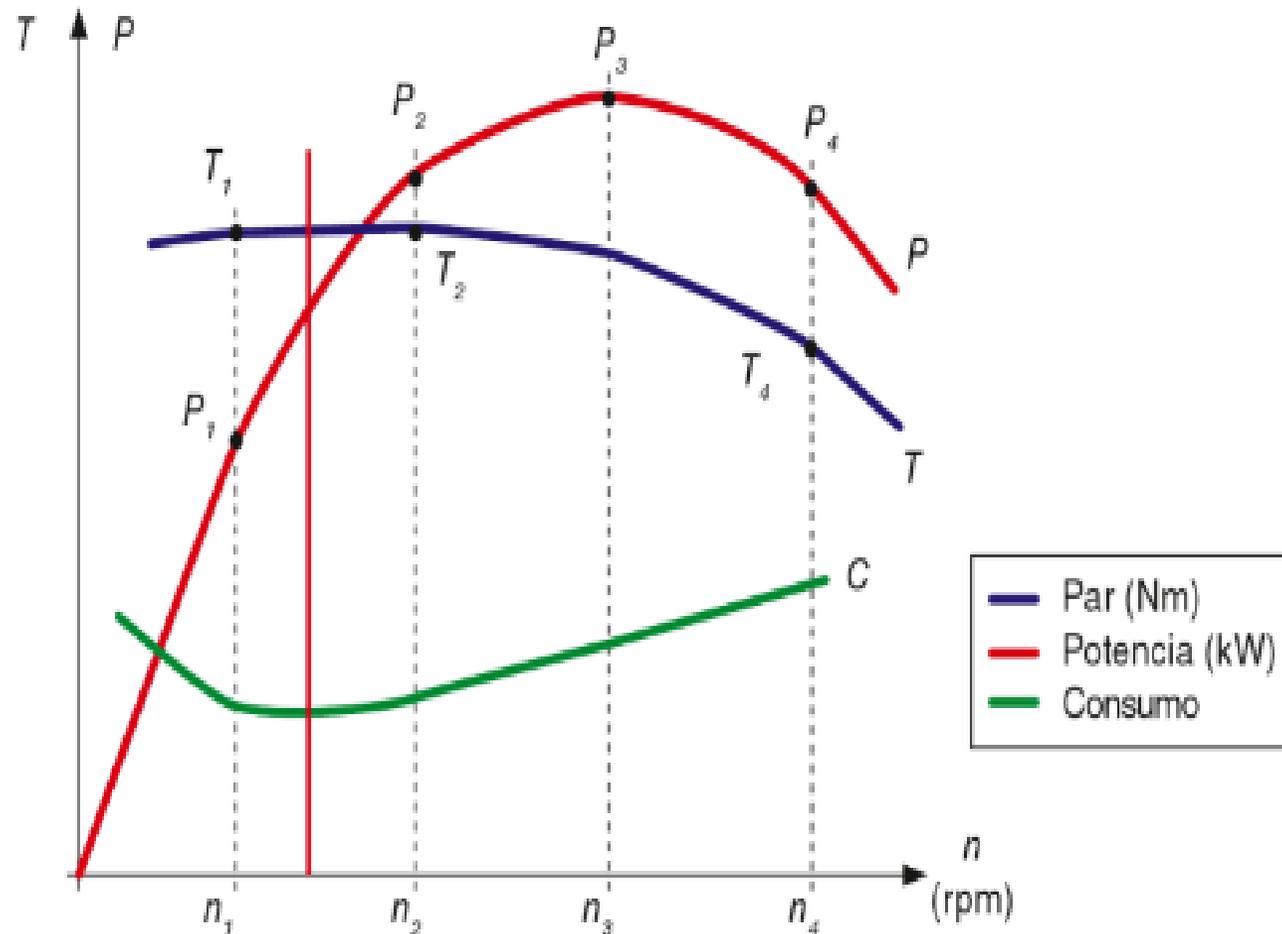
Es la resistencia de un combustible a autoinflamarse, cuanto mayor sea el número de octano menor es la posibilidad que ocurra esto. Los dos métodos que se utilizan para su obtención son:

- **Research Octane Number (RON)**
- **Motor Octane Number (MON)**

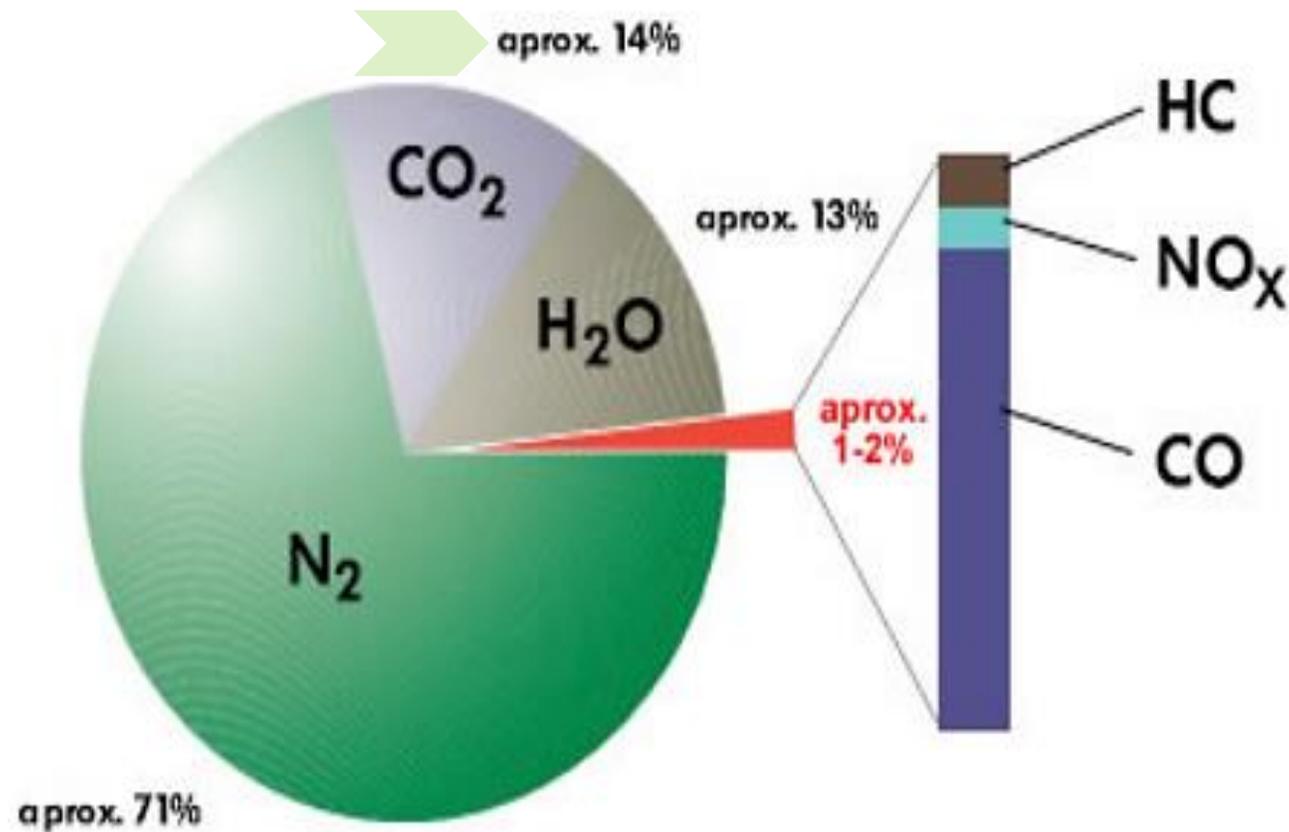


GRÁFICA DE DESEMPEÑO DEL MOTOR

Los principales aspectos en el desempeño del motor son: el par motor, potencia y consumo específico de combustible



EMISIONES DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN CICLO OTTO



Normativas ecuatorianas sobre emisiones contaminantes

- **Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204:2002**

Año modelo	% CO*		ppm HC*	
	0-1500 **	1500-3000**	0-1500 **	1500-3000**
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

* Volumen

** Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm)

- **Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2203:2000**

Describe el procedimiento para determinar los niveles de emisiones de escape en vehículos a gasolina bajo la condición de ralentí, para lo cual el equipo de medición debe poseer una certificación de su funcionamiento y rangos de medición apropiados de acuerdo a las normativas vigentes en el país.



PRUEBAS DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DEL METANOL Y ETANOL COMO ADITIVO ORGÁNICO

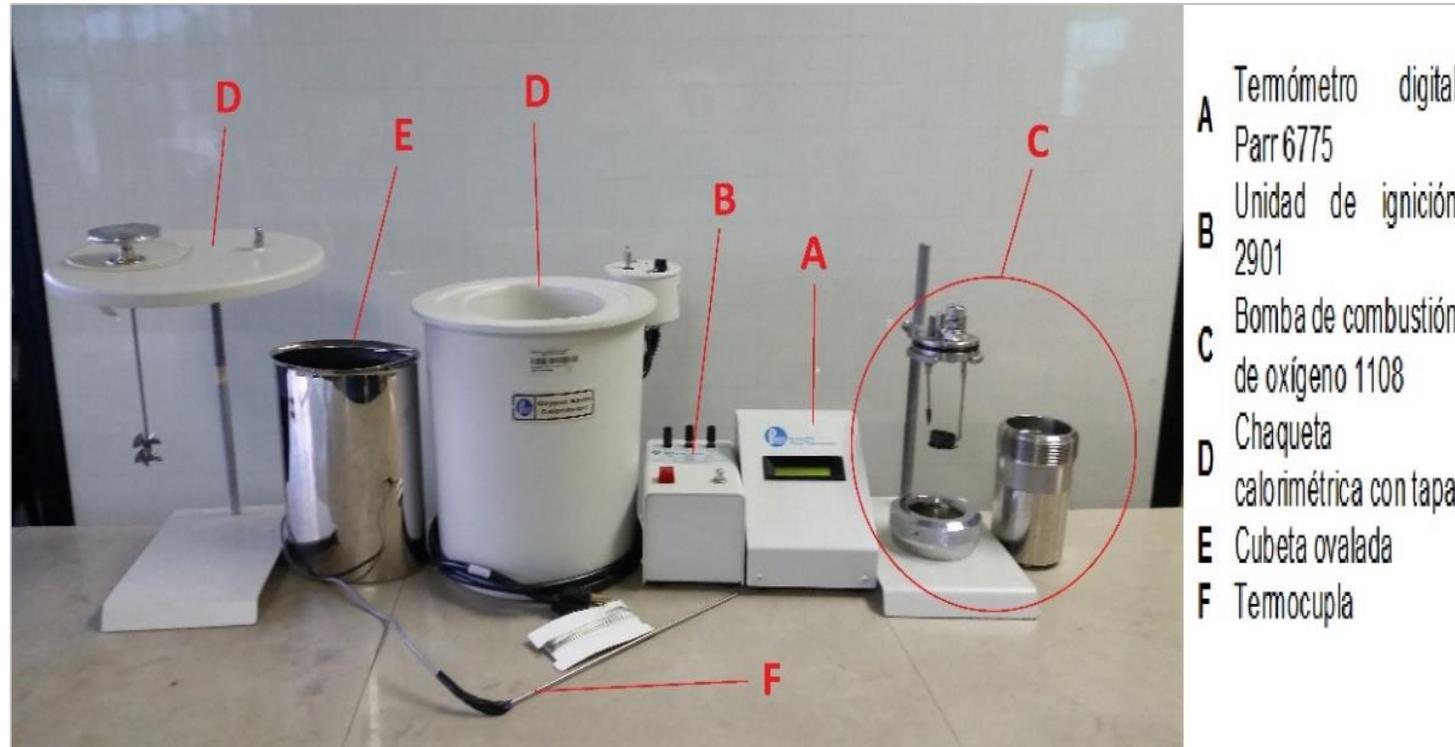


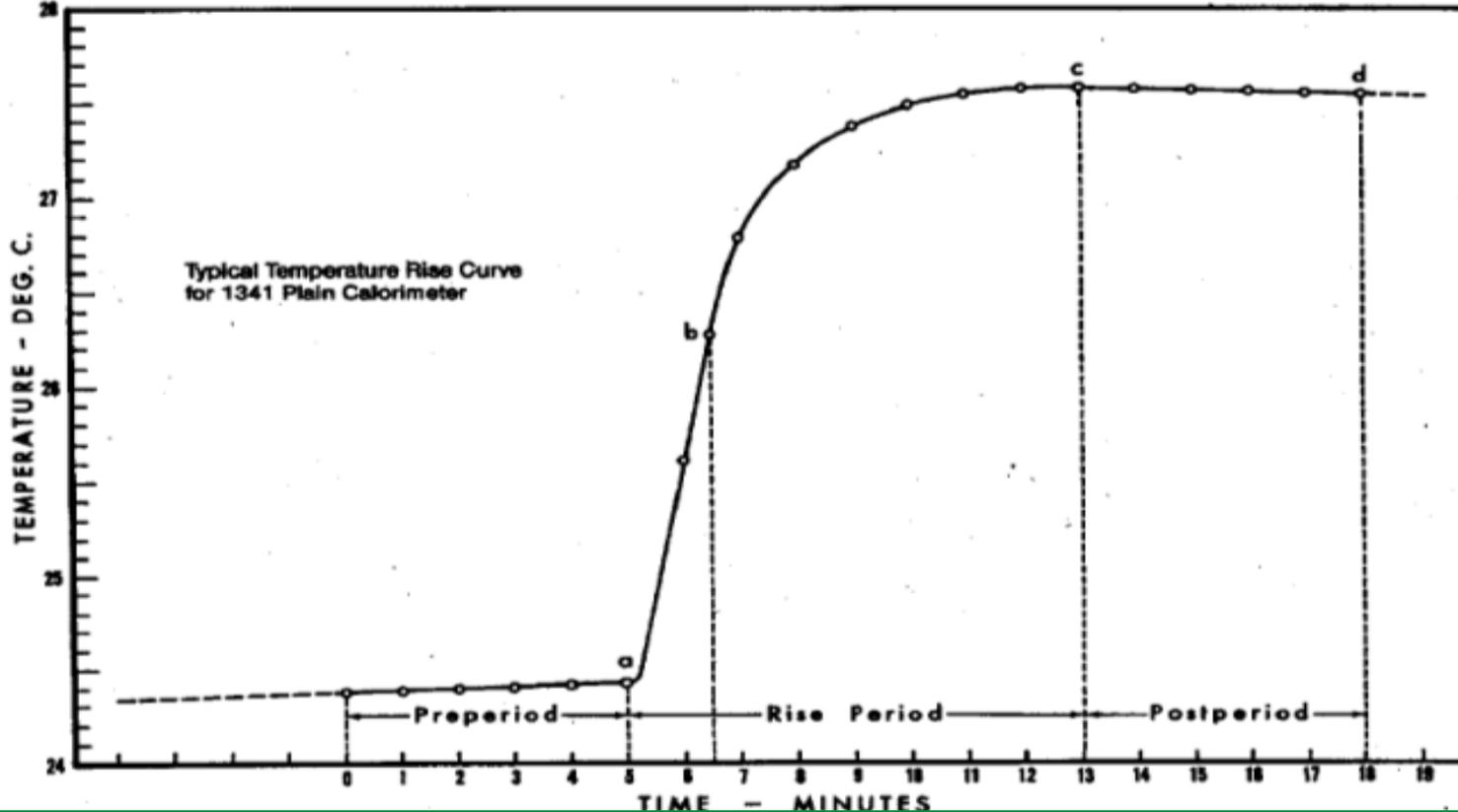
DENOMINACIÓN DE MEZCLAS

Denominación	Concentración (v/v)
E5	5% de etanol y 95% de gasolina extra
E10	10% de etanol y 90% de gasolina extra
E15	15% de etanol y 85% de gasolina extra
M5	5% de metanol y 95% de gasolina extra
M10	10% de metanol y 90% de gasolina extra
M15	15% de metanol y 85% de gasolina extra
E10M5	10% de etanol, 5% de metanol y 85% de gasolina extra
E5M10	5% de etanol, 10% de metanol y 85% de gasolina extra



OBTENCIÓN DEL PODER CALORÍFICO SUPERIOR





Gráfica de Incremento de Temperatura

Fórmulas

Factor de corrección r1	$r1 = \left \frac{t_a - t_0}{5 \text{ min}} \right $
Factor de corrección r2	$r2 = \left \frac{t_d - t_c}{5 \text{ min}} \right $
Temperatura en el punto b	$t_b = (t_c - t_a) * 0.6 + t_a$
Incremento de temperatura	$t = t_c - t_a - r_1 * (b - a) - r_2 * (c - b)$
Energía equivalente del calorímetro	$W = \frac{H * m + e_1 + e_3}{t}$
Calor total de combustión	$H_g = \frac{t * W - e_1 - e_2 - e_3}{m}$

ENSAYOS ÍNDICE DE OCTANO



- A** Tubería de expansión del aire de admisión
- B** Condensador del refrigerante
- C** Tanque de expansión de los gases de escape
- D** Múltiple de escape
- E** Manivela de ajuste de la relación de compresión
- F** Tapa para drenaje de aceite
- G** Depósito para combustible desechado cerrado para seguridad
- H** Filtro de aceite
- I** Platinos del encendido
- J** Abrazadera del cilindro
- K** Termómetro para el aire de admisión
- L** Bobina del encendido
- M** Medidor de detonación
- N** Medidor de golpeteo
- O** Control de temperatura



REPORTE DE ANÁLISIS N°. ALPEP 009-016
ORDEN DE TRABAJO 4409

INFORMACIÓN GENERAL:

CLIENTE	CARLOS RUIZ		
MUESTRA	GASOLINA EXTRA	NÚMERO DE MUESTRAS	8
FECHA RECEPCIÓN	27-01-2016	FECHA DE ENTREGA INFORME	28-01-2016

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO LABORATORIO	TIPO MUESTRA	TIPO ENVASE	CAPACIDAD
M10	LPM023-ENE	Gasolina	Plástico	0,91 L.

RESULTADOS OBTENIDOS:

MUESTRA	ENSAYO	NORMA	UNIDADES	VALOR OBTENIDO*
LPM023-ENE	Número de octano (RON)	ASTM D-2699	---	88,4

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO LABORATORIO	TIPO MUESTRA	TIPO ENVASE	CAPACIDAD
E5	LPM024-ENE	Gasolina	Plástico	0,9 L.

RESULTADOS OBTENIDOS:

MUESTRA	ENSAYO	NORMA	UNIDADES	VALOR OBTENIDO*
LPM024-ENE	Número de octano (RON)	ASTM D-2699	---	87,9

Liliana Guzmán

Ing. Liliana Guzmán
Jefe de Laboratorio de Petróleos

* Los resultados indicados en este informe sólo afectan a las muestras sometidas a ensayo.

TORQUE Y POTENCIA

Las pruebas se las llevaron a cabo en el CCICEV, con el propósito de obtener las curvas características de torque y potencia al utilizar las diferentes mezclas de prueba, para lo cual se utilizó un dinamómetro de chasis MAHA LPS 3000, bajo la Norma SAE J1349



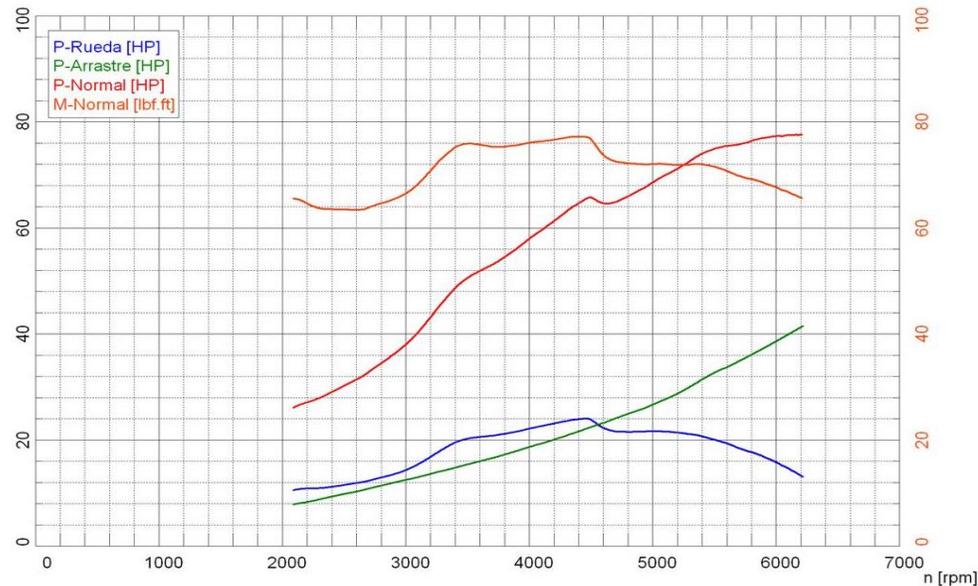
Vehículo: CHEVROLET AVEO XBZ0341
Matrícula: 8LATD687780001863
Probador: M. SANTAMARIA

Motor Otto / Sin turbo
Caja Manual

P.C. SAE 1
4TA MARCHA
GASOLINA EXTRA

Fecha de la medición: 13.01.2016 (9:56)

Página 1



Valores de potencia

Potencia normal ¹⁾	P _{Normal}	77,5 HP / 57,8 kW
Potencia motor	P _{Mot}	54,5 HP / 40,6 kW
Potencia ruedas	P _{Rueda}	13,2 HP / 9,8 kW
Potencia arrastre	P _{Arrastre}	41,3 HP / 30,8 kW
Potencia máx.		6205 rpm / 90,5 mph
Par ¹⁾	M _{Normal}	77,1 lbf.ft
Par máx.		4370 rpm / 63,7 mph
RPM máx. alcanzado		6215 rpm / 90,7 mph

¹⁾ Corrección según SAE J 1349
Factor de corrección: Q_v = 0.00 %

Valores del ambiente

Temperat. ambiente	T _{Ambiente}	64,8 F
Temperat. aire aspirado	T _{Aire aspirado}	57,2 F
Humedad relativa del aire	H _{Aire}	76,2 %
Presión del aire	p _{Aire}	740,5 hPa
Presión del vapor	p _{Vapor}	15,9 hPa
Temperat. del aceite	T _{Aceite}	206,6 F
Temperat. carburante	T _{Carburante}	---,- F

Deslizamiento

Velocidad sin carga	V _{sin carga}	---,- mph
Núm. de RPM sin carga	n _{sin carga}	---,- rpm
Velocidad plena carga	V _{plena carga}	---,- mph
Núm. de RPM plena carga	n _{plena carga}	---,- rpm
Deslizamiento		---,- %

Masa rotatoria

Acel.media en P.de inercia 1	a ₁	---,- mph/s
Fza.frenado en P.de inercia 1	F ₁	---,- lbf
Acel.media en P.de inercia 2	a ₂	---,- mph/s
Fza.frenado en P.de inercia 2	F ₂	---,- lbf
Fuerza de la masa rotatoria	F _{rot-total}	---,- lbf
Masa rotatoria total	m _{rot-total}	1664,3 lb
Masa rotatoria LPS	m _{rot-LPS}	1532,0 lb
Masa rotatoria del vehículo	m _{rot-vehiculo}	132,3 lb



Vehículo: CHEVROLET AVEO XBZ0341
Matrícula: 8LATD687780001863
Probador: M. SANTAMARIA

Motor Otto / Sin turbo
Caja Manual

P.C. SAE 1
4TA MARCHA
GASOLINA EXTRA

Fecha de la medición: 13.01.2016 (9:56)

Página 2

Tabla de datos

n [rpm]	v [mph]	P _{Rueda} [HP]	P _{Mot} [HP]	P _{Normal} [HP]	M _{Normal} [lbf.ft]
2100	30,6	10,5	18,4	26,2	65,4
2200	32,1	10,8	19,0	27,0	64,6
2300	33,5	10,9	19,6	27,9	63,6
2400	35,0	11,1	20,4	29,0	63,4
2500	36,4	11,5	21,2	30,2	63,4
2600	37,9	11,8	22,1	31,4	63,3
2700	39,4	12,3	23,1	32,8	63,8
2800	40,8	12,9	24,2	34,4	64,5
2900	42,3	13,5	25,4	36,1	65,3
3000	43,7	14,3	26,7	37,9	66,4
3100	45,2	15,4	28,3	40,3	68,2
3200	46,6	16,7	30,3	43,1	70,7
3300	48,1	18,2	32,3	46,0	73,2
3400	49,6	19,5	34,2	48,6	75,1
3500	51,0	20,2	35,5	50,5	75,8
3600	52,5	20,5	36,4	51,8	75,6
3700	53,9	20,7	37,3	53,0	75,2
3800	55,4	21,1	38,3	54,4	75,2
3900	56,9	21,5	39,4	56,1	75,5
4000	58,3	22,1	40,7	57,9	76,0
4100	59,8	22,6	41,9	59,5	76,2
4200	61,2	23,0	43,1	61,2	76,5
4300	62,7	23,5	44,3	63,0	76,9
4400	64,1	23,9	45,4	64,6	77,1
4500	65,6	23,8	46,2	65,6	76,6
4600	67,1	22,2	45,4	64,6	73,7
4700	68,5	21,5	45,6	64,8	72,4
4800	70,0	21,5	46,3	65,9	72,1
4900	71,4	21,5	47,2	67,1	71,9
5000	72,9	21,6	48,2	68,5	71,9
5100	74,3	21,5	49,1	69,8	71,9
5200	75,8	21,3	50,0	71,1	71,8
5300	77,3	21,0	51,0	72,5	71,8
5400	78,7	20,6	52,0	73,9	71,9
5500	80,2	20,0	52,6	74,8	71,5
5600	81,6	19,3	53,0	75,3	70,6
5700	83,1	18,4	53,2	75,7	69,7
5800	84,5	17,7	53,7	76,3	69,1
5900	86,0	16,8	54,0	76,8	68,4
6000	87,5	15,8	54,3	77,2	67,6
6100	88,9	14,6	54,5	77,4	66,7
6200	90,4	13,3	54,5	77,5	65,6

CONSUMO DE COMBUSTIBLE



1. Sin uso
2. J1850 Bus positivo
3. Sin uso
4. Tierra del vehículo
5. Tierra de la señal
6. CAN High
7. ISO 9141-2 – línea K
8. Sin uso
9. Sin uso
10. J1850 Bus negativo
11. Sin uso
12. Sin uso
13. Tierra de la señal
14. CAN Low
15. ISO 9141-2 – línea L
16. Bateria-positivo

- Métodos de medición:
 - Flujo másico de aire
 - IMAP
 - Tasa directa de gasolina





DENSIDAD DE LAS MEZCLAS



Combustible	Masa picnómetro vacío (g)	Masa picnómetro lleno(g)	Masa de la mezcla (g)	Volumen de picnómetro (ml)	Densidad (g/ml)
Gasolina extra	16,7273	35,4254	18,6981	25	0,747924
M5	16,6805	35,3532	18,6727		0,746908
M10	17,1704	35,5842	18,4138		0,736552
M15	15,7046	35,0916	19,387		0,77548
E5	16,2470	35,9150	19,668		0,78672
E10	16,7408	35,6137	18,8729		0,754916
E15	17,1505	35,7789	18,6884		0,745136
E10M5	17,0360	36,4684	19,4324		0,777296
E5M10	16,7568	35,6897	18,9329		0,757316

CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE

Densidad gasolina 0,747924 g/ml

rpm	Consumo		Potencia		Consumo especifico de combustible	
	(l/h)	ml/s	B	Ne	be	
			Kg/s	HP	KW	Kg/KW.h
2000	1,237	0,344	2,569E-04	26,0	19,388	0,047705964
3000	1,707	0,474	3,546E-04	40,5	30,201	0,042265602
4000	2,343	0,651	4,868E-04	60,7	45,264	0,038720303
5000	3,130	0,869	6,503E-04	71,5	53,318	0,043906788
6000	4,430	1,231	9,204E-04	78,6	58,612	0,056529423



PRUEBA DE EMISIONES CONTAMINANTES



El equipo de medición, es un analizador de gases CARTEK modelo 50-100, calibrado para condiciones de ralentí (500-1100 rpm) y velocidad crucero (2000-2750 rpm)



PROTOCOLO DE PRUEBA EN EMISIONES DE GASES

1 Autocero del equipo

2 Encender el vehículo y alcanzar la temperatura de trabajo

3 Conectar las pinzas del módulo de rpm a los bornes de la batería



4 Seleccionar "Test"

5 Elegir "Continuar", e ingresar los datos solicitados

Información del Vehículo

Placa	<input type="text" value="XBZ341"/>	Número de motor	<input type="text" value="LTDK033C84567987"/>
Marca	<input type="text" value="CHEVROLET"/>	Número de Chasis	<input type="text" value="8LATD68778000186"/>
Línea	<input type="text" value="AVEO"/>	Combustible	<input type="text" value="Gasolina"/>
Modelo	<input type="text" value="2008"/>	Cilindraje	<input type="text" value="1400"/>
Servicio	<input type="text" value="OTROS"/>	Kilometraje	<input type="text" value="78567"/>
Clase	<input type="text" value="AUTOMOVIL"/>	Número Cilindros	<input type="text" value="4"/>

Información del Propietario

Identificación	<input type="text" value="0503735896"/>	Ciudad	<input type="text" value="LATACUNGA"/>
Tipo de identificación	<input type="text" value="CC"/>	Teléfono	<input type="text" value="0984107458"/>
Nombre	<input type="text" value="JOSE LUIS"/>		
Apellidos	<input type="text" value="CHILIQUELINGA"/>		
Dirección	<input type="text" value="LATACUNGA"/>		
Contacto	<input type="text" value="CARLOS RUIZ"/>		
Correo Electrónico	<input type="text" value="pepe91@hotmail.es"/>		

5

Dar clic en la opción "Verificado" si se cumplieron con todos los ítems de inspección

Revise los siguientes aspectos del vehículo antes de continuar con la inspección :

- Verificar el filtro de retención de Humedad
- Verificar la sonda de muestreo
- Verificar caja de cambios en neutro o parqueo
- Verificar choque del vehículo fuera de operación
- Verificar accesorios del vehículo estan apagados
- Verificar el sistema de encendido
- Verificar el sistema de admisión y filtro de aire
- Verificar el filtro de gasolina

Verificado

Si se cumple alguna de las siguientes características, marque la casilla correspondiente. La prueba sera rechazada.

- Fugas en el tubo de escape
- Fuga en el silenciador
- Ausencia o mal estado del tapon de combustible
- Ausencia o mal estado del tapon de aceite
- Salidas adicionales a las del diseño

6

Seleccionar "Guardar y Continuar"

7

Esperar a que se realice la verificación de rpm por parte del equipo e insertar la sonda en el tubo de escape cuando el analizador lo indique



8

Aguardar por 20 segundos mientras se realiza la prueba de emisiones a marcha mínima o ralenti

RALENTI

RPM	TIEMPO
762	19

Prueba RALENTI en progreso ...

9

Acercar al rango de revoluciones que establece el equipo para la prueba a crucero (2000-2750 rpm), manteniendo a un régimen constante durante 20 segundos

CRUCERO

RPM	TIEMPO
2008	20

Prueba CRUCERO en progreso ...

10

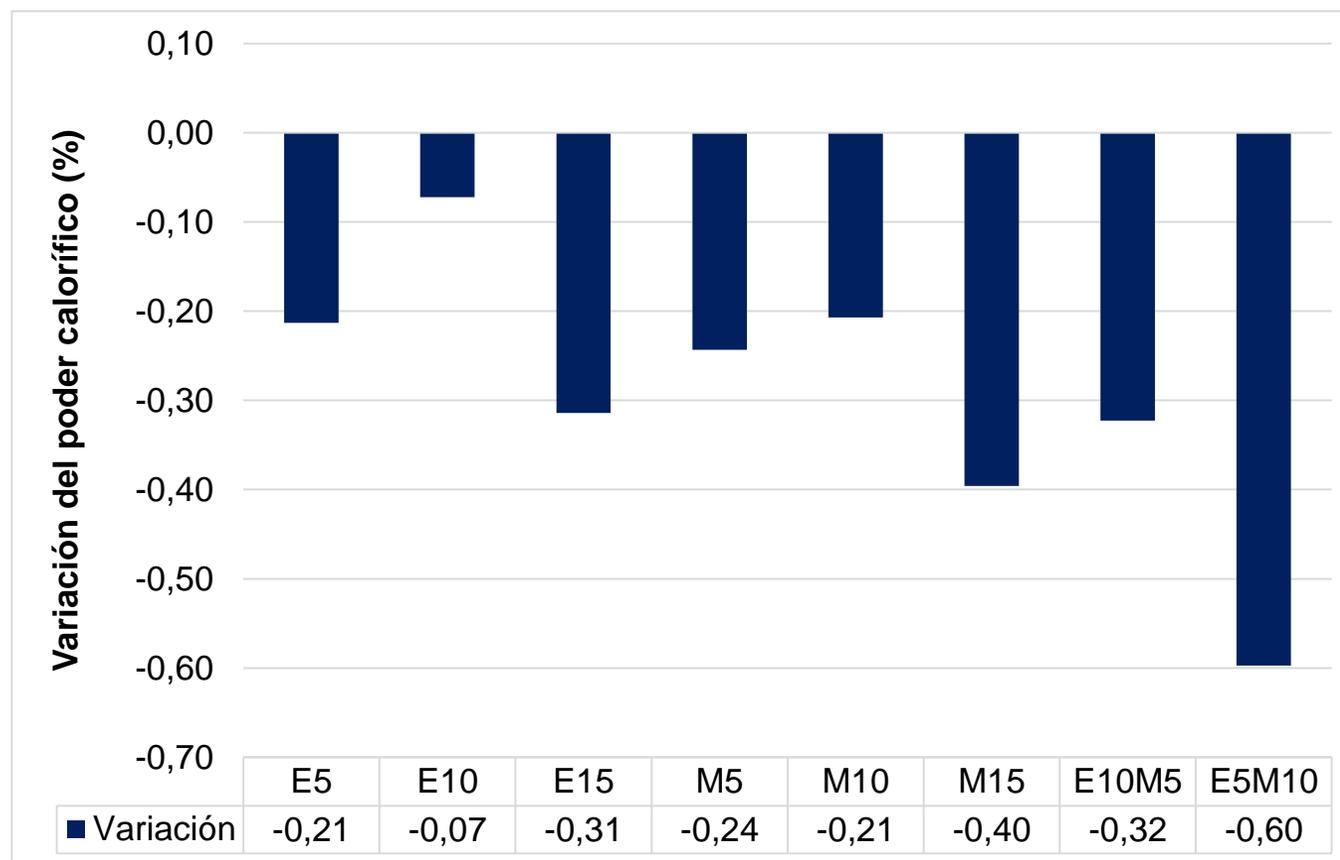
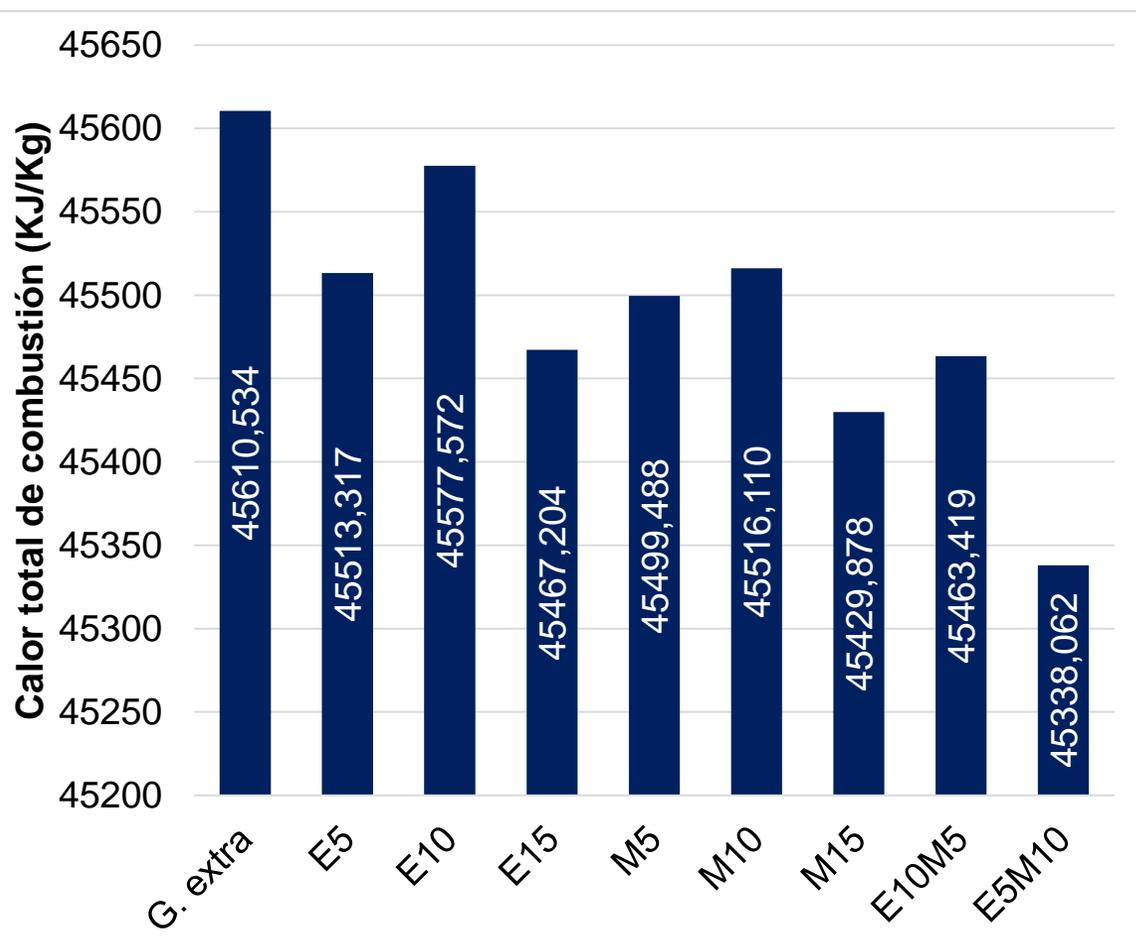
Desconectar el módulo de rpm, retirar la sonda del tubo de escape una vez terminada la prueba y dar clic en "Prueba finalizada", se generará un informe

ESPE		LATACUNGA		Email:	
Tel: 0000000					
DATOS DEL CLIENTE			DATOS DEL VEHICULO		
NOMBRE:	JOSE		PLACA:	XBZ341	
APELLIDO:	CHILQUINGA		MARCA:	CHEVROLET	
IDENTIFICACION:	0503735896		MOTOR:	COMBUSTIBLE: GASOLINA	
DISPOSITIVO:	COD001		VIN:	8LATD687780001863	
DATOS DE LA PRUEBA					
RALENTI			CRUCERO		
RESULTADOS		NORMA	RESULTADOS		NORMA
HC:	5.00	HC LIMITE: 200.00 ppm	HC:	9.00	HC LIMITE: 200.00 ppm
CO:	0.00	CO LIMITE: 3.00 %	CO:	0.00	CO LIMITE: 3.00 %
CO2:	14.31	CO2 MINIMO: 7.00 %	CO2:	14.30	CO2 MINIMO: 7.00 %
O2:	0.20	O2 MAXIMO: 5.00 %	O2:	0.09	O2 MAXIMO: 5.00 %
RPM:	834	RPM MIN: 500 rpm	RPM:	2,544	RPM MIN: 2,000 rpm
TEMP:	0	TEMP MIN: 0.00 °	TEMP:	0	TEMP MIN: 0.00 °
RESULTADO APROBADA			RESULTADO APROBADA		
FECHA DE LA PRUEBA: 3/23/2016 12:54:42PM			RESULTADO GENERAL: APROBADA		
OPERARIO RESPONSABLE: _____					
LEONIDAS QUIROZ					

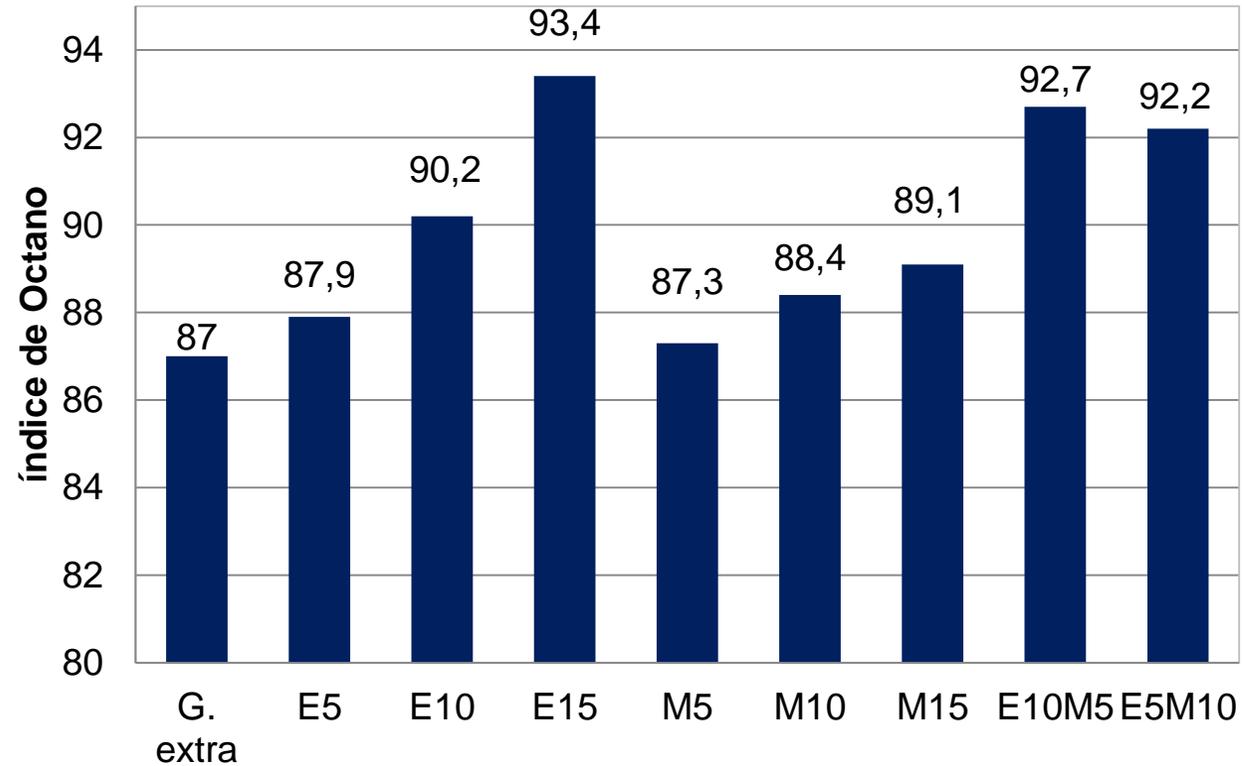
ANÁLISIS DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DEL METANOL Y ETANOL COMO ADITIVO ORGÁNICO



PODER CALORÍFICO SUPERIOR



ÍNDICE DE OCTANO

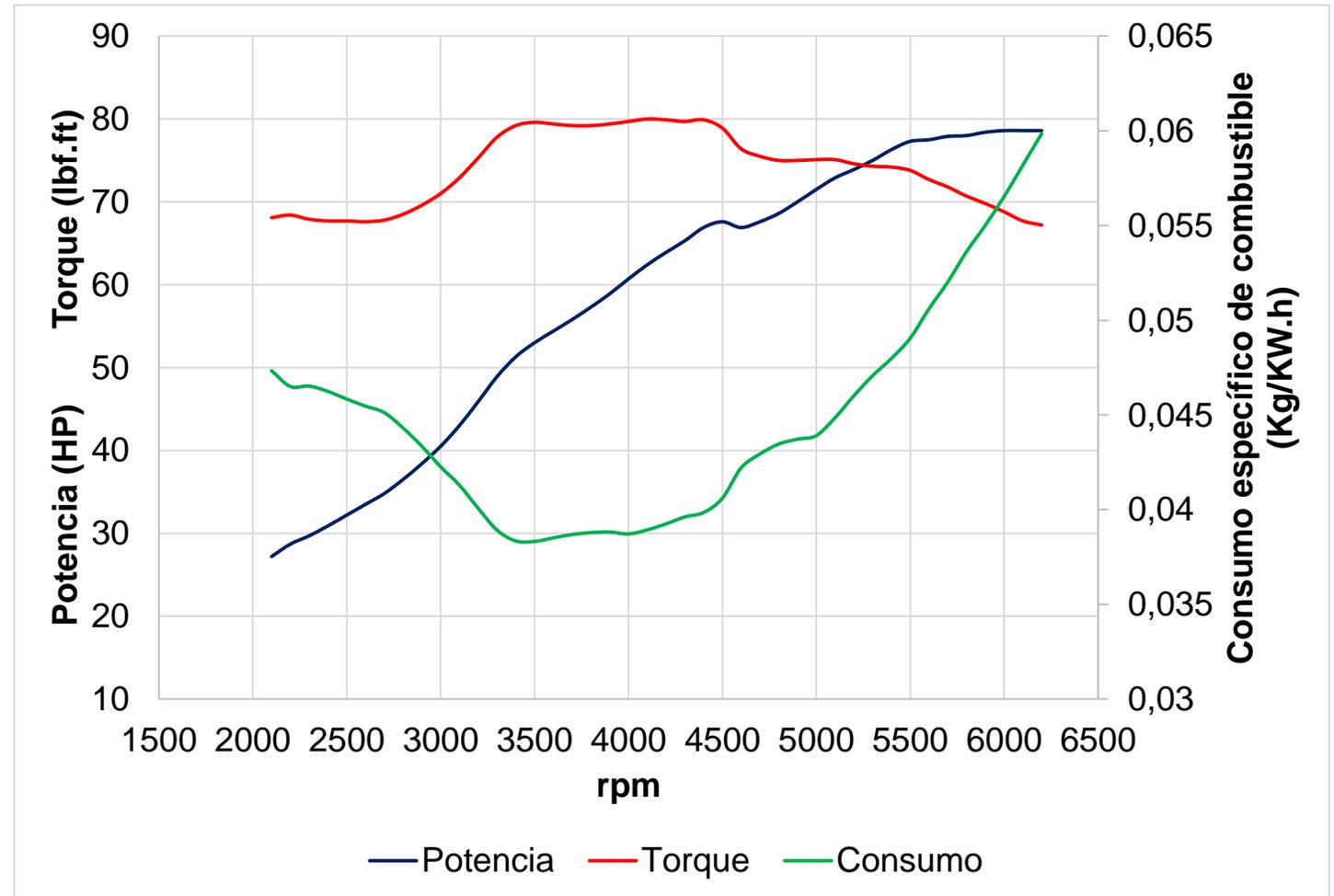


CURVAS DE RENDIMIENTO DEL MOTOR: TORQUE, POTENCIA Y CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE



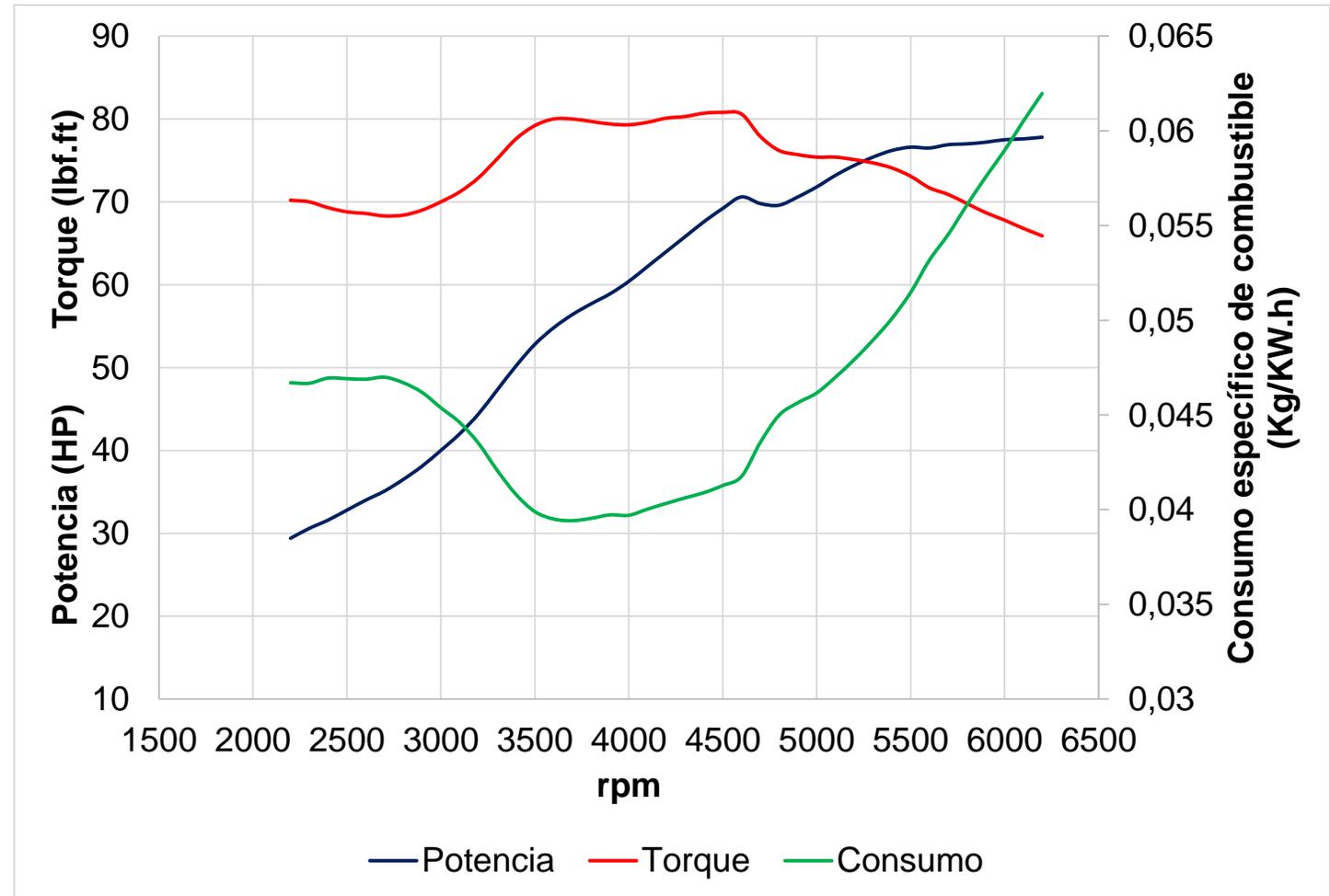
GASOLINA EXTRA

Potencia Max. = 78.6 HP
Torque Max. = 80 lbf.ft
Consumo MÍN.= 0.0383 Kg/KW.h
Rango óptimo = 3500 a 4000 rpm



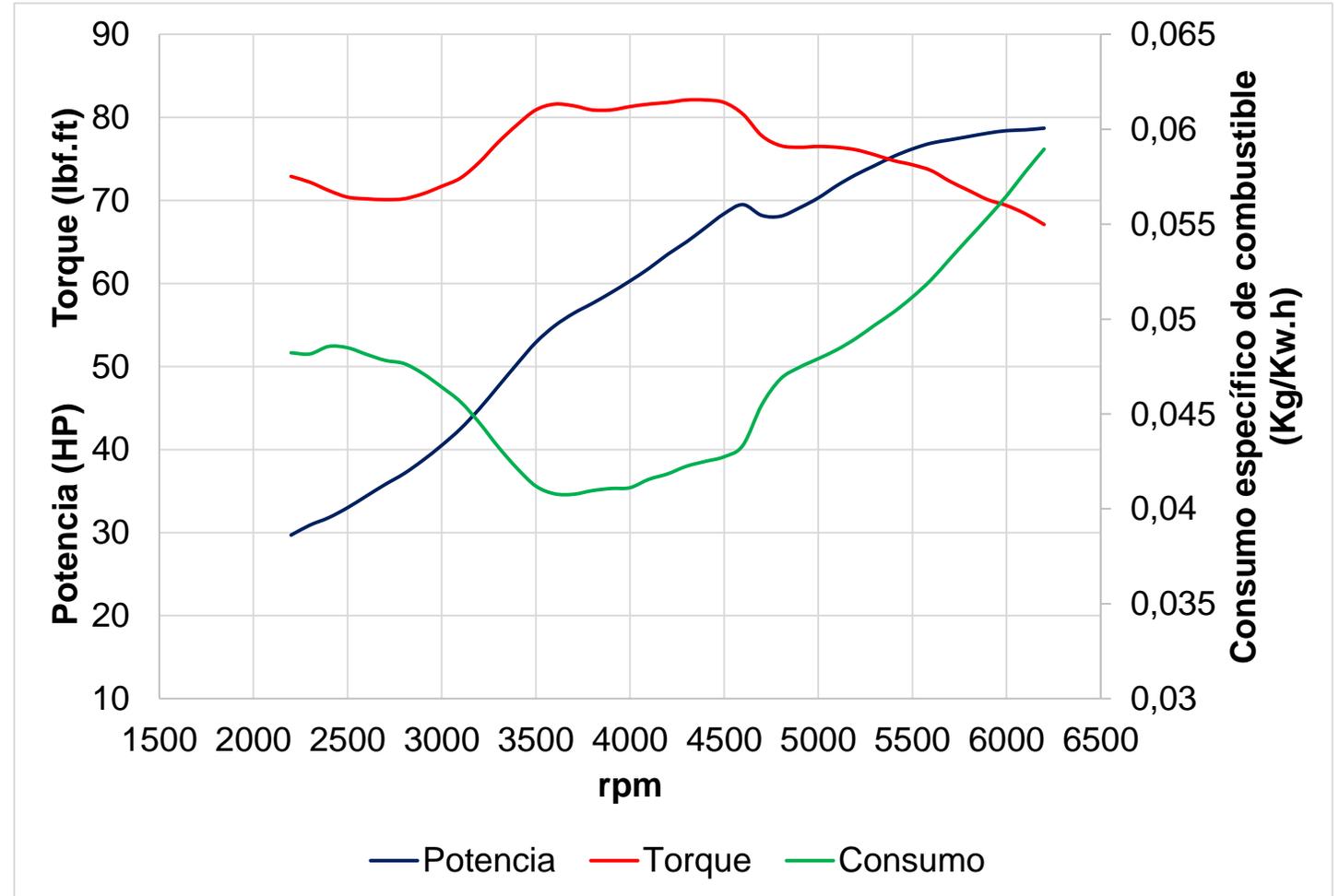
E15

Potencia Max. = 77.8 HP
Torque Max. = 80.8 lbf.ft
Consumo MÍN. = 0.0394 Kg/KW.h
Rango óptimo = 3600 a 4000 rpm



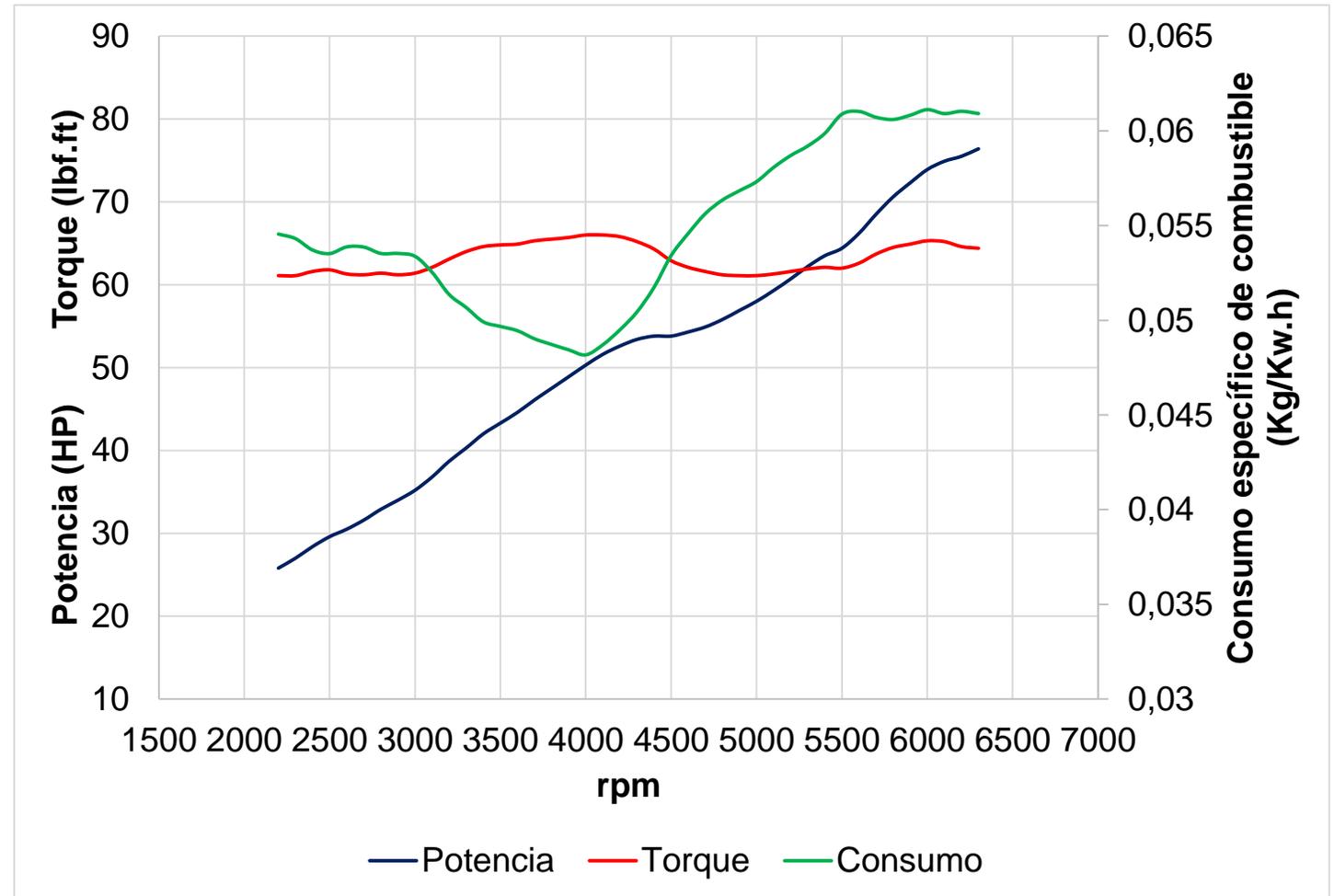
M10

Potencia Max. = 78.7 HP
Torque Max. = 80.1 lbf.ft
Consumo MÍN.= 0.0408 Kg/KW.h
Rango óptimo = 3600 a 4000 rpm

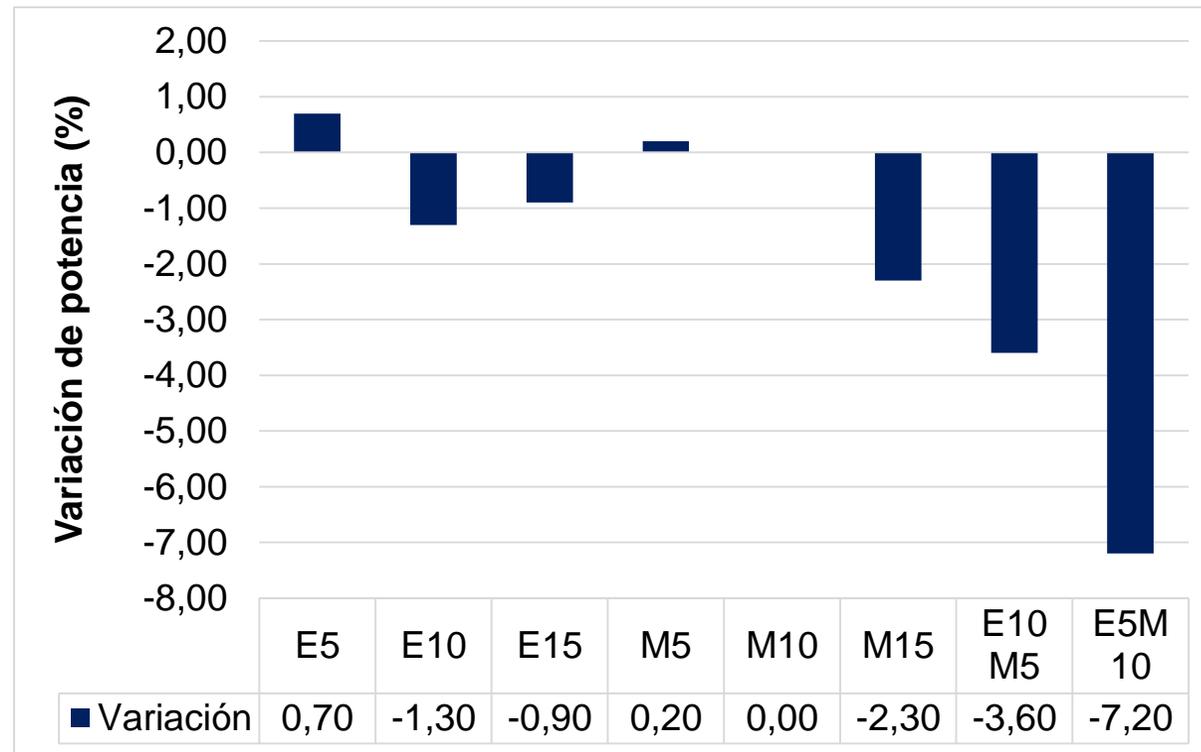
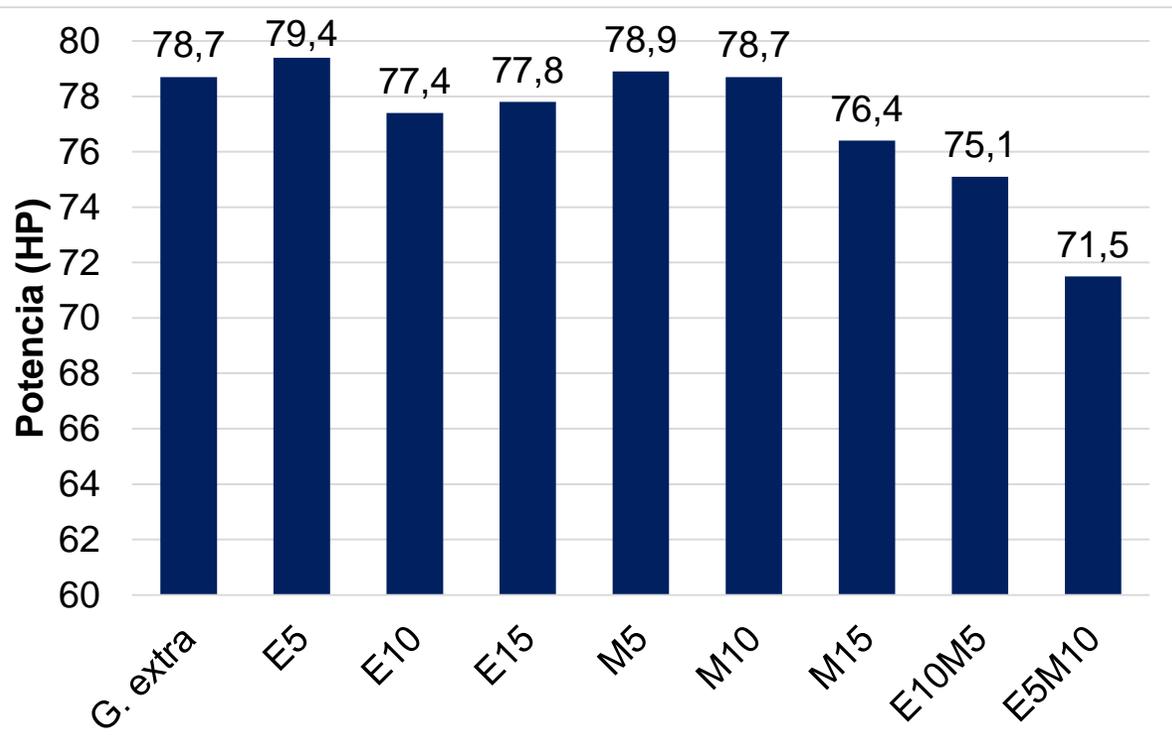


M15

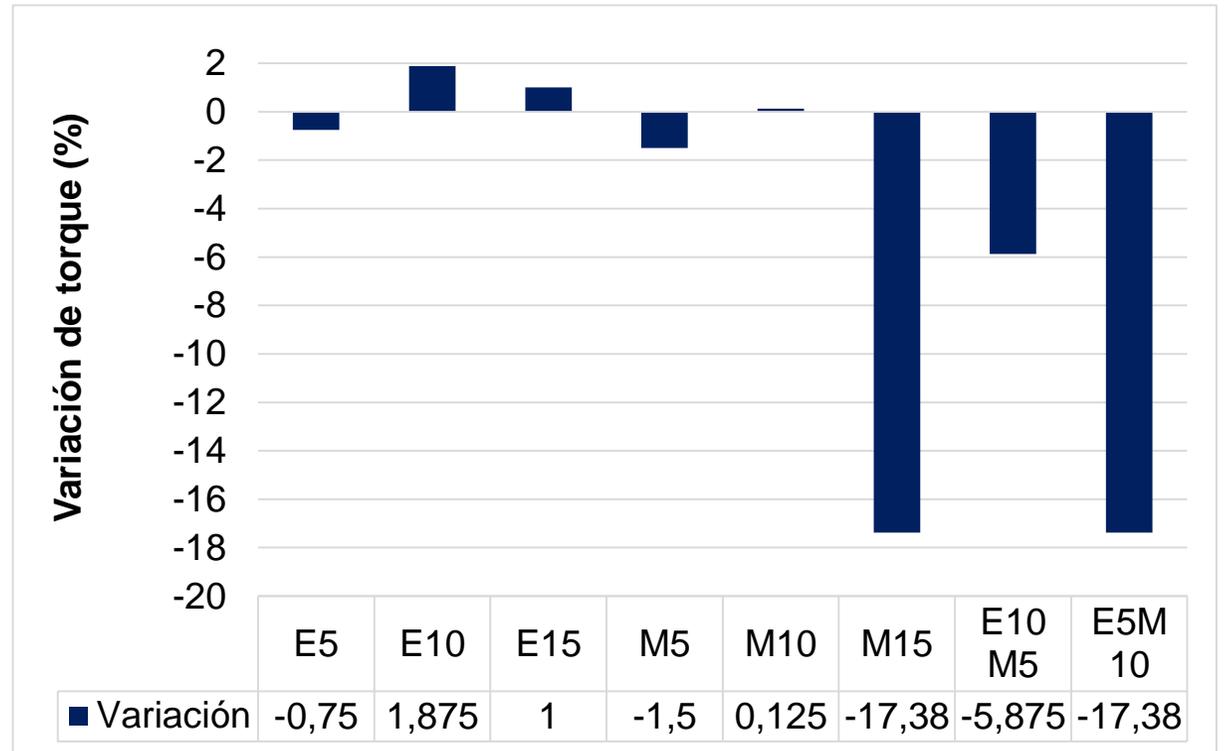
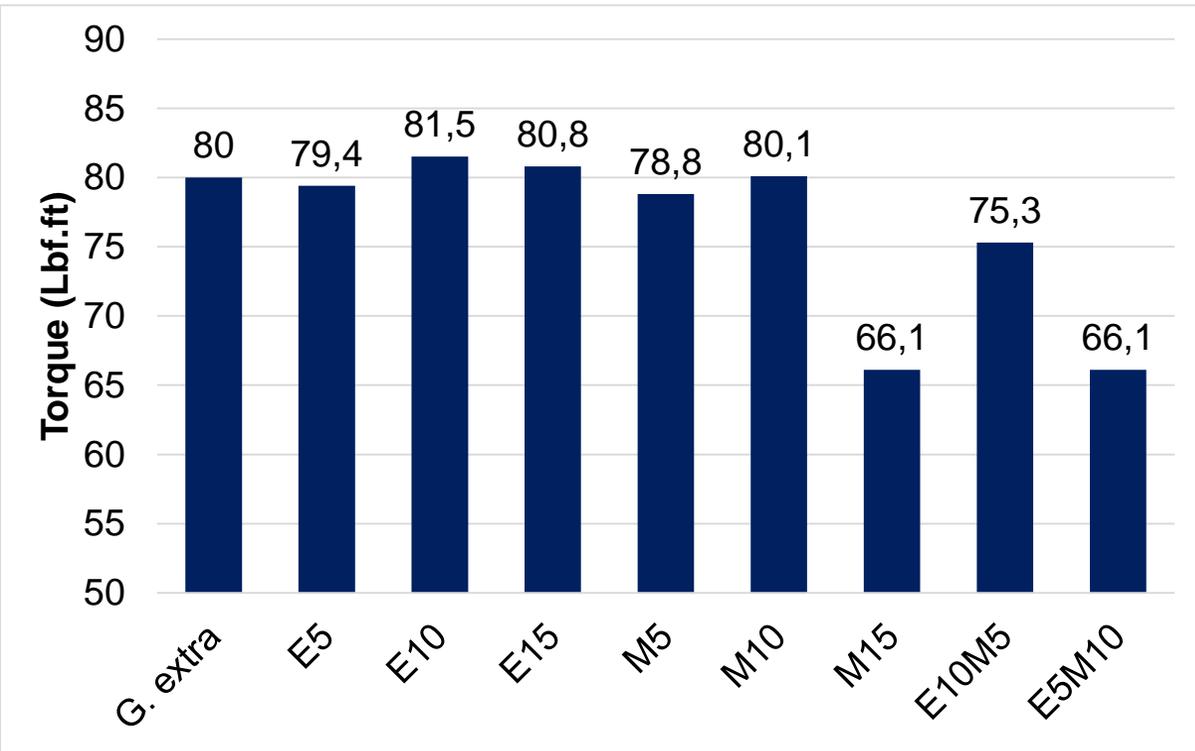
Potencia Max. = 76.4 HP
Torque Max. = 66.1 lbf.ft
Consumo MÍN.= 0.0482 Kg/KW.h
Rango óptimo = 3700 a 4100 rpm



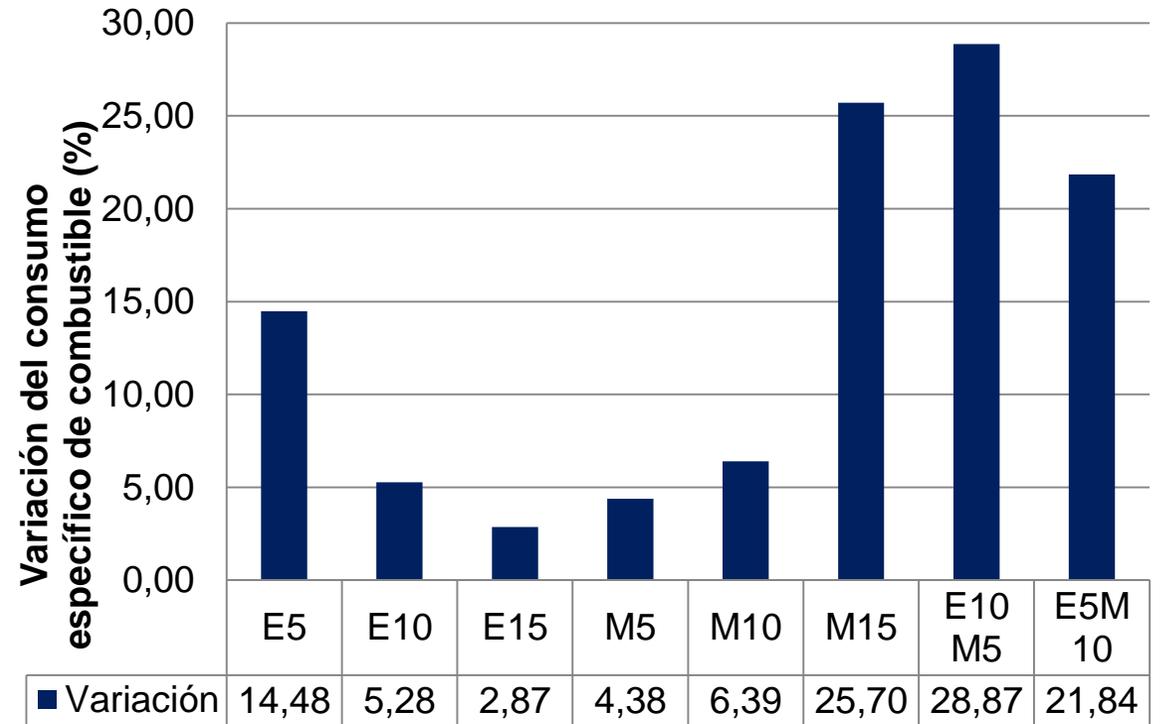
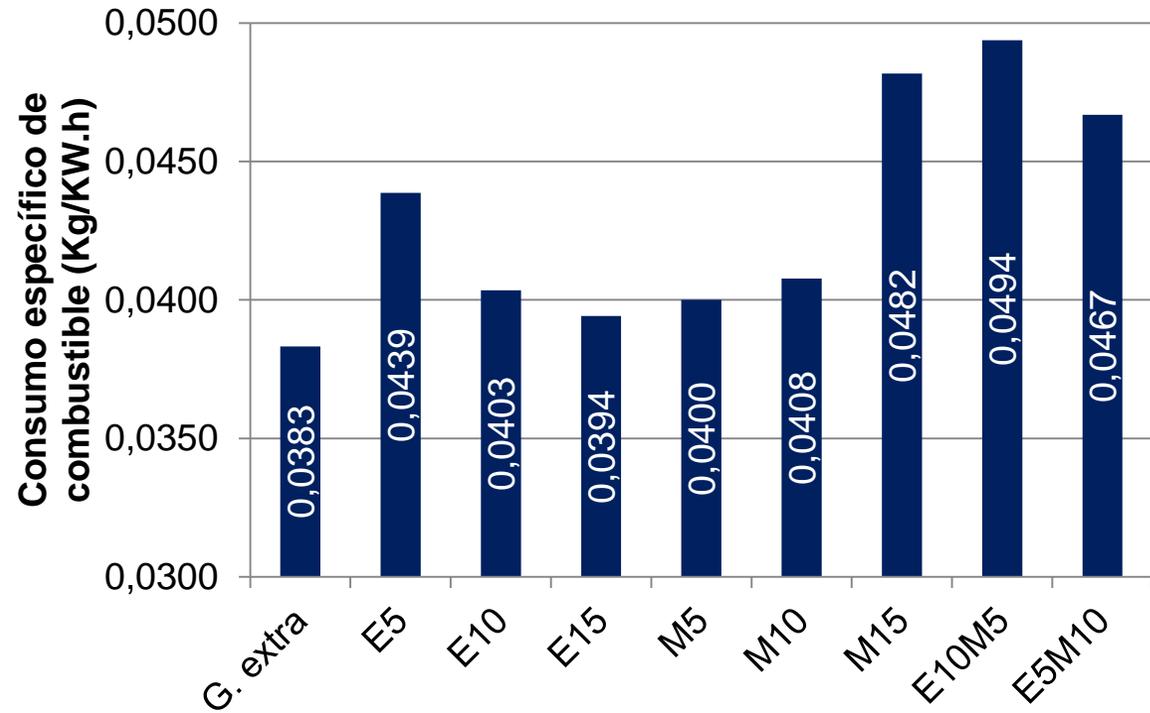
POTENCIA MÁXIMA



TORQUE MÁXIMO



CONSUMO MÍNIMO DE COMBUSTIBLE

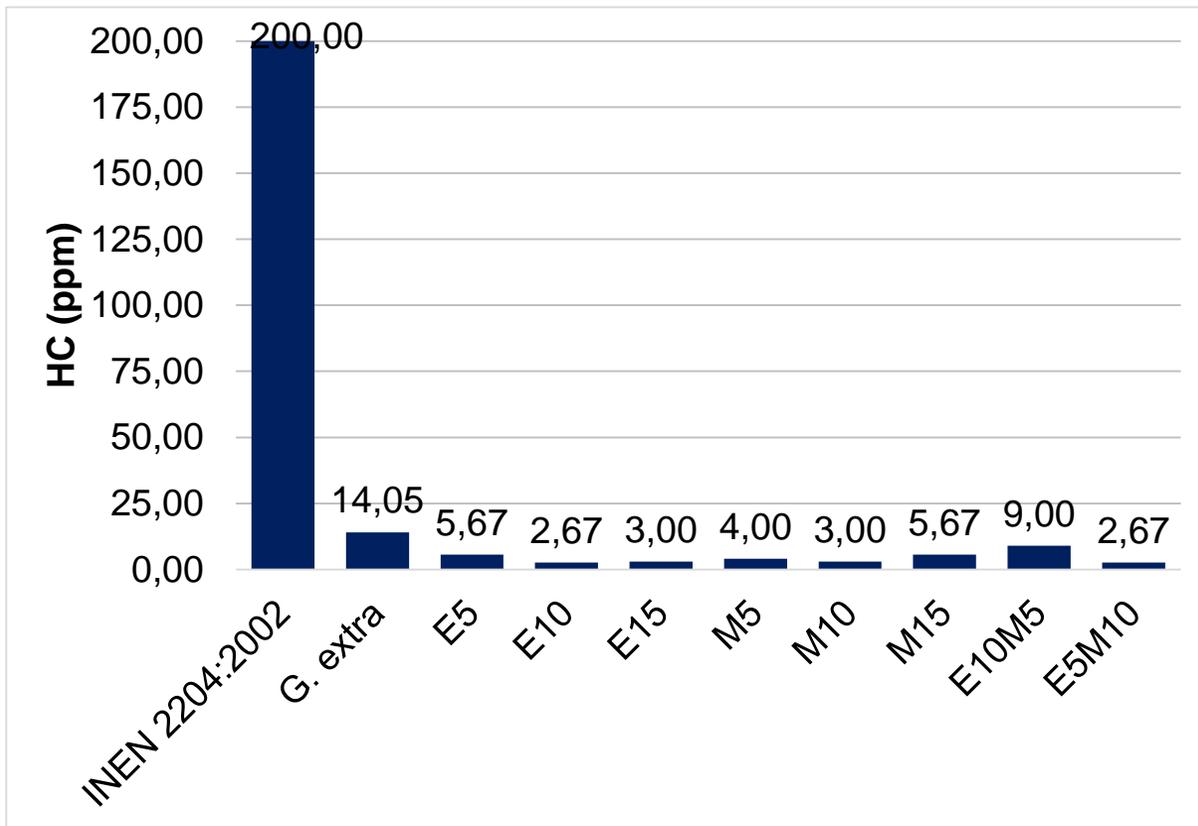


EMISIONES CONTAMINANTES

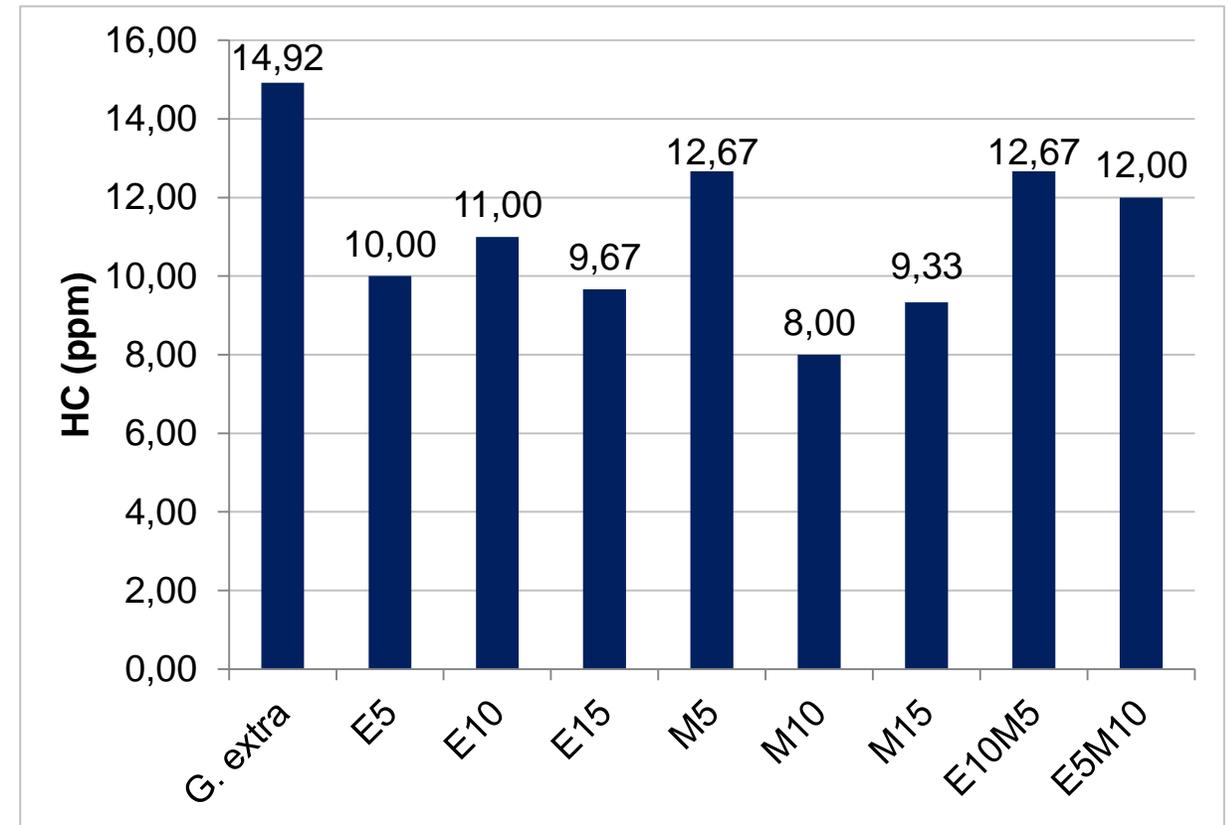


EMISIONES DE HC

RALENTÍ

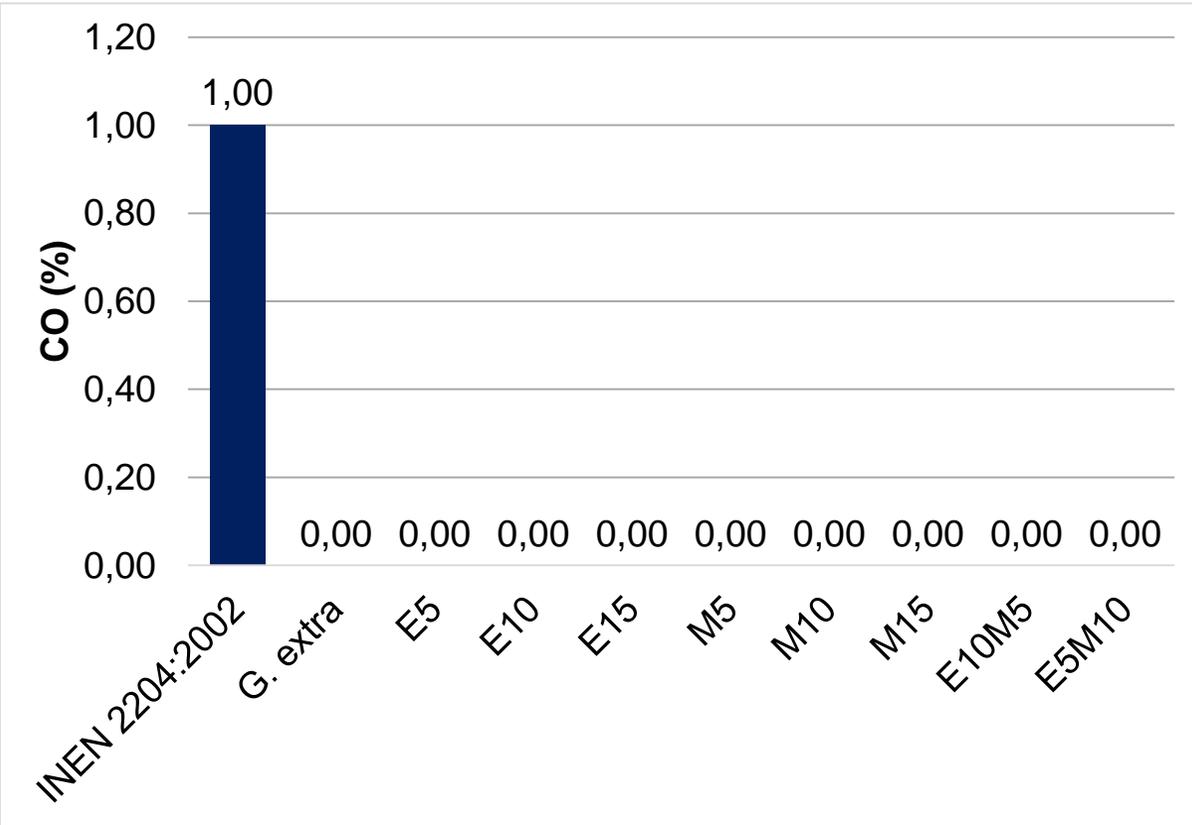


CRUCERO

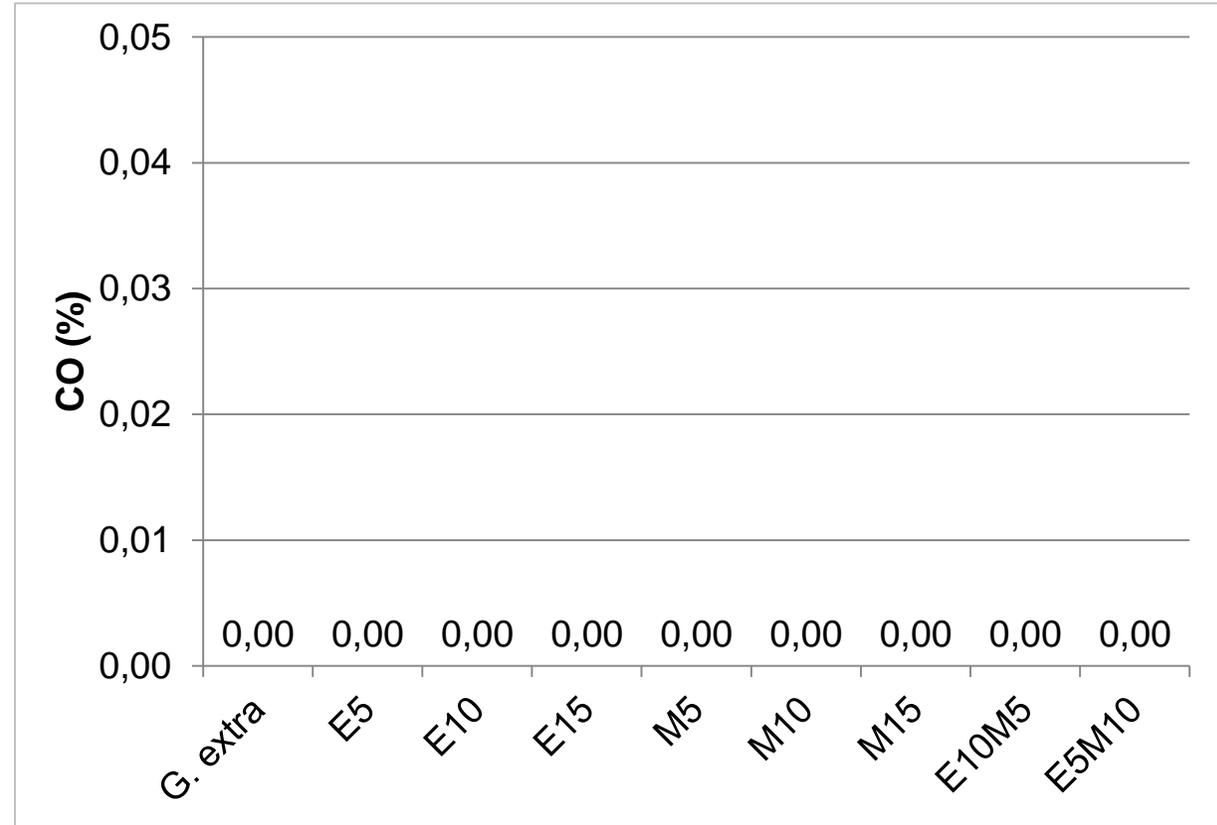


EMISIONES DE CO

RALENTÍ

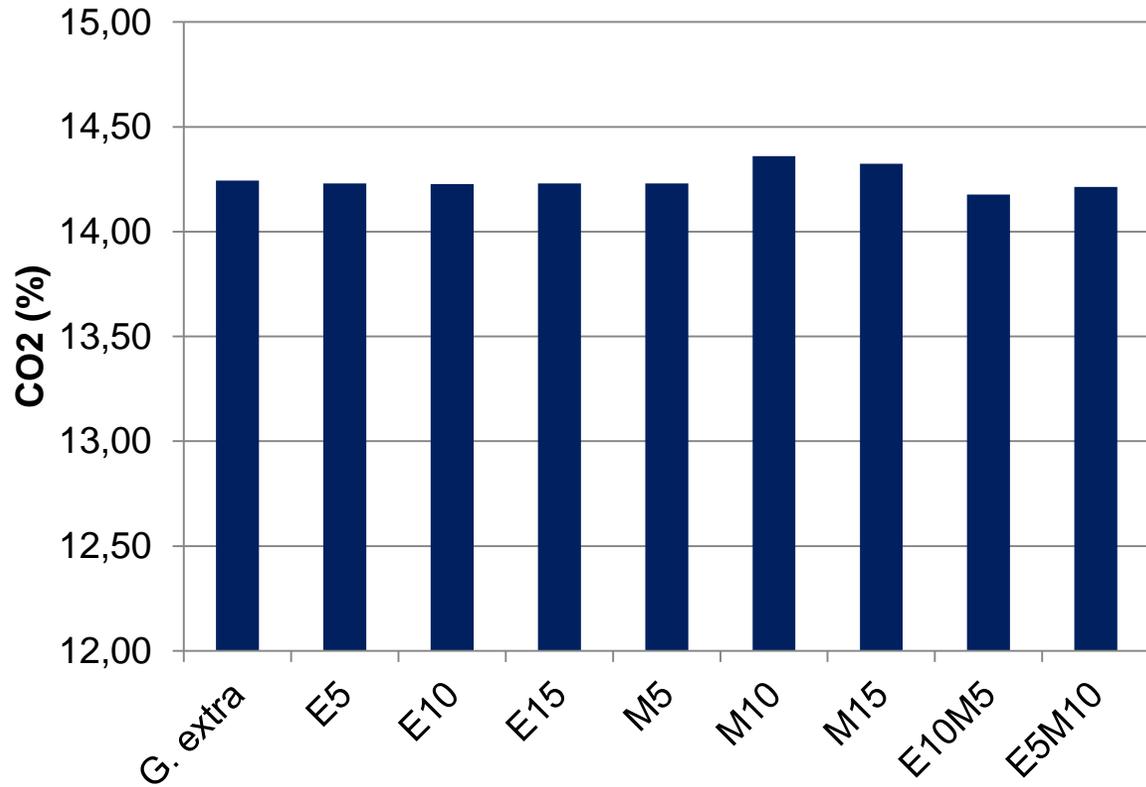


CRUCERO

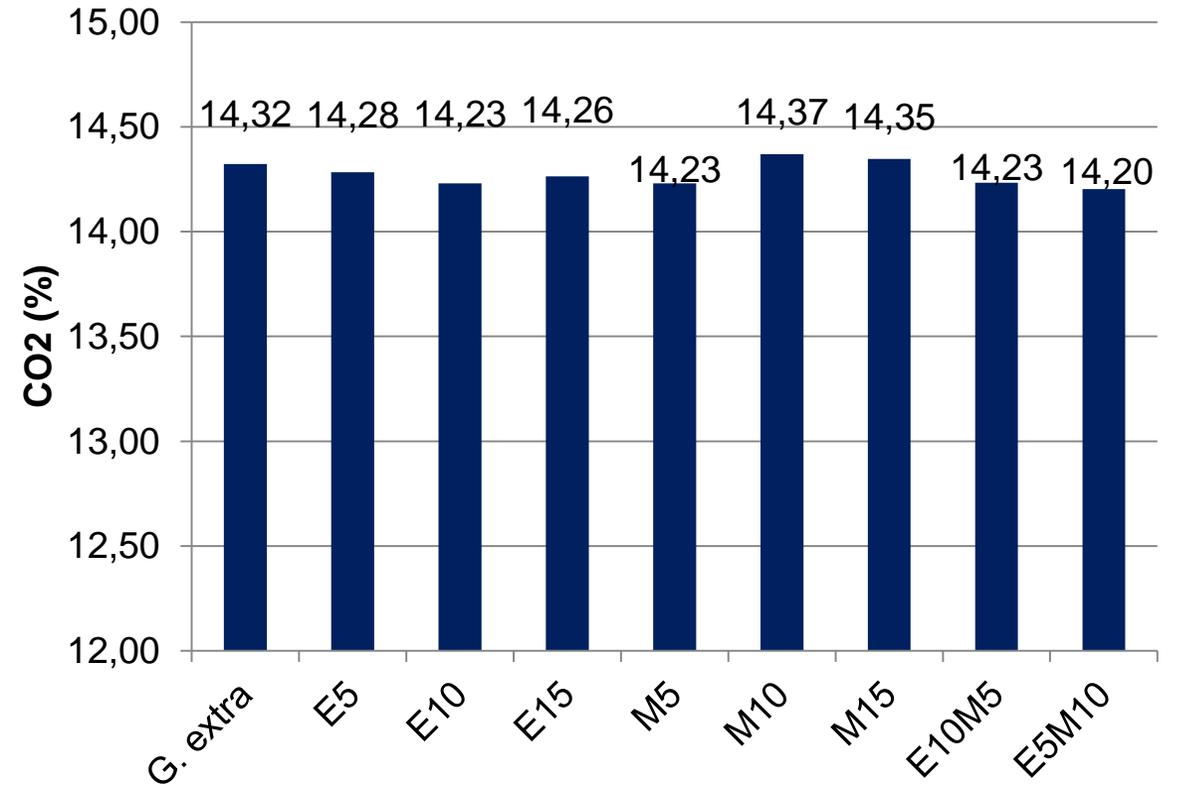


EMISIONES DE CO₂

RALENTÍ

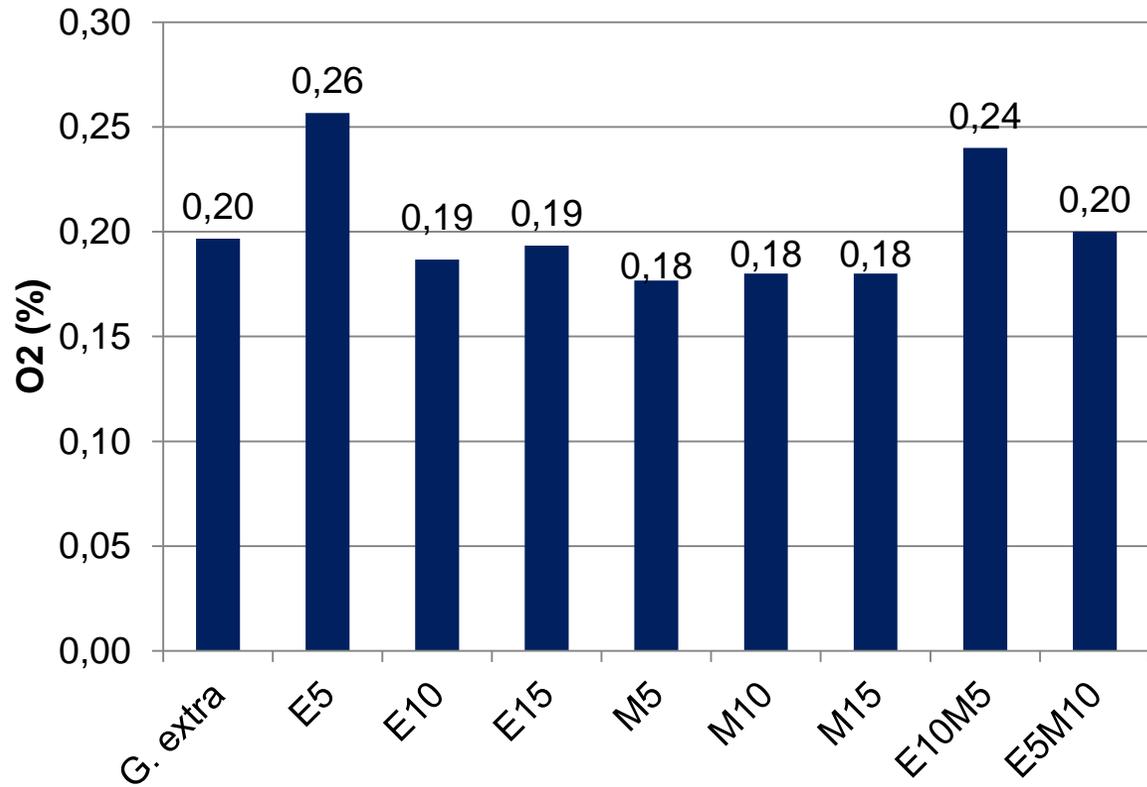


CRUCERO

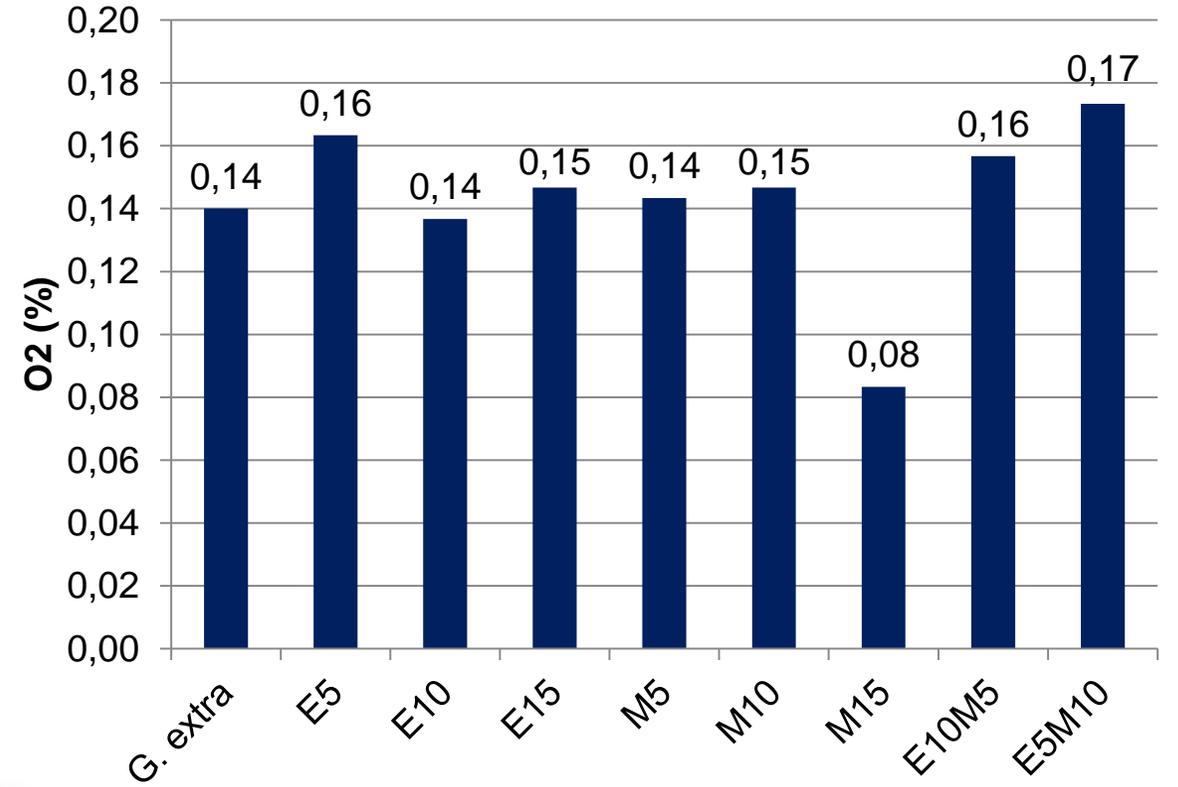


EMISIONES DE O₂

RALENTÍ



CRUCERO



CONCLUSIONES

- Con el ensayo de índice de octano y las pruebas de densidad y poder calorífico, se validó el potencial energético del metanol y etanol como aditivo orgánico de la gasolina extra.
- Todas las mezclas presentan una disminución de su potencial energético de hasta 0.597%, debido a que tanto el etanol (29258.828 KJ/Kg), como el metanol (22692.305 KJ/Kg) poseen un poder calorífico superior mucho menor al de la gasolina extra (45610.533 KJ/Kg).
- Se incrementa el índice de octano mientras mayor es la concentración de alcohol en la gasolina extra, siendo las mezclas de etanol las que mejor octanaje presentan en comparación con las de metanol, teniendo así que E15 alcanzó el valor más alto con 93.4 octanos.



- ▶ Las mezclas E5 y M5 presentan un ligero aumento de potencia de 0.7% y 0.2% respectivamente en comparación al valor obtenido de 78.7 HP al utilizar gasolina extra; teniendo además que M10 entrega una potencia máxima igual de 78.7 HP.
- ▶ Todas la mezclas, a excepción de E5 y M5, tienden a disminuir la potencia máxima generada por el motor del vehículo con una reducción máxima de 7.2% con la mezcla de E5M10.
- ▶ Las mezclas E10, E15 y M10 aumentan el valor de torque normal obtenido con la gasolina extra (80 lbf.ft), en un 1.875%, 1% y 0.125% respectivamente.
- ▶ M15 y E5M10 presentan una disminución significativa en el valor de torque de 17.375% cada una, seguido de las mezclas E10M5 con 5.875%, E5 y M5 con 0.75% y 1.5% respectivamente.



- El consumo de combustible aumenta debido a que el potencial energético de todas las mezclas es menor que el de la gasolina extra, necesitando consumir una mayor cantidad de combustible para que el motor logre generar una potencia considerable, teniendo incrementos de 28.87% al trabajar con E10M5, 25.7% con M15 y 21.84% cuando se utiliza E5M10.
- La concentración de hidrocarburos no combustionados (HC) obtenidos con las mezclas a ralentí están por debajo de las 14.05 ppm que se generan al utilizar gasolina extra, por lo tanto ningún valor excede el límite de 200 ppm establecido en la norma NTE INEN 2204:2002; de igual manera, a velocidad crucero no se supera las 14.92 ppm de HC que produce la gasolina.
- El equipo analizador de gases, con una apreciación centesimal, no registró valores de emisiones de monóxido de carbono CO en ninguna de las dos condiciones de prueba (ralentí-crucero), por lo que obviamente no se supera el valor máximo de 1% establecido en la norma sobre límites de emisiones.

- Existe una ligera variación en las emisiones de CO₂ con las distintas mezclas, teniendo un valor mínimo y máximo de 14.18% (E10M5) y 14.36% (M10) respectivamente en condición de ralentí; de igual manera a velocidad crucero se tiene 14.20% (E5M10) como mínimo y 14.37% (M10) el máximo; todos estos valores se encuentran entre el 12% y 15%, rango donde el motor funciona correctamente, lo que indica una buena eficiencia de la combustión; además, los valores de potencia no tienen una gran variación al igual que estas emisiones, ya que la cantidad de CO₂ emitida depende de la potencia generada.
- Las emisiones de O₂ tanto para la prueba a ralentí como para la prueba a velocidad crucero tienden a permanecer constantes, teniendo como excepción un aumento de emisión de este gas del 0.06% al utilizar E5 y del 0.04% con E10M5 cuando el motor trabaja a marcha mínima y una disminución de 0.06% en M15 a velocidad crucero.
- Al utilizar gasolina extra se tiene una potencia máxima de 78.7 HP con un torque máximo de 80 lb.ft, el consumo específico de 0.0383 Kg/Kw.h, poder calorífico de 45610.533 KJ/Kg, índice de octano de 87 y los valores de HC de 14.05 ppm a ralentí y 14.92 ppm a velocidad crucero.

- ▶ Con E5 se consigue un aumento de potencia máxima del 0.7 %, disminución del torque de 0.75%, incremento del consumo específico de 14.48%, reducción del poder calorífico de 0.213%, elevación del índice de octano de 1.03% y finalmente una disminución de HC de 8.38 ppm a ralentí y de 4.92 ppm a velocidad crucero.
- ▶ Usando E10 se obtiene una disminución de potencia máxima del 1.3%, aumento del torque de 1.875%, incremento del consumo específico de 5.28%, reducción del poder calorífico de 0.072%, elevación del índice de octano de 3.68% y finalmente una disminución de HC de 11.38 ppm a ralentí y de 3.92 ppm a velocidad crucero.
- ▶ La mezcla E15 presenta una disminución de la potencia máxima del 0.9%, aumento del torque de 1%, incremento del consumo específico de 2.87%, reducción del poder calorífico de 0.314%, elevación del índice de octano de 7.36% y una disminución de HC de 11.05 ppm a ralentí y de 5.25 ppm a velocidad crucero.
- ▶ Al utilizar M5 se consigue un aumento de potencia máxima de 0.2%, disminución del torque de 1.5%, incremento del consumo específico de 4.38%, reducción en el poder calorífico de 0.243%, elevación del índice de octano de 0.34% y una disminución de HC de 10.05 ppm a ralentí y de 2.25 ppm a velocidad crucero.

- Con M10 se tiene que el valor de potencia máxima fue el mismo que el alcanzado al utilizar gasolina extra, además de un incremento del torque de 0.125%, aumento del consumo específico de 6.39%, disminución del poder calorífico de 0.207%, elevación del índice de octano de 1.61% y una disminución de HC de 11.05 ppm en ralentí y de 6.92 ppm a velocidad crucero.
- Usando M15 se obtiene una disminución de 2.3% en potencia máxima y de 17.375% en torque, aumento de consumo específico de 25.7%, reducción del poder calorífico de 0.396%, elevación del índice de octano de 2.41% y una disminución de HC de 8.38 ppm en ralentí y de 5.59 ppm a velocidad crucero.
- La mezcla E10M5 presenta una disminución de 3.6% en potencia máxima y de 5.875% en torque, aumento de consumo específico de 28.87%, reducción del poder calorífico de 0.323%, elevación del índice de octano de 6.55% y una disminución de HC de 5.05 ppm en ralentí y de 2.25 ppm a velocidad crucero.
- Al utilizar E5M10 se tiene una disminución de 7.2% en potencia máxima y de 17.375% en torque, aumento de consumo específico de 21.84%, reducción del poder calorífico de 0.597%, elevación del índice de octano de 5.98% y una disminución de HC de 11.38 ppm en ralentí y de 2.92 ppm a velocidad crucero.



RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas dinámicas de análisis de gases, eligiendo una ruta en donde el vehículo se encuentre sometido a diferentes condiciones ambientales, de carga y conducción, con el equipo apropiado para este tipo de prueba.
- Realizar un estudio del impacto de las mezclas en el desgaste de los componentes del motor cuando éste trabaja durante un período de tiempo prolongado, utilizando además proyecciones estadísticas.
- Para futuros trabajos considerar el estudio con una muestra amplia de vehículos de diferente cilindraje y marca.
- Ampliar el estudio a todas emisiones no reguladas producidas por la combustión del etanol y metanol, como los compuestos orgánicos volátiles (VOC) y emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), buscando los equipos de medición adecuados.
- Realizar un estudio incrementando la concentración de etanol y metanol en la gasolina al modificar el sistema alimentación, con énfasis en la compatibilidad de los alcoholes con los materiales del sistema.



BIBLIOGRAFÍA

- Angulo, L., Marquez, G., Rivas, M., & Sanchez, N. (Marzo de 2012). Obtención de gasolina comercial, kerosene y gasóleo. 14-15. Merida, Venezuela.
- Ariaz-Paz, M. (2004). *Manual de Automóviles* (55 ed.). Madrid, España: Dossat 2000 S.L.
- Barroso Casillas, M. (2010). *Pretratamiento de biomasa celulósica para la obtención de etanol en el marco de una biorrefinería*. Tesis, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Bosch, R. (2005). *Manual de la técnica del automóvil* (Cuarta ed.). Alemania: Bauer & Partner.
- Bueno Oliveros, J. A. (2007). Las alternativas al petróleo como combustible para vehículos automóviles. 4,27,28,31. Barcelona, España: Fundación Alternativas.
- Cardona, C., Sánchez, Ó., Montoya, M., & Quintero, J. (28 de Octubre de 2005). Simulación de los procesos de obtención de etanol a partir de caña de azúcar y maíz. *Scientia et Technica*, 187-192.
- Celi, S., & Macías, E. (2006). *Obtención, preparación y aplicación del alcohol como combustible alternativo en un motor de combustión interna*. Tesis, Escuela Politécnica del Ejército, Latacunga.
- Chevrolet. (2008). Manual del Propietario. 214-216. GM .
- Crouse, W. (1996). *Motores de automóvil*. México, México: Alfaomega.



- Desantes, J. M., & Molina, S. (2011). Introducción a la combustión. En F. Payri, & J. Desantes, *Motores de combustión interna alternativos* (cuarta ed., págs. 361,362). Barcelona, España: Reverté S.A.
- Eberly, G. L. (1982). Potencia calorífica. En D. M. Considine, & S. D. Ross, *Manual de instrumentación aplicada* (Quinta ed., Vol. 1, págs. 103-107). México, México: Continental.
- EP PETROECUADOR. (2013). *El petróleo en el Ecuador, la nueva era petrolera*. Quito: Manthra Comunicación integral y Producción.
- EP PETROECUADOR. (2014). *Hoja de seguridad de materiales peligrosos. Producto: Gasolina extra*. Técnico, Esmeraldas.
- Garcés, V., & Martínez, S. (2007). *Estudio del poder calorífico del bagazo de caña de azúcar en la industria azucarera de la zona de Risaralda*. Tesis, Universidad Tecnológica de Pereira , Pereira.
- Gerschler, H. (1985). *Tecnología del automóvil* (Vigésima ed., Vol. 2). Barcelona: Reverté S.A.
- Hart, H., Craine, L., Hart, D., & Hadad, C. (2007). *Química Orgánica* (Décimo Segunda ed.). Madrid, España: McGraw-Hill.
- Kálmán, G., & Réczey, K. (2007). Possible ways of bio-refining and utilizing the residual lignocelluloses of corn growing and processing. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 29-36.

- Lapuerta, M., & Ballesteros, R. (2011). Emisiones contaminantes. En F. Payri, & J. Desantes, *Motores de combustión interna alternativos* (Segunda ed., págs. 419-430). Barcelona, España: Reverté S.A.
- Lapuerta, M., & Hernández, J. (2011). Combustibles. En F. Payri, & J. Desantes, *Motores de combustión interna alternativos* (Segunda ed., págs. 403-404). Barcelona, España: Reverté S.A.
- Lecuona, A., & Rodríguez, P. (2011). Parámetros básicos. En F. Payri, & J. Desantes, *Motores de combustión interna alternativos* (Segunda ed., págs. 63-64). Barcelona, España: Reverté S.A.
- Liang, B., & et_al. (2013). Comparison of P emissions from a gasoline direct injected (GDI) vehicle and a port fuel injected (PFI) vehicle measured by electrical low pressure impactor (ELPI) with two fuels: Gasoline and M15 methanol gasoline. *Journal of Aerosol Science*, 57, 22-31.
- López, E., & Benito, V. (2012). *Motores térmicos y sus sistemas auxiliares* (Primera ed.). Editex.
- Martín, F., & Sala, V. (2004). Estudio comparativo entre los combustibles tradicionales y las nuevas tecnologías para la propulsión de vehículos destinados al transporte. 45-50. Cataluña, España.
- Melo, E., Sánchez, Y., Ferrer, N., & Ferrer, N. (2012). Evaluación de un motor de encendido por chispa trabajando con mezclas etanol-gasolina. *Ingeniería Energética*, 33(2), 94-102.
- Mena, L. (2011). *Compilador de ejercicios de motores de combustión interna diesel-gasolina* (Primera ed.). Quito, Ecuador: Imprenta Nueva Aurora.

- Ocaña, A. (2000). *Tratado del automóvil*. Madrid, España: CIE Inversiones Editoriales.
- Ortmann, R., & otros. (2003). *Técnica de gases de escape para motores de gasolina* (Segunda ed.). Postfach, Alemania: Robert Bosch GmbH.
- Parr Instrument Company. (09 de Marzo de 2008). Operating Instruction Manual No. 204M Oxygen Bomb Calorimeter 1341. Moline, Illinois, Estados Unidos.
- Pérez Belló, M. Á. (2011). *Sistemas Auxiliares del Motor* (Primera ed.). Madrid, España: Paraninfo.
- Scott Specialty Gases. (2015). Scotty Calibration Gases for Auto emission analyzers. Plumsteadville, Pensilvania, Estados Unidos.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017. Quito, Ecuador: Senplades.
- Wheals, A., Basso, L., Alves, D., & Henrique, A. (Enero de 2000). Fuel ethanol after 25 years. *Trends in Biotechnology*, 17, 482-487.
- Zhao, H., & et_al. (26 de Mayo de 2010). Carbonyl compound emissions from passenger cars fueled with methanol/gasoline blends. *Science of the Total Environment*, 408, 3607-3613.
- Zhao, H., & et_al. (2011). Effects of different mixing ratios on emissions from passenger cars fueled with methanol/gasoline blends. *Journal of Environmental Sciences*, 23(11), 1931-1938.

NETGRAFÍA

- Abril, A., & Navarro, E. (2012). *Etanol a partir de biomasa lignocelulósica*. España: Aleta Ediciones. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Enrique_Navarro/publication/241216642_Etanol_a_partir_de_biomasa_lignocelulosica/links/0c96051c8409028b93000000.pdf
- Agencia Pública de Noticias del Ecuador y Suramérica. (07 de Octubre de 2013). *www.andes.info.ec*. Obtenido de <http://www.andes.info.ec/en/node/23442>
- Biofuels Association of Australia. (2015). *www.biofuelsassociation.com.au*. Recuperado el 7 de Marzo de 2016, de <http://biofuelsassociation.com.au/biofuels/ethanol/ethanol-use-around-the-world/>
- Bromberg, L., & Cheng, W. (28 de Noviembre de 2010). Methanol as an alternative transportation fuel in the US: Options for sustainable and/or energy-secure transportation. Massachusetts, Estados Unidos. Recuperado el 1 de Marzo de 2016, de http://www.afdc.energy.gov/pdfs/mit_methanol_white_paper.pdf
- Bueno Oliveros, J. A. (2007). Las alternativas al petróleo como combustible para vehículos automóviles. 4,27,28,31. Barcelona, España: Fundación Alternativas.
- Business Wire. (14 de febrero de 2013). *Business Wire a Berkshire Hathaway Company*. Recuperado el 14 de Abril de 2016, de <http://www.businesswire.com/news/home/20130214005537/en/Research-Markets-2013-Report-Analyzing-Global-Methanol>
- Cadena Agroindustrial. (2004). *repiica*. Recuperado el 23 de Marzo de 2016, de <http://repiica.iica.int/docs/B0014e/B0014e.pdf>



- CENICAÑA. (2008). *Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia*. Recuperado el 13 de Abril de 2016, de http://www.cenicana.org/pop_up/fabrica/diagrama_etanol.php
- Comisión Nacional para el ahorro de Energía. (2008). Ficha Técnica: vehículos con etanol. México, México. Recuperado el 12 de Abril de 2016, de www.conae.gob.mx
- Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., & Tanabe, K. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. *Energía*, 2, 1.19-1.20. Japón: IGES. Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduction.pdf
- Facultad de Química UNAM. (2008). *Hoja de seguridad IX Metanol*. Técnico, Universidad Nacional Autónoma de México, Química, México. Recuperado el 20 de Febrero de 2016, de <http://www.quimica.unam.mx/IMG/pdf/9metanol.pdf>
- Fernández, J. (2009). www.edutecne.utn.edu.ar. Recuperado el 12 de Abril de 2016, de http://www.edutecne.utn.edu.ar/maquinas_termicas/01-poder_calorifico.pdf
- Gómez, V. (2007). www.frt.utn.edu.ar. Recuperado el 14 de Abril de 2016, de http://www.frt.utn.edu.ar/tecnoweb/imagenes/file/mecanica/Materiales%20Auxiliares_Alumnos.pdf
- Guixot Sanz, L. (1 de Diciembre de 2011). *mecanicageneral*. Recuperado el 18 de Marzo de 2016, de http://mecanicageneral.webcindario.com/info_catalizador.pdf
- Guixot Sanz, L. (1 de Diciembre de 2011). www.mecanicageneral.com. Recuperado el 17 de Abril de 2016, de http://www.as-sl.com/pdf/tipos_gases.pdf



- Jaramillo, H. (Octubre de 1996). Procesos reales en los motores de combustión interna (M.C.I). *El Hombre y la Máquina*, 30-45. Obtenido de <http://ingenieria.uao.edu.co/hombreymaquina/revistas/12%201996-1/Articulo%203%20H&M%2012.pdf>
- Johnson, D. (2012). *Global Methanol Market Review*. Recuperado el 10 de Abril de 2016, de http://www.ptq.pemex.com/productosyservicios/eventosdescargas/Documents/Foro%20PEMEX%20Petroqu%C3%ADmica/2012/PEMEX_DJohnson.pdf
- Journal Oil & Power. (14 de Mayo de 2015). El uso de metanol en la gasolina ahorraría \$380 millones en 2016. *Journal Oil & Power*, 10. Recuperado el 10 de Febrero de 2016, de <https://issuu.com/artesjournal/docs/journaloil-mineral319>
- MAHA GmbH&Co.KG. (2003). *www.maha.de*. Recuperado el 3 de Abril de 2016, de <http://www.maha.de/banco-de-ensayo-de-potencia-fps-5500.htm>
- Mathewson, S. (2000). *Journey to Forever*. Recuperado el 13 de Abril de 2016, de <http://es.journeytoforever.org/biocombustibles/produccion-casera-etanol/produccion-etanol.cgi>
- METHANEX. (2014). *Methanex The power og agility*. Recuperado el 25 de Mayo de 2016, de <https://www.methanex.com/sites/default/files/investor/annual-reports/Methanex-Annual-Report-2014.pdf>
- Methanol Institute. (12 de Agosto de 2011). *Methanol institute*. Recuperado el 21 de Febrero de 2016, de <http://www.methanol.org/Health-And-Safety/Safety-Resources/Health---Safety/Methanol-Safe-Handling-Manual-Spanish.aspx>



- Methanol Institute. (2011). *Methanol Institute*. Recuperado el 21 de Febrero de 2016, de [http://methanol.org/getdoc/0ae2dc90-c11f-43ea-8d2e-6998c857e35e/Blenders-Product-Bulletin-\(SP\).aspx](http://methanol.org/getdoc/0ae2dc90-c11f-43ea-8d2e-6998c857e35e/Blenders-Product-Bulletin-(SP).aspx)
- Methanol Institute. (2011). *Methanol Institute*. Recuperado el 24 de Febrero de 2016, de <http://www.methanol.org/Methanol-Basics.aspx>
- Methanol Institute. (2011). *www.methanol.org*. Recuperado el 7 de Abril de 2016, de <http://www.methanol.org/Methanol-Basics/The-Methanol-Industry.aspx>
- Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad. (22 de Agosto de 2014). *www.produccion.gob.ec*. Recuperado el 6 de Enero de 2016, de <http://www.produccion.gob.ec/ecopais-una-muestra-del-cambio-de-la-matriz-productiva/>
- Ministerio de Energía y Minería. (2010). *www.energia.gov.ar*. Recuperado el 24 de Mayo de 2016, de <http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3622>
- NGK Spark Plug Europe. (2013). *www.ngk.de*. Recuperado el 23 de Marzo de 2016, de <https://www.ngk.de/es/tecnologia-en-detalle/sondas-lambda/aspectos-basicos-de-los-gases-de-escape/normas-euro/>
- Noboa, E. (Junio de 2015). *www.olade.org*. Recuperado el 18 de Enero de 2016, de http://www.olade.org/wp-content/uploads/2015/06/Presentacion-final_Eduardo-Noboa1.pdf
- Observatorio de Políticas Públicas. (Noviembre de 2007). *http://www.sgp.gov.ar/*. Recuperado el 23 de Marzo de 2016, de http://www.sgp.gov.ar/contenidos/ag/paginas/opp/docs/2007/14_OPP_2007_BIOCOMBUSTIBLES.pdf



- Perilla, J. (Octubre de 2015). *Congreso Colombiano de Ingeniería Química*. Recuperado el 5 de Junio de 2016, de <http://congresoioq.com/resources/uploaded/files/xxviii-congreso-ingenieria-quimica-2015-memorias.pdf>
- Revista Líderes. (1 de Junio de 2015). El mercado se adecúa a la gasolina Ecopaís. *Revista Líderes*(916), 12. Recuperado el 10 de Enero de 2016, de http://edicionimpresa.elcomercio.com/es/30100000bd120099-6e92-4102-806c-8064d9984252_01062015_/12
- Rodriguez, R., & Uribe, M. (2007). *Obtención del metanol Propiedades-Usos*. Universidad Tecnológica Nacional. Buenos Aires: Edutecne. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de http://www.edutecne.utn.edu.ar/procesos_fisicoquimicos/Obtencion_de_Metanol.pdf
- Safety, International Programme on Chemical. (2000). Fichas Internacionales de Seguridad Química. *Fichas Internacionales de Seguridad Química*. España. Recuperado el 30 de Marzo de 2015
- SHALE GAS INTERNATIONAL. (2 de Marzo de 2015). <http://www.shalegas.international/>. Recuperado el 4 de Abril de 2016, de <http://www.shalegas.international/2015/03/02/iran-on-course-to-complete-worlds-largest-methanol-plant/>
- Sutton, M. (2015). *Biofuels Association of Australia*. Recuperado el 7 de Marzo de 2016, de <http://biofuelsassociation.com.au/biofuels/ethanol/ethanol-use-around-the-world/>
- U.S. Department of Energy. (Marzo de 2016). *Energy Efficiency & Renewable Energy*. Recuperado el 25 de Abril de 2016, de <http://www.afdc.energy.gov/data/10331>
- Walsh, M. (2008). *CARLINES*. Recuperado el 13 de Abril de 2016, de <http://walshcarlines.com/pdf/fueltable.pdf>

NORMAS

- ASTM. (2004). ASTM D 2699. *Standard Test Method for Research Octane Number of Spark-Ignition Engine Fuel*. Estados Unidos.
- INEN. (07 de Marzo de 1984). NTE INEN 0960-1984. *Vehículos Automotores. Determinación de la potencia neta del motor*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- INEN. (5 de Agosto de 1998). NTE INEN 2102:1998. *Derivados del petróleo. Gasolina. Determinación de las características antidetonantes. Método Research (RON)*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- INEN. (5 de Agosto de 1998). NTE INEN 2103:98. *Derivados del petróleo. Determinación de las características antidetonantes. Método motor (MON) para gasolinas de motor y aviación*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- INEN. (7 de Julio de 2000). NTE INEN 2203:2000. *Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o "Ralentí". Prueba estática*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- INEN. (30 de Septiembre de 2002). NTE INEN 2204:2002. *Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones permitidas por fuentes móviles terrestres de gasolina*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- INEN. (18 de Mayo de 2012). NTE INEN 935:2012. *Gasolina. Requisitos*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- ISO. (1 de Noviembre de 1992). ISO 1585:1992. *Road vehicles - Engine test code - Net power*.
- SAE. (Agosto de 2004). SAE J1349. *Engine Power Test Code-Spark Ignition and Compression Ignition-Net Power Rating*. Estados Unidos.



“NO RECES POR UNA VIDA FÁCIL, REZA PARA TENER LA FORTALEZA DE AFRONTAR UNA VIDA DIFÍCIL.”

-Bruce Lee

