



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ

**ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL CONSUMO DE
COMBUSTIBLE Y EMISIONES DE GASES
CONTAMINANTES DE LOS AUTOMOTORES A
GASOLINA DE LA ESCUELA DE CONDUCCIÓN
PROFESIONAL ESPE LATACUNGA MEDIANTE LA
PROPUESTA DE UN PROTOCOLO DE CONDUCCIÓN
EFICIENTE**

Realizado por: Angel López



Ingeniería Automotriz

ANTECEDENTES

Escuela de Conducción Profesional ESPE Latacunga



- ▶ Formación de profesionales íntegros.
- ▶ Desarrollar conocimientos técnicos, habilidades, destrezas, actitudes y aptitudes.
- ▶ Actitud de equilibrio emocional ante situaciones adversas, siendo amigable con el medio ambiente y las condiciones óptimas de funcionamiento del vehículo.
- ▶ Principios de conducción eficiente.

CONDUCCIÓN EFICIENTE

- ▶ Comisión de energía sustentable europea y su proyecto ECOWILL.
- ▶ Conducir de manera inteligente ahorrando combustible.
- ▶ Contribuye a la protección del ambiente.

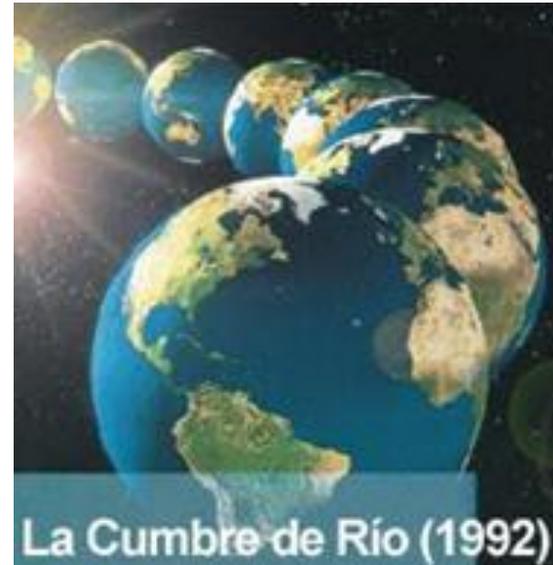
MOVILIDAD SOSTENIBLE

- ▶ Solución a problemas ambientales y sociales.
- ▶ Causados por la generalización y masificación de un solo medio de transporte basado en el automóvil particular.
- ▶ Desventajas son contaminación, mala administración de energía y secuelas en la salud.



DECLARACIÓN DE RÍO DE JANEIRO (ONU) MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

- ▶ Estado debe fomentar la protección del medio ambiente como parte del desarrollo sostenible.
- ▶ Movilidad de la sociedad.
- ▶ Aumentando el saber científico.
- ▶ Intercambio de conocimiento tecnológico.
- ▶ Difusión de información a ciudadano común sobre el medio ambiente.



PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA



- ▶ Cumplir con los requerimientos para ser habilitados como conductores profesionales.
- ▶ Hábitos y métodos de conducción no apropiados.
- ▶ Optimización del rendimiento del conductor.

- ▶ Relación entre el consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes con criterios de operación del automotor en tiempo real.
- ▶ Cambio de marcha a diferente RPM.
- ▶ Tipos de conductores.
- ▶ Para evaluar influencia de factores en un ciclo de conducción

- ▶ Generar información de como influye la forma de conducir en el consumo de combustible y emisiones contaminantes.
- ▶ Generar conciencia en los estudiantes.
- ▶ Fomentar una cultura de conducción eficiente para alcanzar un ahorro económico y reducción de emisiones al ambiente.

DESCRIPCIÓN RESUMIDA

El presente proyecto está enfocado en el análisis del consumo de combustible volumétrico y la emisión de gases contaminantes de los vehículos a gasolina Chevrolet Aveo Family 1.5 4P STD TM Año 2013 y Chevrolet Sail 1.4 4P TM Año 2015 pertenecientes a la flota vehicular de la Escuela de conducción ESPE Latacunga en un ciclo de conducción usado por los aspirantes a conductores profesionales tipo C en horas de clase práctica, respetando las normas y lineamientos de la Ley de Tránsito del Ecuador.

DESCRIPCIÓN RESUMIDA

Se establecen dos fases principales para el análisis, la primera es bajo condiciones de régimen de motor (cambio de marcha a 2000 y 4000 RPM) y la segunda por nivel de experiencia del conductor (conductor nivel estudiante y conductor nivel profesional).

Se realiza una revisión técnica mecánica de los vehículos, seguida de un mantenimiento preventivo y un análisis de emisiones de gases contaminantes en prueba estática con el Analizador de gases Cartek, en el Laboratorio de Mecánica de Patio de la institución, bajo referencia de la norma NTE INEN 2204:2002, todo esto previo a las pruebas establecidas del ciclo de conducción, de esta forma reduciendo el nivel de incertidumbre y tergiversación de resultados por el estado mecánico de los vehículos.

DESCRIPCIÓN RESUMIDA

La medición de consumo de combustible se realiza mediante la implementación del escáner interfaz ElmScan 5 conectado al DLC (Data Link Connector) OBD II del vehículo, mientras que para la medición de emisiones de gases contaminantes se hace uso del analizador marca QROTECH QGA-6000 que mide concentraciones de CO, CO₂, HC, O₂ y cálculo de valor de lambda; una vez obtenidos los resultados de dichas mediciones se contará con información valiosa y concluyente respecto a la influencia directa de la forma de operación del vehículo por parte del conductor sobre el consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes al ambiente, de esta forma se puede establecer un protocolo a usarse por parte de la Escuela de Conducción para fomentar una conducción eficiente para sus estudiantes.

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

INER

- Creación de nuevas iniciativas
- Mejora de eficiencia energética
- Uso inteligente y medido de recursos

INFORMACIÓN

- Realizada la investigación se cuenta con información técnica confiable.
- Generar protocolo de conducción eficiente.
- Administrar de mejor manera la cantidad de combustible

UNIVERSIDAD

- Vinculación con áreas investigativas.
- Información pertinente para entes como INER
- Vinculación con la comunidad

ESCUELA DE CONDUCCIÓN

- Punto de apoyo en su gestión.
- Vinculación con investigación científica
- Aplicación directa y real en la sociedad.
- Promover una cultura vial responsable y de conducción eficiente
- Ahorro y reducción de emisiones

OBJETIVOS

▶ OBJETIVO GENERAL

- ▶ Analizar la incidencia del consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes en los automotores a gasolina de la Escuela de Conducción Profesional ESPE Latacunga mediante la propuesta de un protocolo de conducción eficiente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ▶ Obtener la información teórica para el desarrollo del proyecto de investigación.
- ▶ Obtener la información técnica de los equipos a usarse para las respectivas mediciones.
- ▶ Efectuar una revisión técnica mecánica, mantenimiento preventivo y análisis de emisiones de gases contaminantes en prueba estática de los vehículos destinados a la realización de las pruebas.
- ▶ Elaborar el protocolo de pruebas para análisis de consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes de acuerdo al régimen del motor y tipo de conductor
- ▶ Acondicionar el escáner interfaz Elmscan 5 OBD II para la medición de consumo de combustible.
- ▶ Acondicionar el analizador de gases QROTECH QGA-6000 en el vehículo para la medición de gases contaminantes mediante pruebas en ciclo de conducción.
- ▶ Realizar las mediciones en un ciclo de conducción siguiendo la ruta establecida para las horas de práctica bajo los protocolos de la Escuela de Conducción Profesional Espe Latacunga.
- ▶ Analizar los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en la investigación.
- ▶ Establecer un protocolo de conducción eficiente para su uso en clases teóricas y prácticas de los alumnos de la Escuela de Conducción Profesional Espe Latacunga.

METAS

- ▶ Obtención de información teórica para el desarrollo del proyecto de investigación.
- ▶ Obtención de información técnica de los equipos a usarse para las respectivas mediciones.
- ▶ Revisión técnica mecánica, mantenimiento preventivo y análisis de emisiones de gases contaminantes en prueba estática de los vehículos destinados a la realización de las pruebas.
- ▶ Elaboración de protocolo de pruebas para análisis de consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes de acuerdo al régimen del motor y tipo de conductor.
- ▶ Acondicionamiento del escáner interfaz Elmscan 5 OBD II para la medición de consumo de combustible.
- ▶ Acondicionamiento del analizador de gases QROTECH QGA-6000 para la medición de gases contaminantes.
- ▶ Medición de consumo de combustible y emisiones contaminantes en un ciclo de conducción siguiendo la ruta establecida para las horas de práctica bajo los protocolos de la Escuela de Conducción Profesional Espe Latacunga.
- ▶ Elaboración de reporte final de resultados obtenidos de las pruebas realizadas en la investigación.
- ▶ Generación de protocolo de conducción eficiente para los estudiantes de la Escuela de Conducción Profesional ESPE Latacunga.

HIPÓTESIS

- ▶ El protocolo de conducción eficiente permitirá alcanzar una reducción de consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes para los vehículos a gasolina pertenecientes a la Escuela de Conducción Profesional ESPE Latacunga en el ciclo de conducción usado por los aspirantes a la obtención de la licencia profesional.

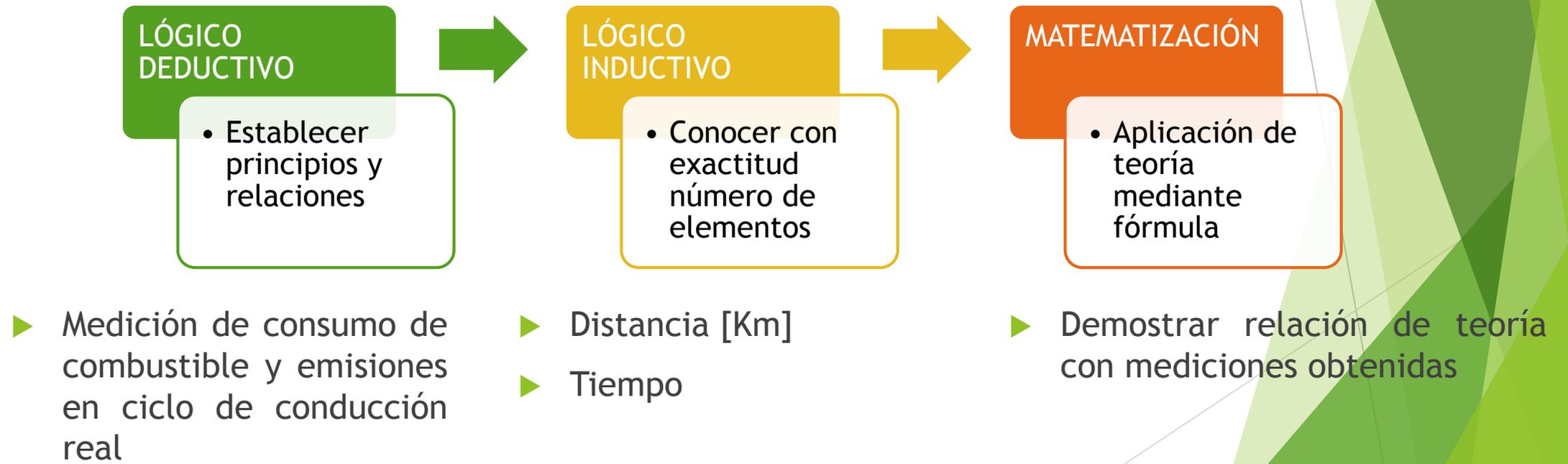
VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

- ▶ **Variable Independiente:** Protocolo de conducción eficiente.
- ▶ **Variable Dependiente:** Consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes de los automotores a gasolina.

METODOLOGÍA

3 Fases:

- ▶ Elaboración de Protocolo de Pruebas.
- ▶ Pruebas en ciclo de conducción.
- ▶ Análisis de resultados.



DE MEDICIÓN

- Generar información y datos numéricos



EXPERIMENTAL

- Crear condiciones necesarias para realización



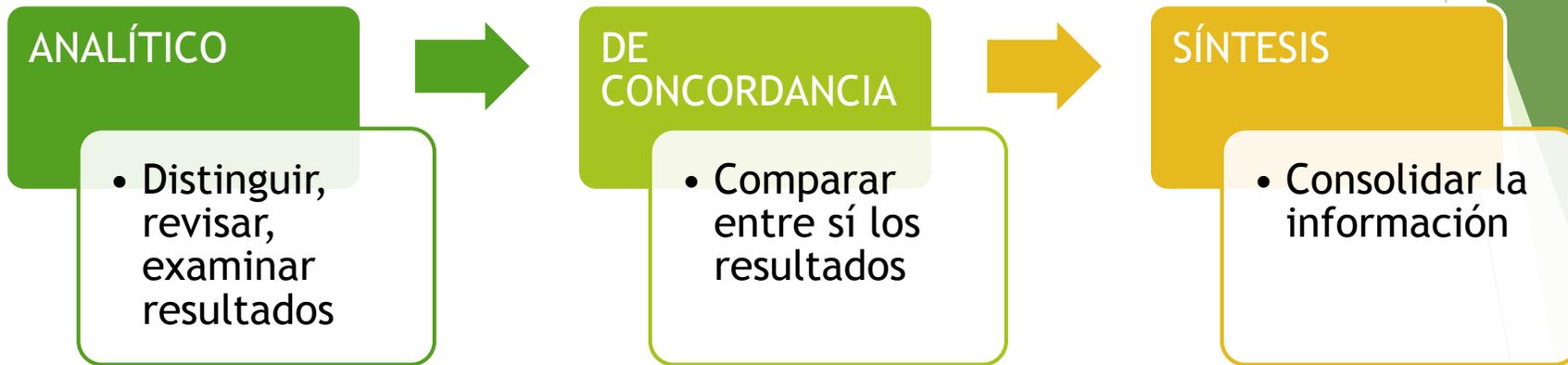
OBSERVACIONAL SISTEMATIZADO

- Controlar y registrar cambios de entorno

- ▶ Cantidad de combustible consumido en [lt]
- ▶ Concentración de gases contaminantes promedio

- ▶ Criterio de cambio de marcha a 2000 y 4000 RPM
- ▶ Nivel de experiencia de conductor

- ▶ Ruta de ciclo de conducción fija y única.
- ▶ Registro de operación del vehículo mediante cámaras de video e interfaz OBD II



- ▶ Examinando valores de consumo en cantidad total
- ▶ Emisiones contaminantes en cantidad promedio, mínimo y máxima
- ▶ Relación de info con operación del automotor

- ▶ Señalar diferencias entre criterios de estudio
- ▶ Cambio de marcha a distinta RPM
- ▶ Nivel de experiencia

- ▶ Conclusión respaldada con evidencia gráfica y las magnitudes registradas durante la ejecución de las pruebas.
- ▶ Generar el protocolo de conducción eficiente

2.MARCO TEÓRICO CONDUCCIÓN EFICIENTE

- ▶ Qué es EFICIENCIA?
- ▶ Menor cantidad de recursos posibles.

- ▶ CONDUCCIÓN?
- ▶ Control voluntario de trayectoria y velocidad de un vehículo.

- ▶ CONDUCCIÓN EFICIENTE
- ▶ Alcanzar una reducción en el consumo de combustible
- ▶ Reducción de emisiones contaminantes



BENEFICIOS

- ▶ Incremento de seguridad vial
- ▶ Economía
- ▶ Medio ambiente
- ▶ Social



TÉCNICAS DE CONDUCCIÓN EFICIENTE PARA AHORRO DE COMBUSTIBLE

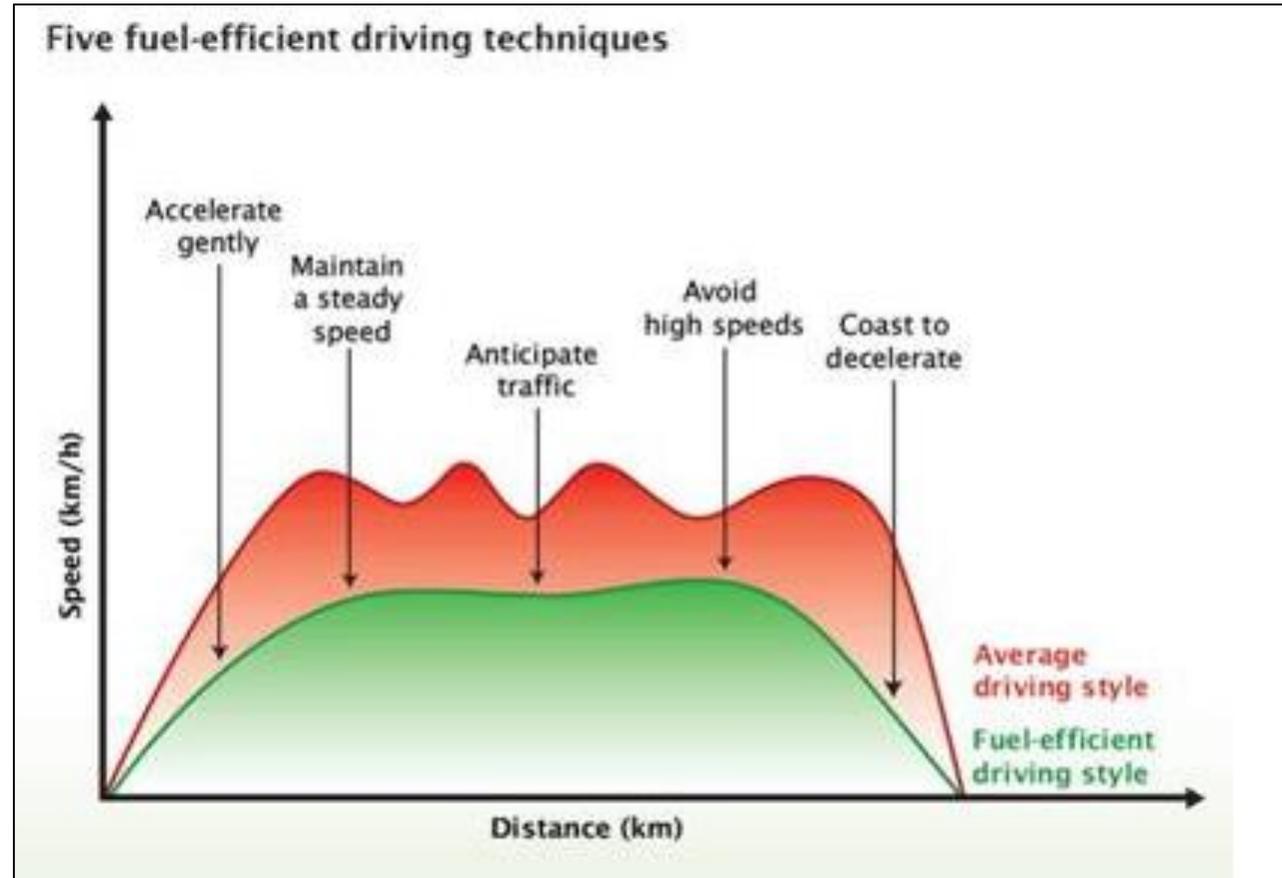
► 5 PRINCIPIOS BÁSICOS

1. Acelerar gentilmente
2. Mantener una velocidad constante
3. Anticipar el tráfico
4. Evitar altas velocidades
5. Deslizamiento libre para desacelerar



Fuente: (Natural Resources Canada, 2016)

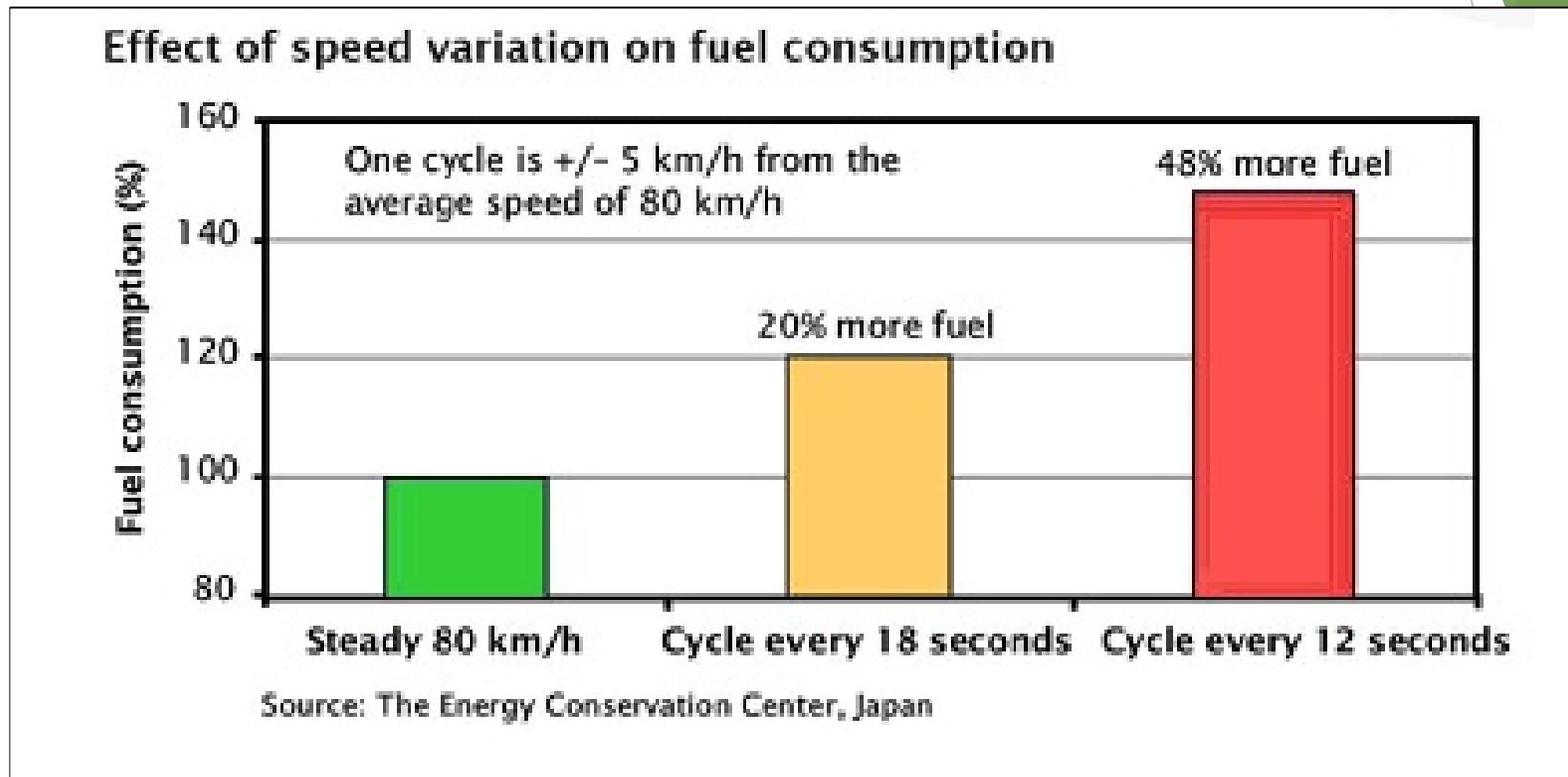
Acelerar gentilmente



- ▶ Mientras más brusca sea la aceleración, mayor será el combustible consumido.
- ▶ Tomar 5 segundos para acelerar el vehículo hasta 20 km/h desde una parada.
- ▶ Si se conduce un vehículo a gasolina con transmisión manual, se debe usar una moderada posición del acelerador y cambiar de marcha entre 2000 y 2500 revoluciones por minuto.

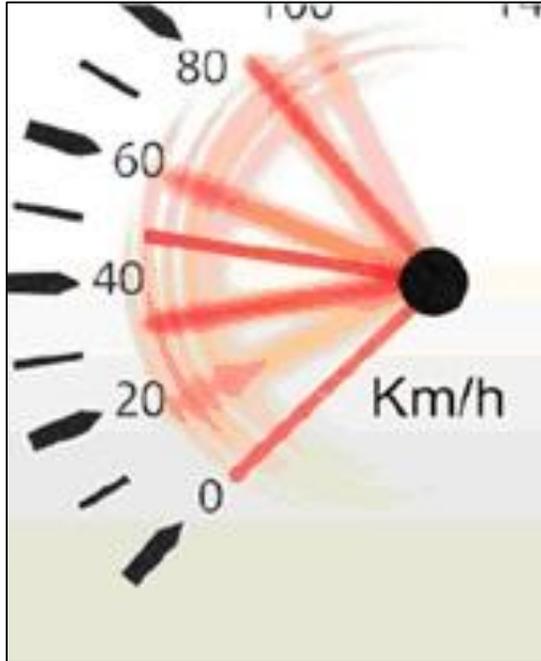
Fuente: (Natural Resources Canada, 2016)

Mantener una velocidad constante



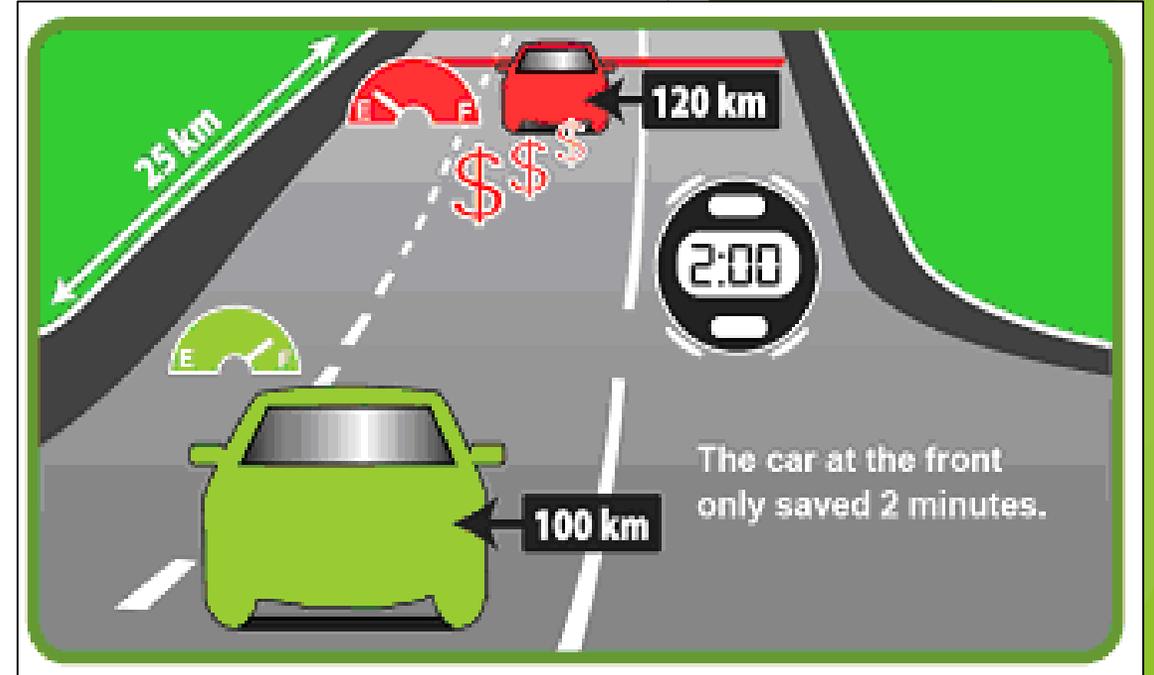
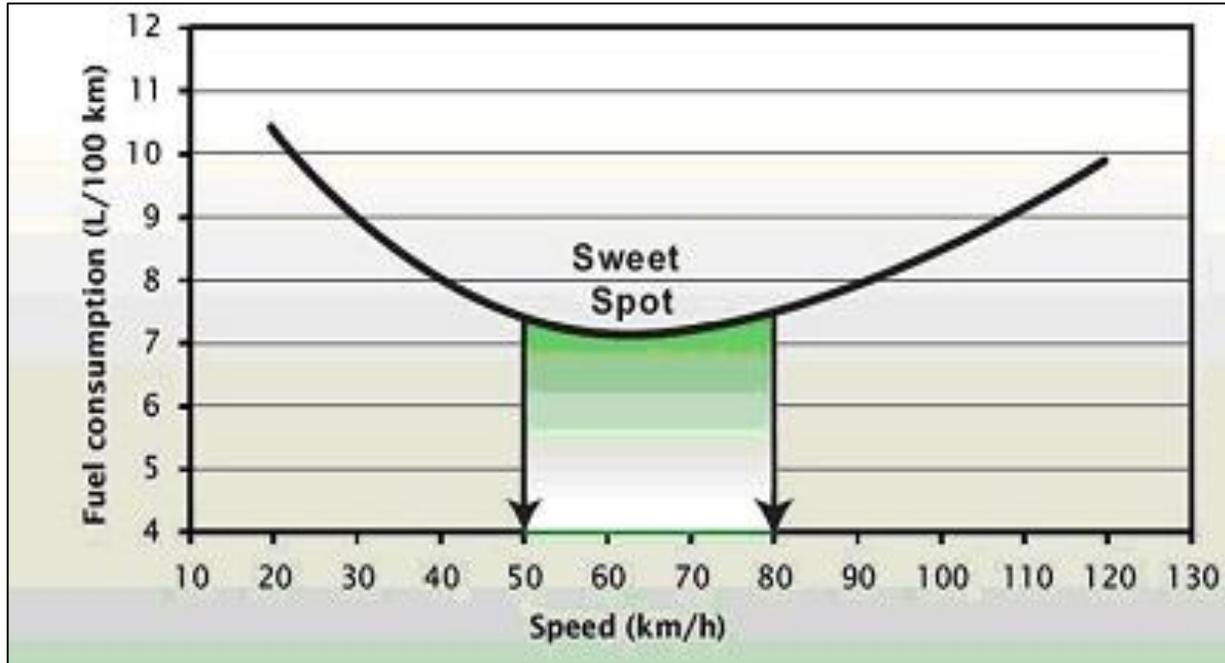
- ▶ Ser consistente es la clave.
- ▶ Incrementos involuntarios de velocidad y aceleraciones bruscas afectan el consumo y la billetera.
- ▶ Pruebas han demostrado que al variar la velocidad de baja a alta entre 75 km/h y 85 km/h cada 18 segundos puede incrementar el consumo de combustible hasta 20 %.

Anticipar el tráfico



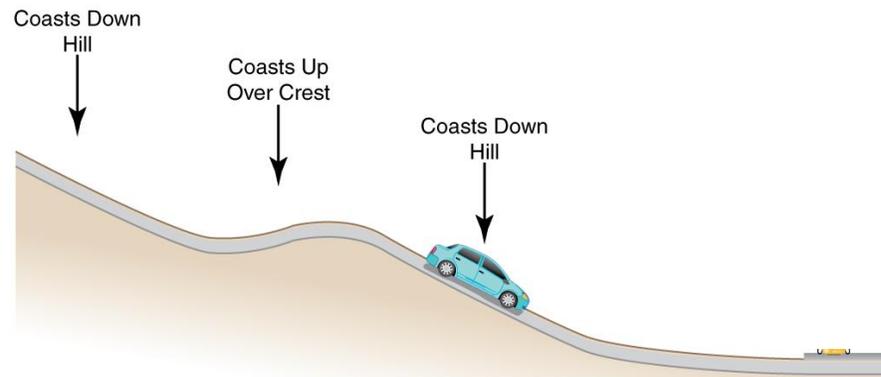
- ▶ Planificar todas las maniobras con anticipación para mantener el momento del vehículo.
- ▶ Mantenerse alerta del camino para anticipar bloqueos en el camino.
- ▶ Monitorear el movimiento de peatones y otros vehículos.
- ▶ Permite mantener una velocidad constante el mayor tiempo posible.

Evitar altas velocidades



- ▶ Prestar atención a límites de velocidad.
- ▶ La mayoría de automóviles, vans, SUVs y camionetas operan de forma más eficiente a velocidades entre 50 y 80 km/h.
- ▶ A 120 km/h, se consume alrededor de 20% más combustible que al circular a 100 km/h con 2 minutos de ahorro en tiempo.

Deslizamiento libre para desacelerar



- ▶ Un conductor necesita frenar muy frecuentemente para lograr que su vehículo se detenga por completo.
- ▶ Al anticipar el tráfico tan pronto como sea posible, se puede disminuir la velocidad conservando el combustible y ahorrando dinero tan solo con retirar el pie del acelerador.
- ▶ Mayoría de vehículos cortan el flujo de combustible cuando el acelerador es soltado por completo.

Fuente: (Natural Resources Canada, 2016)

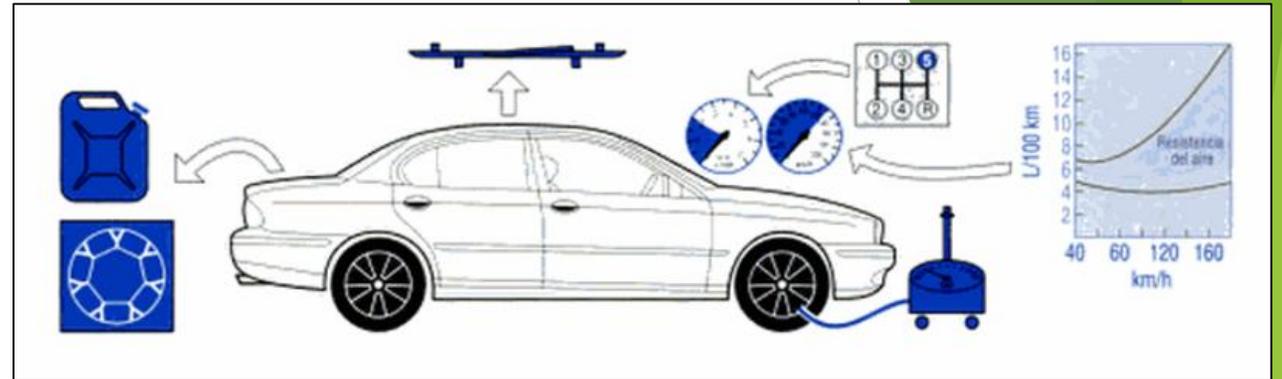
Influencias positivas en el consumo de combustible

- ▶ Presión de inflado de los neumáticos: (ahorro aproximado, 5%).
- ▶ Acelerar con alta carga y bajo número de revoluciones, cambiar de marcha superior a 2000 RPM.
- ▶ Conducir con la marcha más alta posible: También a números de revoluciones inferiores a 2000 RPM se puede conducir con plena carga.
- ▶ Evitar frenar y acelerar de nuevo, conduciendo de modo previsor.
- ▶ Aprovechar el corte de la alimentación de combustible en marcha por empuje.
- ▶ Parar el motor en largas fases de detención, p. ej. delante de semáforos con largas fases en rojo o barreras de paso de nivel cerradas (en 3 minutos de marcha en ralentí se consume tanto combustible como en 1 Km de recorrido)
- ▶ Empleo de aceites de motor de marcha suave (ahorro aproximado de 2 % según indicación de productores)



Influencias negativas en el consumo de combustible

- ▶ Peso elevado de vehículo a causa de carga inútil p. ej. En el maletero (adicionalmente aprox. 0,3 l/100 Km)
- ▶ Alta velocidad de marcha
- ▶ Elevada resistencia al aire a causa de portaequipajes de techo
- ▶ Consumidores eléctricos adicionales p. ej. Calefacción de la luneta trasera, faros antiniebla (aprox. 1 l/1 kW)
- ▶ Filtro de aire obturado por suciedad, y bujías de encendido quemadas (observar los intervalos de cambio) (Bosch R. G., 2003)



Consumo de combustible

- ▶ Aspecto más importante para la comunidad científica y sociedad en general.
- ▶ Influencia directa en la economía del usuario.
- ▶ Cantidades se expresan en [Km/gal] o [lt/100 Km]
- ▶ Consumo en carretera
- ▶ Urbano
- ▶ Mixto



Emisiones de gases contaminantes

► Combustión completa



Ecuación 1 Reacción química completa de gasolina y aire

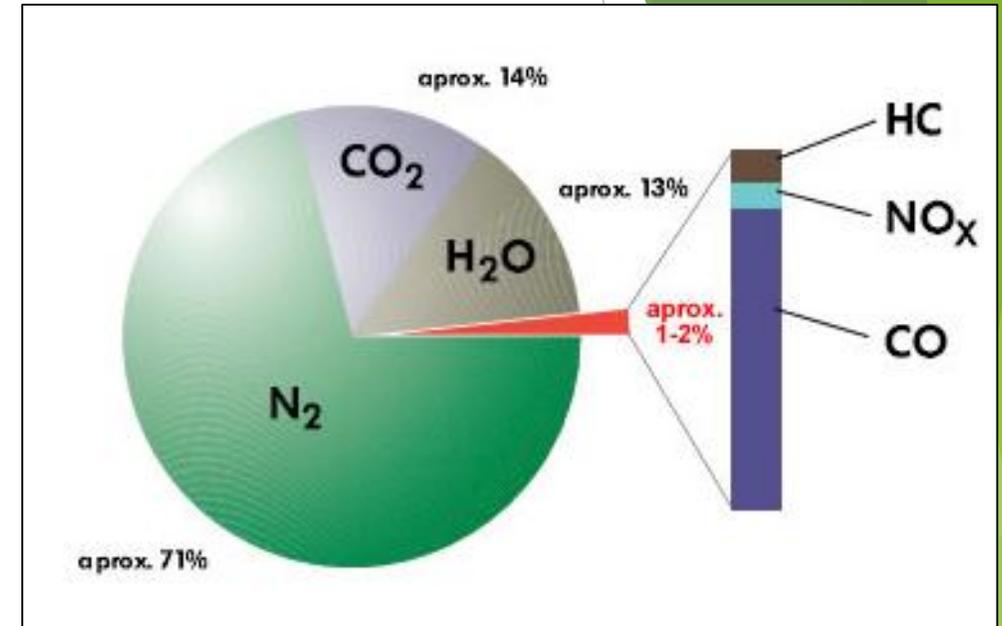
Fuente: (Bosch R. G., 2005)

► Combustión Incompleta



Ecuación 2 Reacción química incompleta de gasolina y aire

Fuente: (Bosch R. G., 2005)



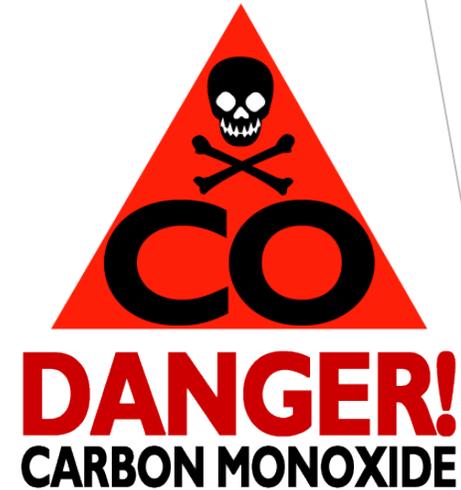
Productos derivados de la combustión

Monóxido de carbono (CO)

- ▶ Incoloro, inodoro, insípido.
- ▶ Combina fácilmente con O₂- CO₂
- ▶ Reduce absorción de O₂ en el cuerpo (0,3 %/30 min).
- ▶ Nivel normal motor funcionando (Ralentí: 0,5%)

Dióxido de carbono (CO₂)

- ▶ Componente natural del aire.
- ▶ Causante de efecto invernadero.
- ▶ Cantidad liberada directamente proporcional al consumo de combustible.
- ▶ Nivel normal motor funcionando (Ralentí: 12-15%)



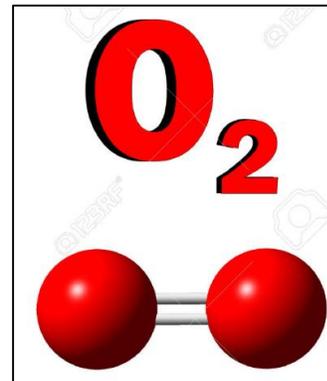
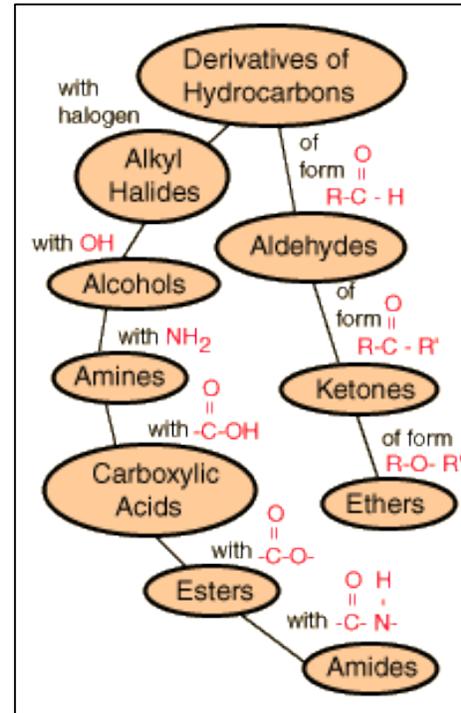
Productos derivados de la combustión

Hidrocarburos (HC)

- ▶ Indica mezcla no oxidada
- ▶ Cancerígeno
- ▶ Nivel normal motor funcionando (Ralentí: 50 ppm)

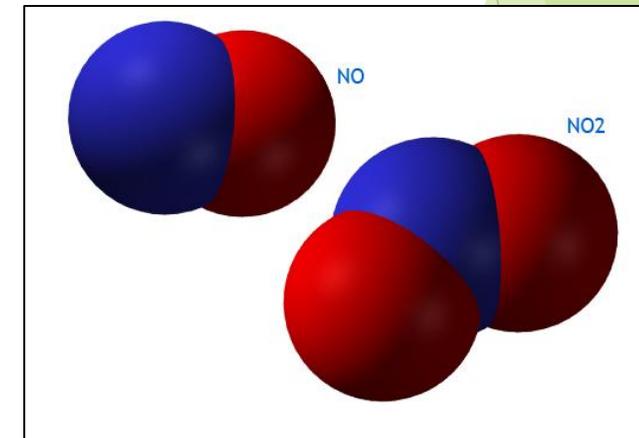
Oxígeno (O₂)

- ▶ Comburente
- ▶ Indica exceso de aire
- ▶ Nivel normal motor funcionando (Ralentí: 0,5%)



Óxidos de Nitrógeno (NO_x)

- ▶ NO: Incoloro, insaboro e inodoro.
- ▶ NO₂: Rojizo, ácido e irritante.
- ▶ Tóxico para salud humana
- ▶ Nivel normal motor funcionando (Ralentí: 100 ppm)

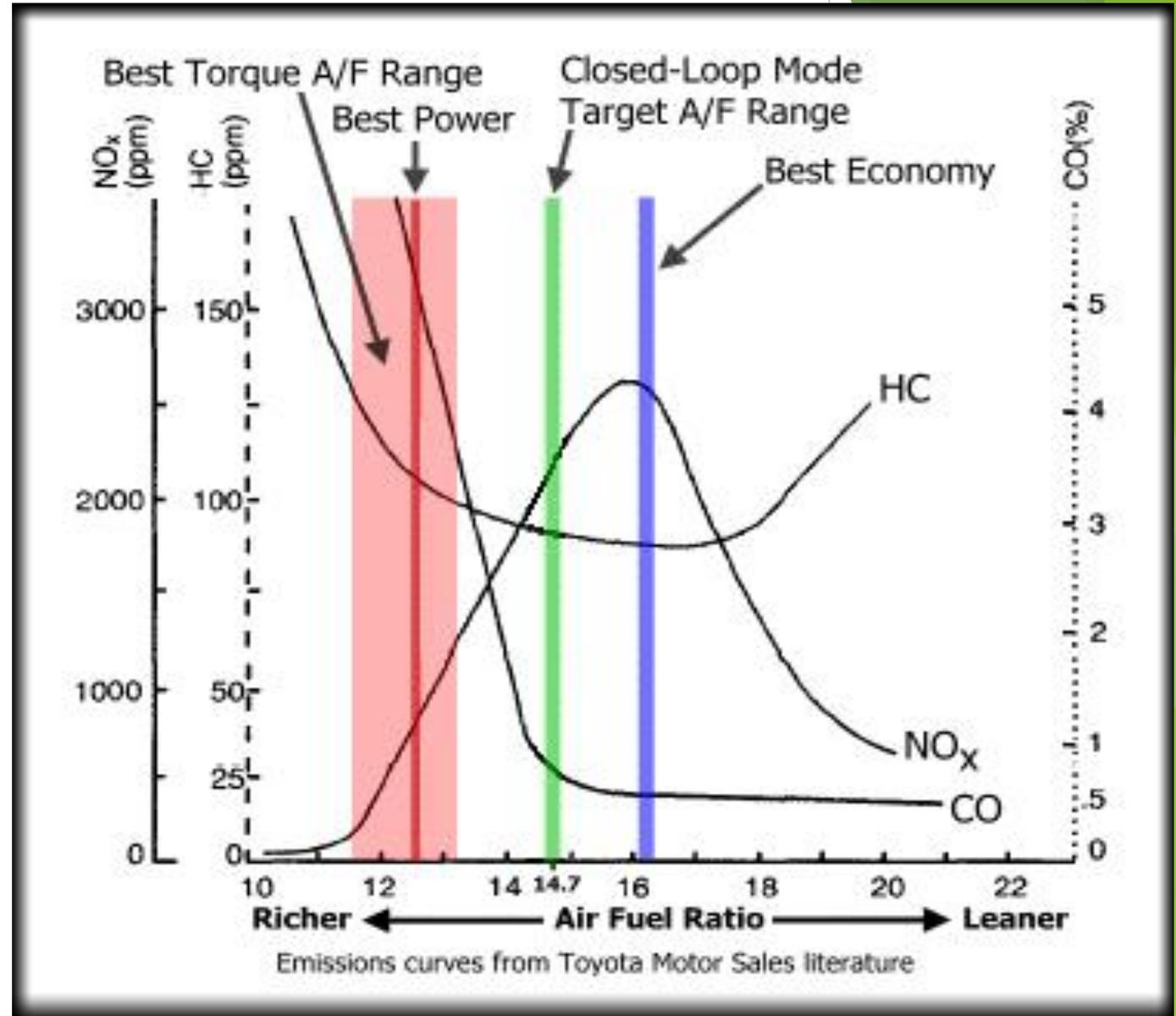


Relación aire-combustible/emisiones

- ▶ Relación estequiométrica:
- ▶ 1 kg combustible/14,7 kg de aire
- ▶ Menor a 1 = mezcla rica
- ▶ Mayor a 1 = Mezcla pobre

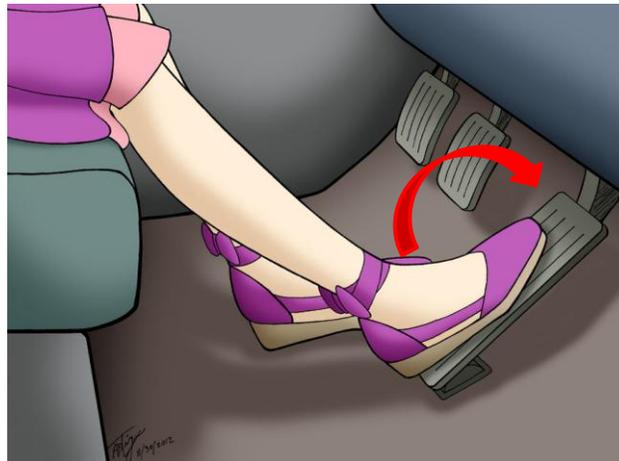
$$\lambda = \frac{\text{masa de aire suministrada}}{\text{masa de aire teórica}}$$

Ecuación 3 Lambda o relación aire combustible
Fuente: (Bosch R. G., 2003)



Carga calculada del motor (Engine load)

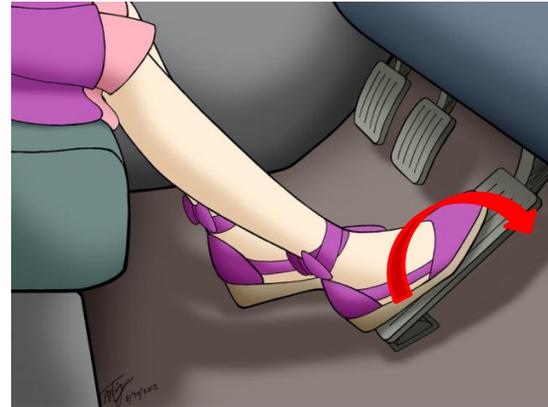
- ▶ Resistencia mecánica externa que actúa en un motor - medida de la cantidad de trabajo que el conductor requiere del motor para vencer dicha resistencia.
- ▶ Se debe considerar también otros factores que intervienen como son la velocidad del motor en [rpm], la velocidad del vehículo en [km/h], la apertura de la mariposa del acelerador y la presión absoluta del múltiple de admisión [KPa].



V=0 Km/h
En equilibrio/reposo

CARGA
INDEFINIDA

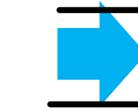
Carga calculada del motor (Engine load)



V=Aumenta/5 Km/h
Inicia movimiento



CARGA
AUMENTA/30%



V=Aumenta/60 Km/h
Más energía requerida



CARGA
AUMENTA/70%

Carga calculada del motor (Engine load)

$$\text{Engine Load} = \frac{\text{Current Airflow}}{\text{Max Airflow at WOT@STP}(rpm) * \frac{\text{Baro}}{29,92} * \sqrt{\frac{298}{T_{amb} + 273}}}$$

Ecuación 4 Carga calculada de motor

Fuente: (SAE, 2006)

Donde:

Engine Load: Carga de motor en porcentaje [%].

Current Airflow: Flujo de aire actual.

Max Airflow at WOT (rpm): Flujo de aire máximo con la mariposa de aceleración completamente abierta en función del régimen de motor.

STP: Temperatura y presión estándar: 25 °C y 29,92 in Hg barométrica.

Baro: Presión atmosférica en pulgadas de mercurio [inHg]

Tamb: Temperatura ambiente en °C

- ▶ La cantidad de energía referida en los párrafos anteriores no es más que el torque que el motor genera a medida que se acelera.
- ▶ Es decir la carga que el conductor genera cuando presiona el pedal del acelerador.
- ▶ Por lo tanto la carga es la comparación del torque calculado en función de la presión absoluta del múltiple de admisión, velocidad del motor y apertura de la mariposa de aceleración.
- ▶ Es adimensional que solo se expresa en porcentaje y se describe por la siguiente fórmula:

- ▶ Características del valor de carga calculado del motor:
- ▶ Indica el porcentaje de torque pico disponible durante operación normal sin fallas.
- ▶ Esta linealmente correlacionado con el vacío del motor.
- ▶ Usado para gestionar enriquecimiento de energía (SAE, 2006)

Gestión de relación aire combustible por sensor de oxígeno

Ciclo cerrado (Closed Loop)

- ▶ Control mezcla **solo** por señal de **sonda lambda**.

Condiciones:

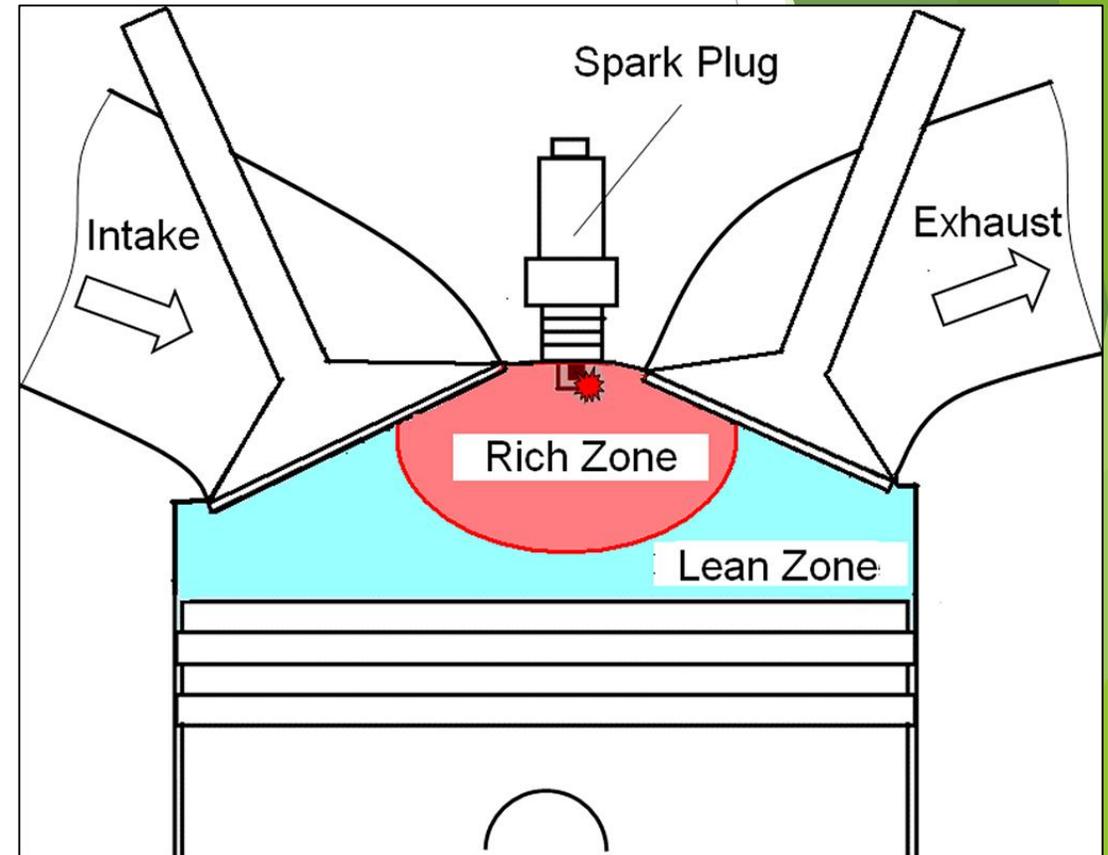
- ▶ Durante ralentí:
- ▶ Motor no está sobre demanda de carga, aparte de mantenerse encendido.
- ▶ Durante condiciones de carga parcial:
- ▶ Velocidad crucero.
- ▶ Motor mantiene el automóvil a una velocidad constante.

Ciclo abierto (Open Loop)

- ▶ Control mezcla por señal de **ECT y MAP**
- ▶ Durante aceleración:
- ▶ Motor enriquece la mezcla aire combustible para evitar incertidumbre y proveer potencia extra.
- ▶ Durante desaceleración:
- ▶ Frenado de motor.
- ▶ ECU corta el suministro de combustible por completo para ayudar a la economía.
- ▶ Encendido en frío:
- ▶ Motor bajo mezcla rica para obtener un encendido rápido y alcanzar la temperatura de funcionamiento adecuada de aproximadamente 80°C. Después de esto se continúa con la operación normal.

Influencia de factores en la emisión de contaminantes

- ▶ Relación aire combustible
- ▶ ECU gestiona $\lambda=1$ para obtener máxima reducción de emisiones sin perjuicio en consumo y economía
- ▶ Mezcla homogénea e inyección directa:
- ▶ Demanda de alto torque y alto régimen motor
- ▶ $\lambda \Rightarrow 1$ (Valores inmediatos superiores)



Fuente: (BOSCH/Konrad, 2014)
(Bai, Wang, Wang, Shuai, 2012)

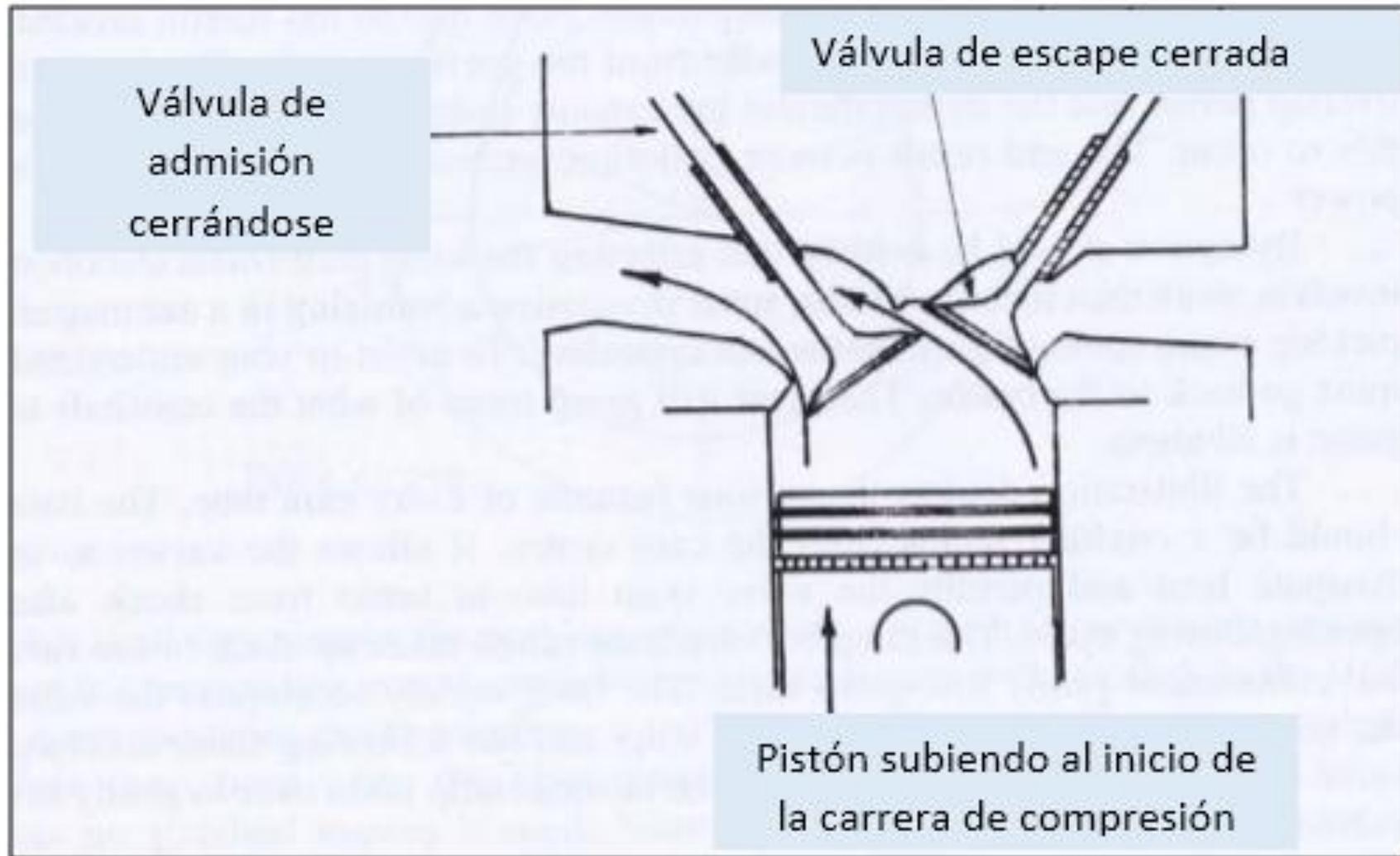
Numero de revoluciones / Régimen motor

- ▶ Alta velocidad de motor produce mayor pérdida por fricción.
- ▶ Incremento en consumo de potencia por sistemas auxiliares p. ej. Bomba de agua.
- ▶ Entrega de potencia por unidad de energía consumida disminuye.
- ▶ Eficiencia de operación de motor disminuye a medida que régimen de motor aumenta.



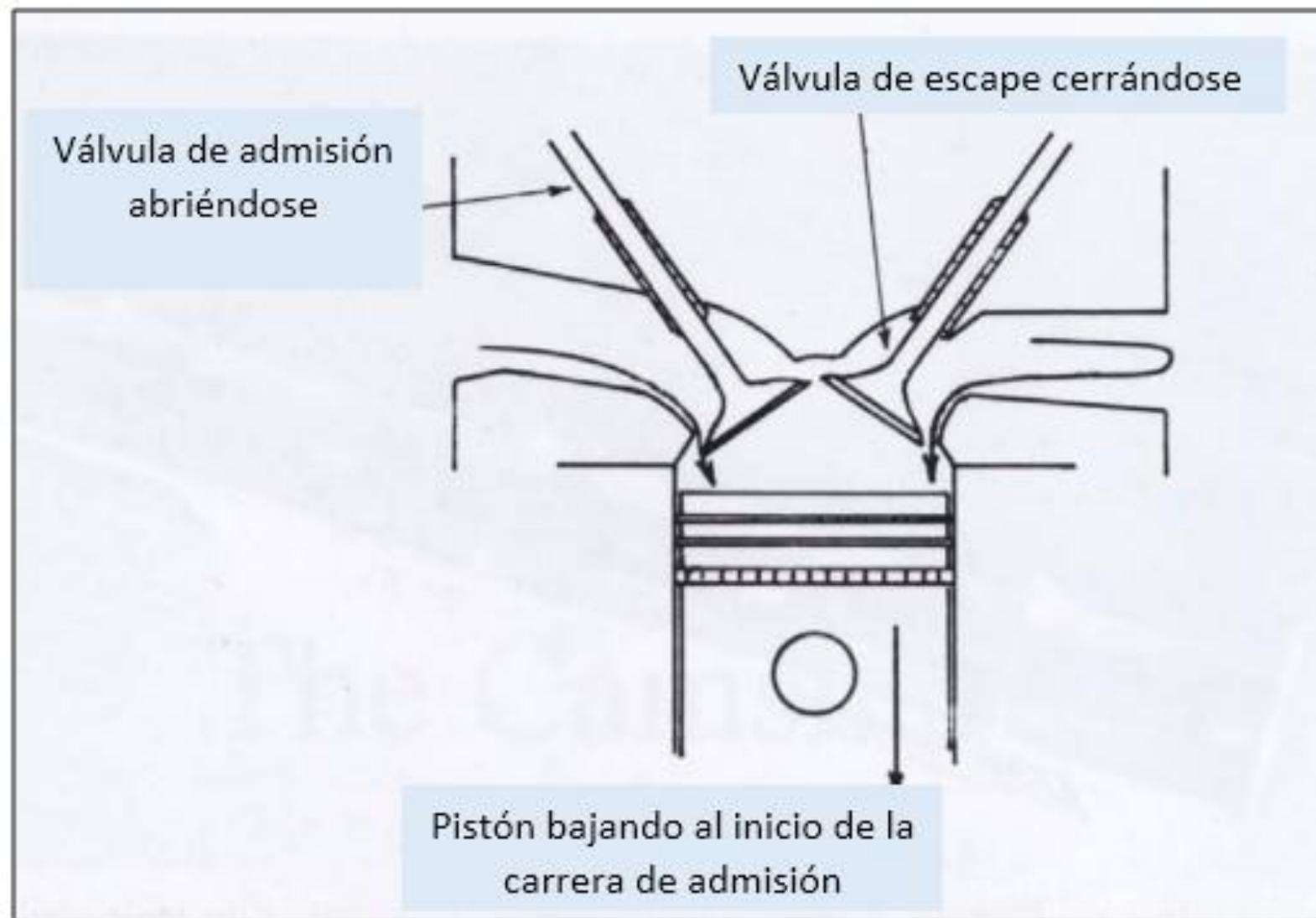
Reflujo de admisión (2000-3000 RPM)

V ↓
 p ↓
 T ↓
 ρ ↑
RCA ↑



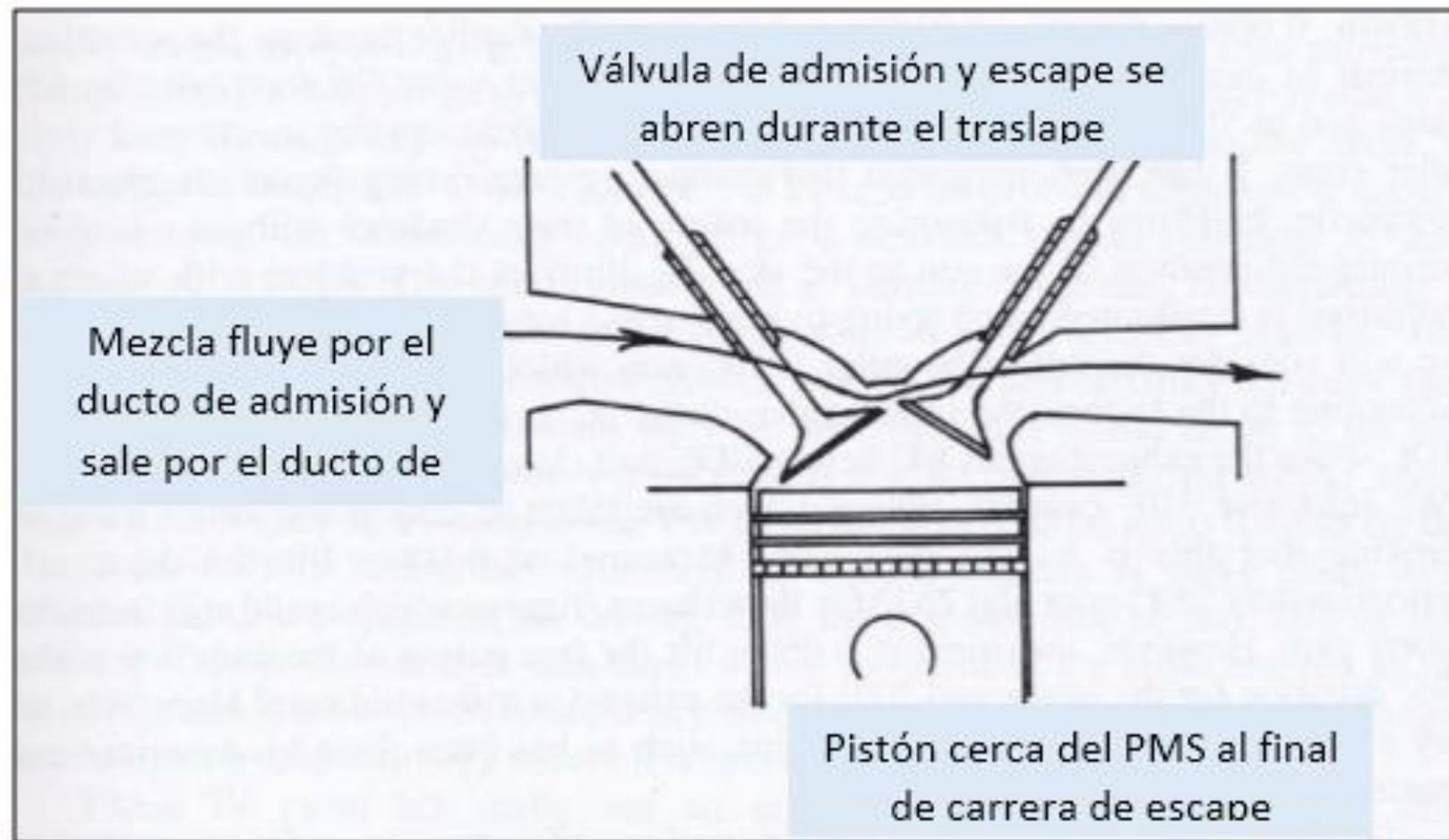
Reflujo de escape (2000-3000 RPM)

V ↑
 I ↓
 T ↑
 ρ ↓
RCE ↑



Cortocircuito o Barrido de gases en traslape de válvulas (4000 RPM o +)

- V ↑
- I ↑
- T ↑
- ρ ↓
- Cruce ↑
- Ef. escape ↑



Tipos de conductores

- ▶ Para conducir se requiere de técnica y experiencia.
- ▶ Pero estas cualidades no se adquieren simplemente por tener un vehículo.
- ▶ A más de eso, se requiere de tiempo y de práctica. Debido a ello es muy común que en las calles de la ciudad veamos a distintos tipos de conductores de autos.
- ▶ Si bien se suele apodarar a estos perfiles de conductores dentro del léxico popular como los 'lentos', 'abusivos' o 'imprudentes', la realidad no escapa de sus características.
- ▶ En el país no existen estudios sobre los perfiles psicológicos de los conductores.

- ▶ Según Gorky Obando, Gerente General de Aneta (en entrevista para diario El Comercio), existen cuatro tipos de conductores en Ecuador:



Tipos de conductores

Los agresivos:

- ▶ No controlan sus emociones
- ▶ Pita a cada momento
- ▶ Rebasa sin cuidado
- ▶ Alta velocidad de circulación

Los descuidados:

- ▶ Nuevos al volante
- ▶ No coordinan de forma correcta el hacer los cambios y visualizar el camino
- ▶ Descuidan su conducción

Los defensivos:

- ▶ Precavidos
- ▶ Toman precauciones para no cometer infracciones
- ▶ Atentos y seguros



Tipos de conductores

- ▶ Al tomar en cuenta estos rasgos y tipos de comportamiento frente al volante, se puede englobar estas características en función del nivel de la experiencia del conductor y se definen dos tipos de conductores los cuales a su vez son sometidos al estudio planteado:

NIVEL ESTUDIANTE

- ▶ El conductor de nivel estudiante es aquel que llega a la institución con una serie de hábitos y características que fomentan un comportamiento de impericia que representa un riesgo para sí mismo y para los demás actores del tránsito. Este conductor no posee un entendimiento pleno de las repercusiones de su forma de conducir en la economía de combustible e incluso a la integridad del automotor desde el punto de vista de incremento de desgaste de partes y piezas innecesario. Este tipo de conductor hace referencia al conductor cotidiano que se pueden encontrar en el tránsito común y corriente de cualquier ciudad del país.

Nivel estudiante

Estos hábitos y características son:

- ▶ Aceleración brusca: Presiona el pedal del acelerador hasta el fondo en todo arranque desde que el vehículo está parado.
 - ▶ Alta velocidad de circulación en tramos urbanos: Rebasa obstáculos maniobrando de forma agresiva e intimidante para ganar posición en la calzada
 - ▶ Cambio de marcha a régimen de motor aleatorio por percepción auditiva: Realiza los cambios con el selector de velocidad de forma más rápida y recurrente para alcanzar altas velocidades lo más pronto posible.
 - ▶ Realiza maniobras y cambios de dirección súbitos.
- ▶ Frena de manera brusca y más frecuente como resultado de encontrar “obstáculos” en su camino por la alta velocidad de circulación.
 - ▶ No cede preferencia en cruce de peatones u otros vehículos.
 - ▶ Mantiene el pie izquierdo sobre el pedal de embrague.
 - ▶ Mantiene el pedal de embrague presionado cuando se detiene por completo sin cambiar la palanca de cambios a la posición Neutro.
 - ▶ Mantiene la mano derecha sobre la palanca de cambios.
 - ▶ No usa señalización para prevenir cambios de carril o sentido.



Nivel profesional

NIVEL PROFESIONAL

- ▶ El conductor de nivel profesional es el instructor de la Escuela de Conducción ESPE Latacunga, que cuenta con una licencia de conducir tipo E. Está plenamente capacitado para instruir a los estudiantes con criterios básicos de conducción segura, además que conoce a breves rasgos la influencia del estilo de conducción en el consumo de combustible y ciertos hábitos que pueden incrementar el desgaste de partes mecánicas del automotor. En adición, ha recibido entrenamiento en técnicas, procedimiento y metodología de conducción gracias a la capacitación constante otorgada a los profesores e instructores miembros de la institución. Se puede decir que es una forma de conducción totalmente opuesta a la de nivel estudiante.

Nivel profesional

Las características que definen a este conductor son:

- ▶ Aceleración progresiva: Presiona el pedal del acelerador de forma suave y moderada, sin llegar hasta el fondo en todo arranque desde que el vehículo está parado.
- ▶ Baja velocidad de circulación en tramos urbanos: Mantiene el carril derecho a todo momento y rebasa solo cuando el vehículo que está en frente transita a una velocidad muy inferior a la que se desplaza el conductor.
- ▶ Cambios de marcha a bajas revoluciones por minuto (2000 a 3000 RPM).



- ▶ Mantiene la palanca de cambios en una sola velocidad durante el mayor tiempo posible. Así logra mantener una velocidad constante durante el recorrido y también un régimen de motor reducido.
- ▶ Realiza maniobras y cambios de dirección de forma pausada y calculada.
- ▶ Frena de manera sutil y con previsión para reducir la velocidad y detenerse por completo.
- ▶ Cede preferencia de vía a peatones y otros vehículos.
- ▶ Usa la señalización respectiva para toda maniobra.



3.PROTOCOLO DE PRUEBAS

Generalidades

- ▶ Recolección de parámetros y aspectos necesarios a considerar
- ▶ Lineamientos y criterios básicos para realizar pruebas
- ▶ Obtener recolección de datos confiables
- ▶ Interpretación adecuada para análisis posterior

Ciclo de conducción

- ▶ Serie de condiciones fijas y puntuales.
- ▶ Reproducible y evalué el fenómeno en estudio
- ▶ Identificar las variables

Elementos

- ▶ Ruta
- ▶ Tiempo
- ▶ Vehículos
 - ▶ Parámetros de aprobación para uso
- ▶ Equipo de medición
- ▶ Captura de datos

RUTA

- ▶ Recorridos especialmente diseñados para disponer al conductor de ciertas características especiales.
- ▶ Para poner en práctica el conocimiento en las aulas.
- ▶ Para que el estudiante aprenda, desarrolle y distinga diferentes situaciones en tiempo real.
- ▶ Designada por el Director Pedagógico y Coordinador de Instructores de la Escuela de Conducción.

- ▶ Ruta MIXTA
- ▶ 3 tipos de tramo

- ▶ Urbano
- ▶ Perimetral
- ▶ Carretera

Distancia recorrida por tramo

TRAMO	DISTANCIA
Urbano	13,78 Km
Perimetral	6,82 Km
Carretera	4,95 Km
DISTANCIA TOTAL RECORRIDA	25,55 Km

Urbano

- ▶ Casquete urbano
- ▶ Límite de velocidad 50 Km/h
- ▶ Integrar al alumno al tráfico normal

Los factores que influyen la conducción en este tramo son:

- ▶ Arranques y paradas sucesivas por:
 - ▶ Semáforos.
 - ▶ Cruce de peatones.
- ▶ Sentido de preferencia de calles (Norte-Sur).
- ▶ Tránsito vehicular.
- ▶ Ascenso y descenso de cuestas o pendientes.



Perimetral

- ▶ Avenidas o autopistas que circundan o son vías de acceso a la ciudad
- ▶ Límite de velocidad: 80 Km/h
- ▶ Desarrollar estilo de conducción a velocidades moderadas



Carretera

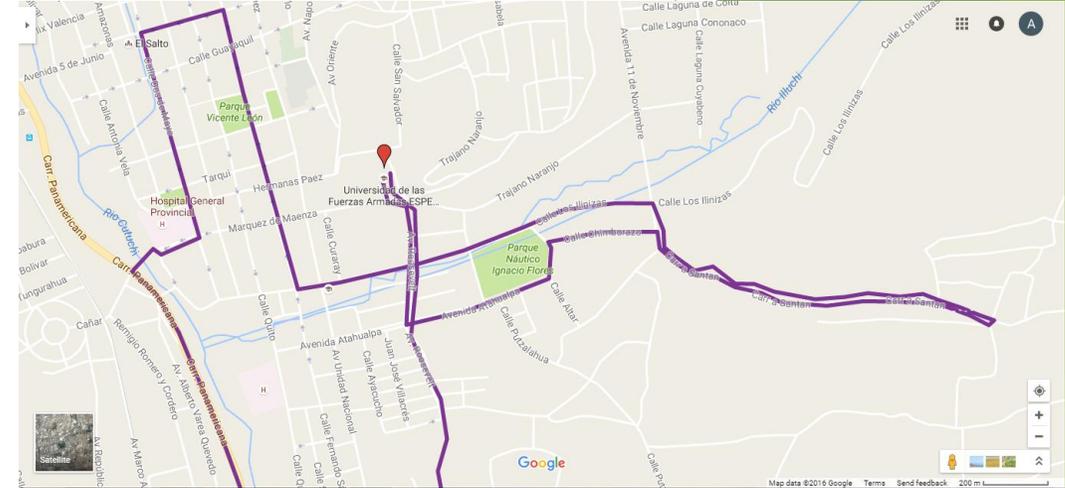
- ▶ Carreteras en zonas de ingreso o salida de la ciudad.
- ▶ Parte de la carretera Panamericana
- ▶ Límite de velocidad: 100 Km/h
- ▶ Desarrollar estilo de conducción a velocidades altas



Detalle de ruta e instrucciones

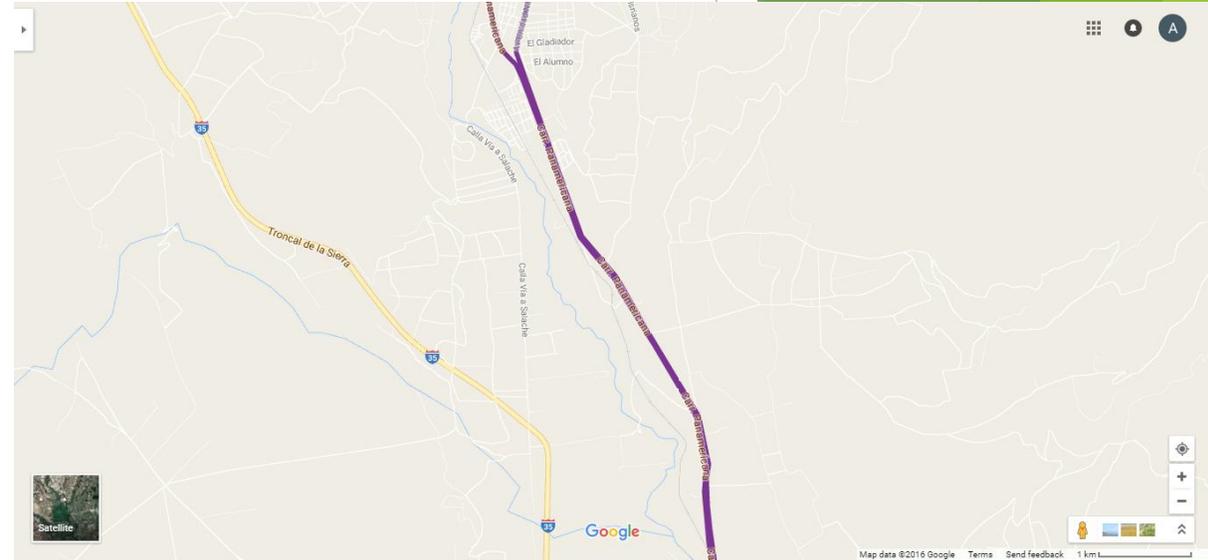
Detalle de ruta e instrucciones

DISTANCIA	DETALLE E INSTRUCCIONES	TRAMO
0,00	SALIDA ESPE CENTRO	Urbano
0,06	Giro izquierda hacia redondel	
0,10	Giro derecha Av. Roosevelt	
0,48	Giro izquierda Av. Atahualpa	
0,94	Giro izquierda Calle Caraihuayrazo	
1,05	Giro derecha Calle Chimborazo	
1,39	Giro derecha vía a Santán	
2,55	Giro en U desvío – Retorno	
2,81	Avance Av. 11 de noviembre y giro izquierda Calle Los Illinizas	
4,42	Avance Av. Rumiñahui	
4,97	Giro derecha Calle Fernando Sánchez de Orellana	
5,86	Giro izquierda Calle Juan Abel Echeverría	
6,12	Giro izquierda Calle 2 de Mayo	
6,76	Giro derecha Calle Marquez de Maenza	
6,89	Avance Calle Marquez de Maenza bajo carretera Panamericana Sur	
7,04	Giro izquierda hacia intersección con Panamericana Sur	
10,17	Avance Panamericana Sur hasta semáforo de Niagara.	



Detalle de ruta e instrucciones

13,09	Avance Panamericana Sur hasta semáforo entrada Belisario Quevedo	Perimetral
15,97	Avance Panamericana Sur hasta giro en U sector	Carretera
18,80	Retorno Panamericana Sur hasta semáforo entrada Belisario Quevedo	
21,73	Retorno Panamericana Sur hasta semáforo Niagara	Perimetral
21,98	Retorno desvío Av. Unidad Nacional	Urbano
23,90	Giro derecha Calle Gabriela Mistral	
24,11	Giro izquierda Av. Roosevelt	
25,38	Giro izquierda redondel	
25,55	LLEGADA ESPE CENTRO	



Tiempo

- ▶ El tiempo destinado para la realización de la investigación es el tiempo establecido por la Escuela de Conducción para la clase práctica, donde el estudiante y el instructor salen de la institución en el vehículo a gasolina destinado para este fin.

Distribución de tiempo en hora de clase práctica

LABOR	TIEMPO
Registro de entrada de estudiante.	15 minutos
Revisión previa de vehículo.	15 minutos
Conducción.	1 hora
Registro de salida de estudiante y preparación para siguiente hora práctica.	30 minutos
TIEMPO TOTAL	2 horas

Vehículos A Gasolina De La Escuela De Conducción

- ▶ La Escuela de Conducción Profesional ESPE Latacunga cuenta con vehículos a gasolina marca Chevrolet, con modelos Aveo Family y Sail respectivamente, los cuales son usados por los estudiantes aspirantes a la obtención de la licencia profesional en las horas de clase prácticas.



Ficha Técnica Vehículo Chevrolet Aveo Family

DATOS GENERALES	
Fabricante	Chevrolet
Modelo	Aveo Family STD
Año de Fabricación	2013
Categoría	Sedán - Familiar
VIN	-
Número de motor	-
Placa	XEA-807
Color	PLATA



ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Motor	Tipo	4 CIL SOHC	
	Posición	Delantera transversal	
	Cilindrada	1498 cc	
	Potencia	83 hp @5600 rpm	
	Torque	127,4 N.m @3000 rpm	
	Relación de compresión	9,5:1	
	Diámetro x Carrera	76,5 x 81,5 mm	
	Sistema de Inyección	MPFI	
	Válvulas por cilindro	2	
	Combustible	Gasolina	
	Sistema de encendido	DIS – Chispa perdida	
Transmisión	Tracción	Delantera	
	Tipo	Mecánica	
	Relación de transmisión	1.	3,545
		2.	1,952
		3.	1,276
		4.	0,971
		5.	0,763
Reversa	3,33		
Relación final de eje	3,944		
Dirección	Tipo	Piñón y cremallera	
	Asistencia	Hidráulica	

	Radio de giro	Mínimo	4,89 m
		Pared a pared	5,12 m
Suspensión	Delantera	Independiente McPherson	
	Trasera	Barra de torsión	
	Amortiguador	Gas	
Frenos	Tipo	Hidráulicos circuito cruzado	
	Delantero	Disco ventilado 256 mm	
	Trasero	Tambor 200 mm	
	Freno de mano	Mecánico sobre ruedas traseras	
Peso	Vacío	1040 kg	
	Bruto vehicular	1455 kg	
Llantas	185/60 R14		
Rines	5,5 Jx14"Acero		

Fuente: (Continental, 2016)

Ficha Técnica vehículo Chevrolet Sail

DATOS GENERALES					
Fabricante	Chevrolet				
Modelo	Sail				
Año de Fabricación	2013				
Categoría	Sedán - Familiar				
VIN	-				
Número de motor	-				
Placa	XEA-779				
Color	PLATA				
					
			ESPECIFICACIONES TECNICAS		
			Motor	Tipo	4 CIL DOHC
				Posición	Delantera transversal
				Cilindrada	1398 cc
				Potencia	102 hp@6000 rpm
				Torque	131,02 N.m @4200 rpm
				Relación de compresión	10,2:1
				Diámetro x Carrera	73,8 x 81,8 mm
				Sistema de Inyección	MPFI
Válvulas por cilindro	4				
Combustible	Gasolina				
Sistema de encendido	DIS - COP				
Transmisión	Tracción	Delantera			
	Tipo	Mecánica			
	Relación de transmisión	1.	3,727		
		2.	2,05		
		3.	1,323		

		4.	0,943
		5.	0,743
	Reversa	3,454	
	Relación final de eje	4,118	
	Dirección	Tipo	Piñón y cremallera
Asistencia		Hidráulica	
Radio de giro		Mínimo	4,89 m
		Pared a pared	5,12 m
Suspensión	Delantera	Independiente McPherson	
	Trasera	Barra de torsión	
	Amortiguador	Gas	
Frenos	Tipo	Hidráulicos circuito cruzado	
	Delantero	Disco ventilado	
	Trasero	Tambor	
	Freno de mano	Mecánico sobre ruedas traseras	
Peso	Vacío	1070 kg	
	Bruto Vehicular	1435 kg	
Llantas	175/65 R14		
Rines	5,5 Jx14"Acero		

Fuente: (Continental, 2016)

Parámetros de aprobación para el uso del vehículo en la investigación

- ▶ Esencial establecer criterios de aprobación para que el vehículo sea utilizado para la investigación.
 - ▶ Asegurar que los resultados y mediciones sean confiables y disminuya el margen de tergiversación por el estado mecánico del automotor.
 - ▶ Se establecen 3 etapas de aprobación
- ▶ 1. Revisión Técnica Mecánica y Mantenimiento Preventivo
 - ▶ 2. Revisión con Escáner OBD II
 - ▶ 3. Medición de gases contaminantes en prueba estática.
- ▶ Vehículo será usado en la investigación si solo cumple con las condiciones de cada etapa en el orden mencionado

Revisión técnica mecánica

- ▶ Revisión de principales sistemas del vehículo
- ▶ Elementos que tienen influencia directa en el correcto funcionamiento
- ▶ Mantenimiento preventivo
- ▶ Cambio de autopartes
- ▶ Emisión de informe técnico final

Puntos de revisión técnica

No.	Sistema o Elemento	Criterio
1	Nivel de fluido	Depósito de refrigerante.
2		Depósito de fluido hidráulico.
3		Depósito de líquido de frenos.
4		Lubricante.
5		Electrolito de batería.
6	Motor	Compresión
7		Vacío
8		Filtro de Aire
9		Filtro de combustible
10		Múltiple de admisión
11		Tubería de depurador
12		Múltiple de escape
13		Tubería de escape
14		Banda de accesorios
15		Radiador
16		Mangueras de refrigerante
		Medición de Presión de compresión en los 4 cilindros.
		Medición de Presión de vacío del motor.
		Estado general y/o cambio.
		Revisión general por fisuras, fugas, grietas.
		Revisión general por fisuras, grietas.

Revisión técnica mecánica

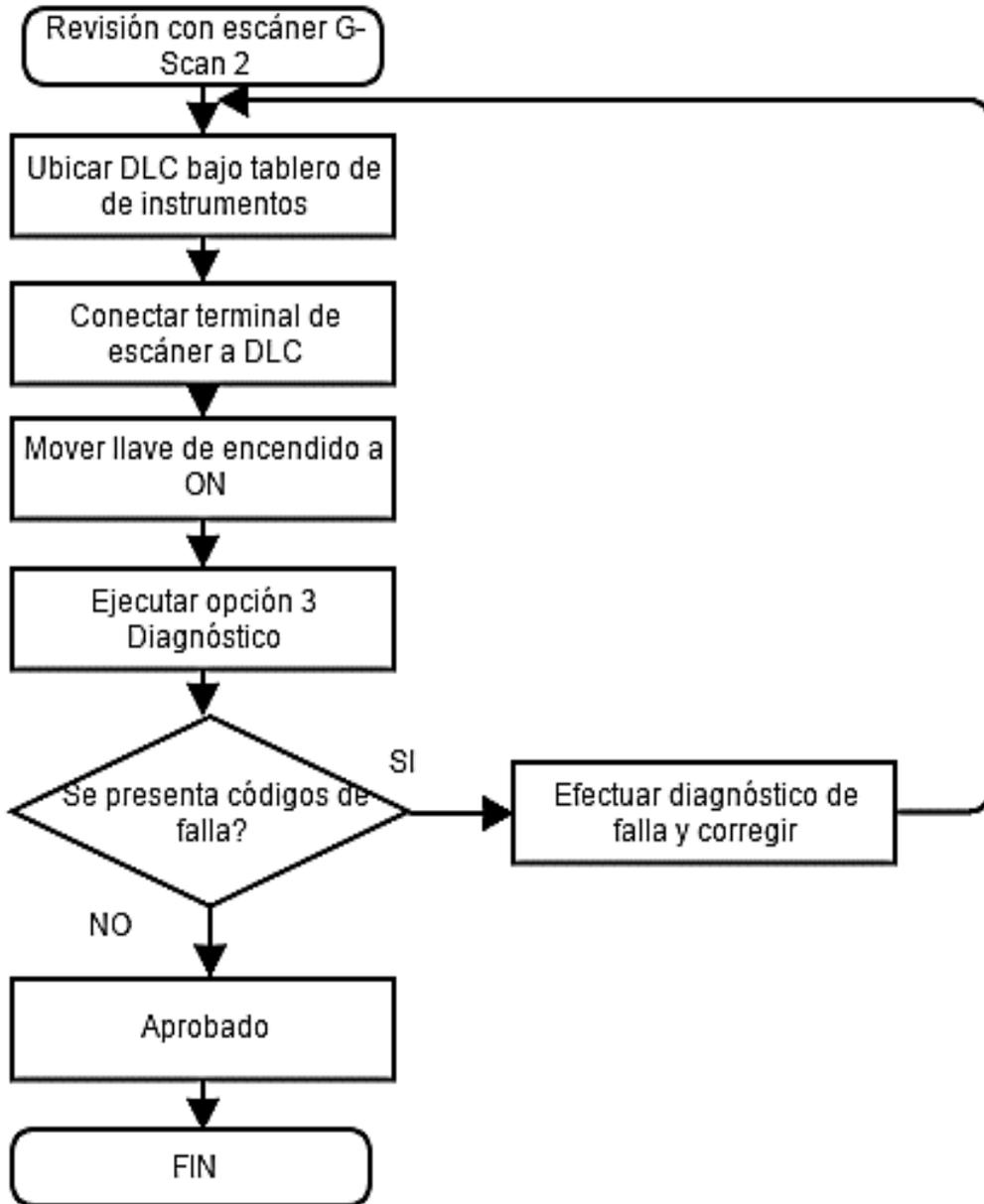
17	Sistema eléctrico	Batería	Medición de voltaje, nivel de electrolito.
18		Bujías	Estado general, calibración y limpieza.
19		Cables de bujías	Medición de resistencia y estado general
20		Fusibles	Estado general, medición de continuidad.
21	Suspensión y Dirección	Amortiguadores	Revisión general por fugas, golpes, fisuras.
22		Espirales	
23		Guardapolvos	Revisión general por cortes y roturas.
24		Mesas	Revisión general por golpes, fisuras.
25		Rótulas	
26		Varillaje dirección	Revisión general por deformaciones.
27	Llantas	Neumáticos	Revisión de estado general, medición de labrado, presión de aire.
28		Aros	Revisión general por golpes y deformaciones

Revisión con escáner OBD II

- ▶ Verificar que no existan códigos de falla
- ▶ G-Scan 2



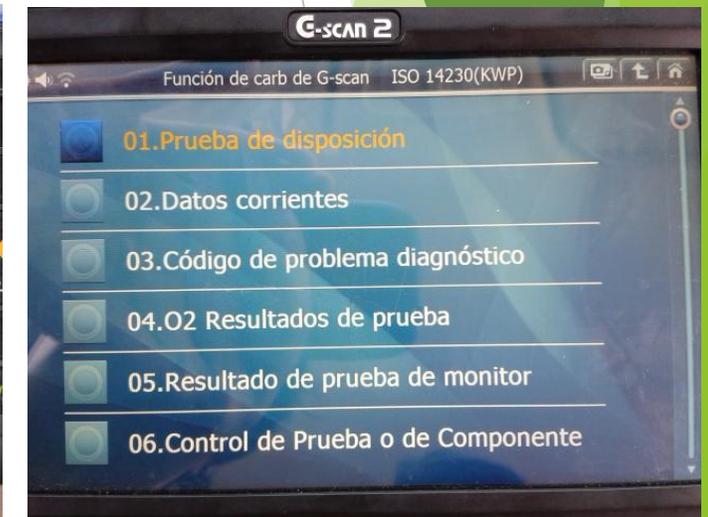
Procedimiento



AVEO



SAIL



Medición de emisiones contaminantes en prueba estática

- ▶ Medición en prueba estática
- ▶ Analizador Cartek (Laboratorio de Mecánica de Patio)
- ▶ 4 gases: CO, CO₂, HC y O₂



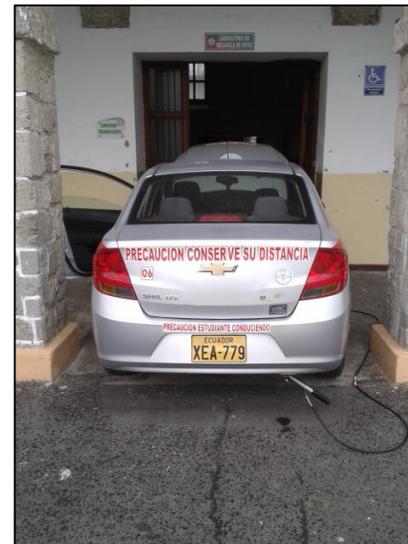
Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles terrestres con motor a gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)

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

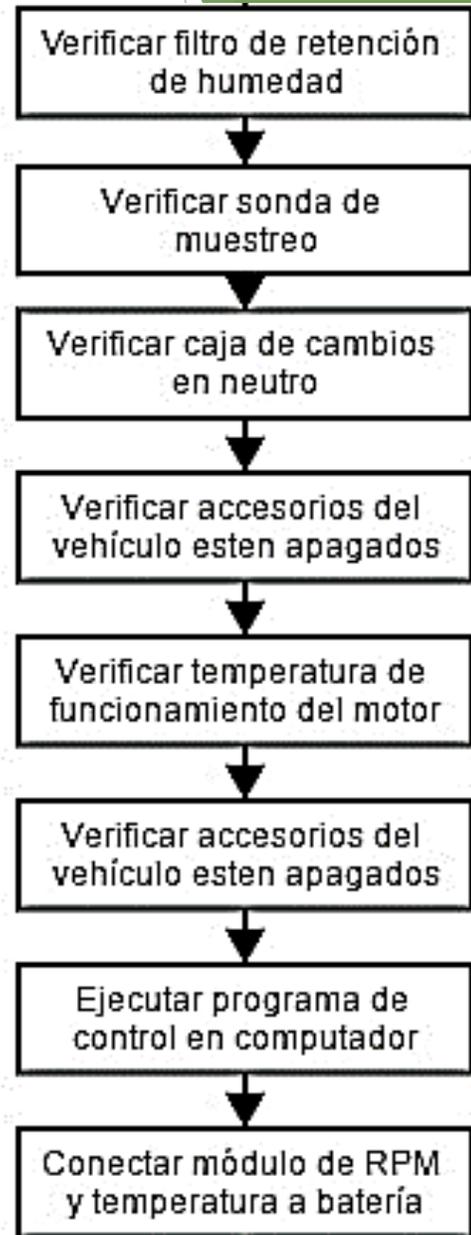
*Volumen

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

Fuente: (NTE INEN 2204, 2016)



Procedimiento



Procedimiento

ESPE 22/02/2014 12:08:05

CODIGO DEL CENTRO: 0000 RESOLUCION: XXXXXXXX DEL 05/11/2015 CERTIFICADO ACTUAL **14**

Banco de Gases

MARCA DEL BANCO:	BEAR	ULTIMA CALIBRACION:	14/01/2014	APROBADA	Test
SERIAL INTERNO:	756749	ULTIMA PRUEBA DE FUGAS:	22/02/2014	APROBADA	Fugas
MARCA DEL DISPOSITIVO:	INFORMA DE 110	Banco de Gases Banco funciona correctamente			Calibraciones
SERIAL DEL EQUIPO:	CC0001				Pruebas de Auditoria
PEI:	0.154				

Banco de Opacidad

MARCA DEL BANCO:	BEAR	ULTIMA CALIBRACION:			Test
SERIAL INTERNO:		Estado del Banco Dispositivo deshabilitado			Calibraciones
MARCA DEL DISPOSITIVO:					Pruebas de Auditoria
SERIAL DEL EQUIPO:	0000				

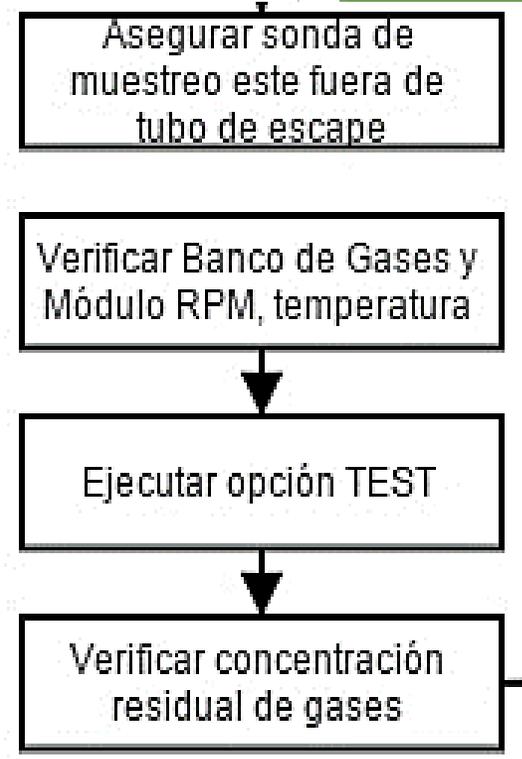
Módulo de RPM y Temperatura

MARCA DEL BANCO:	BEAR	Módulo de RPM y Temperatura Módulo funciona correctamente			
MARCA DEL DISPOSITIVO:	BEAR 02.058				

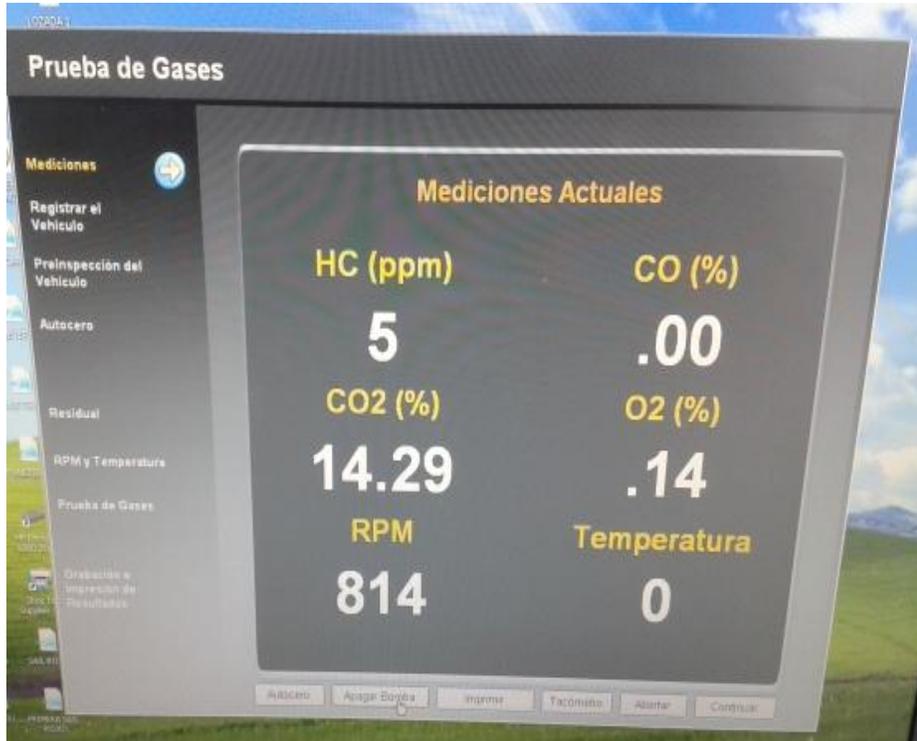
Información del Sistema | Administración | Alarmas de Seguridad | Backups | Reimpresión de Resultados | Finalizar Sesión

Seguridad del Banco
Dispositivo de seguridad deshabilitado

Certificados, calibraciones y Fugas
No hay obligaciones pendientes

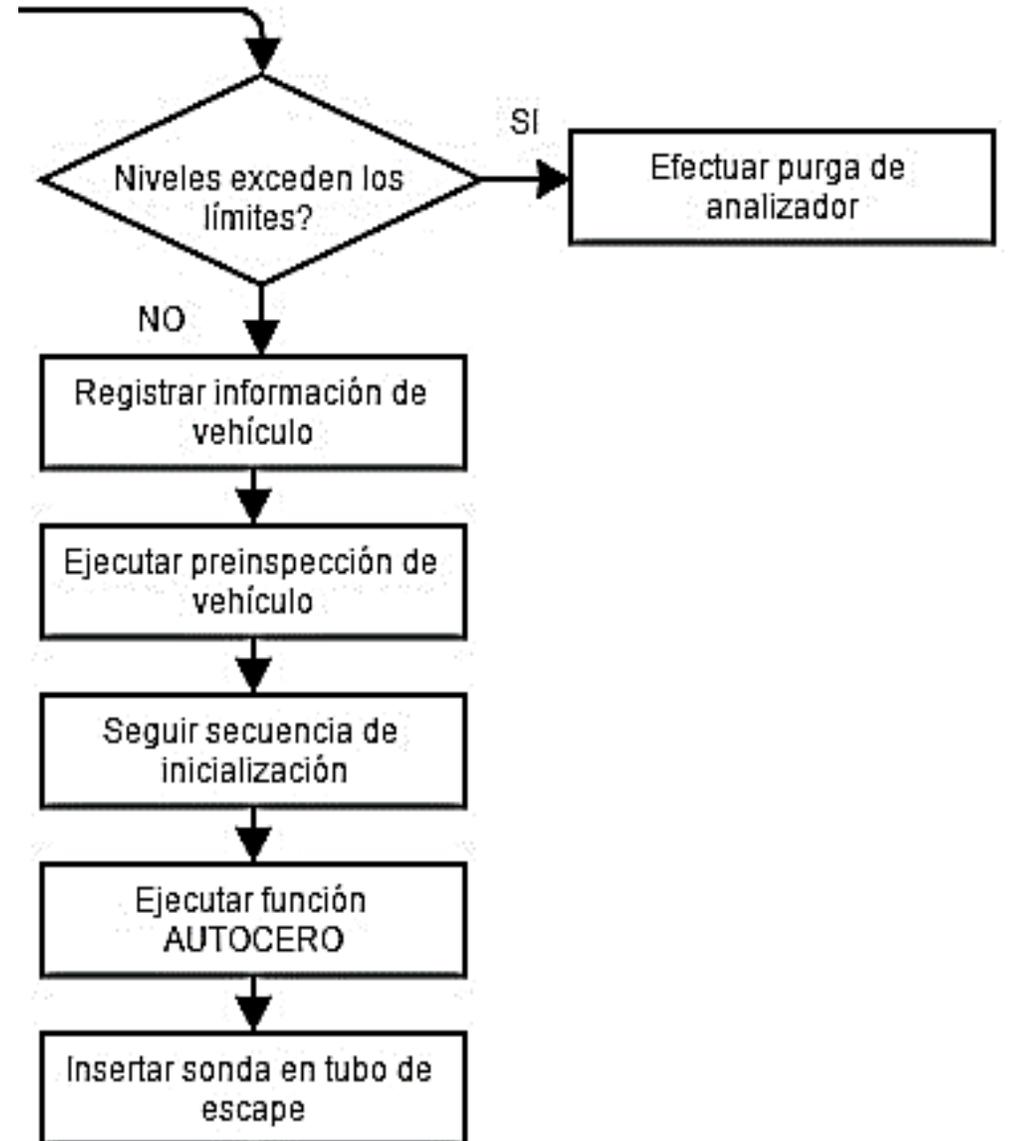


Procedimiento



Contenido de gases mínimo al encender la bomba de succión

HC (ppm)	0-12
CO (%)	0.00
CO2 (%)	0,00
O2 (%)	20,85
RPM	750-850



Procedimiento

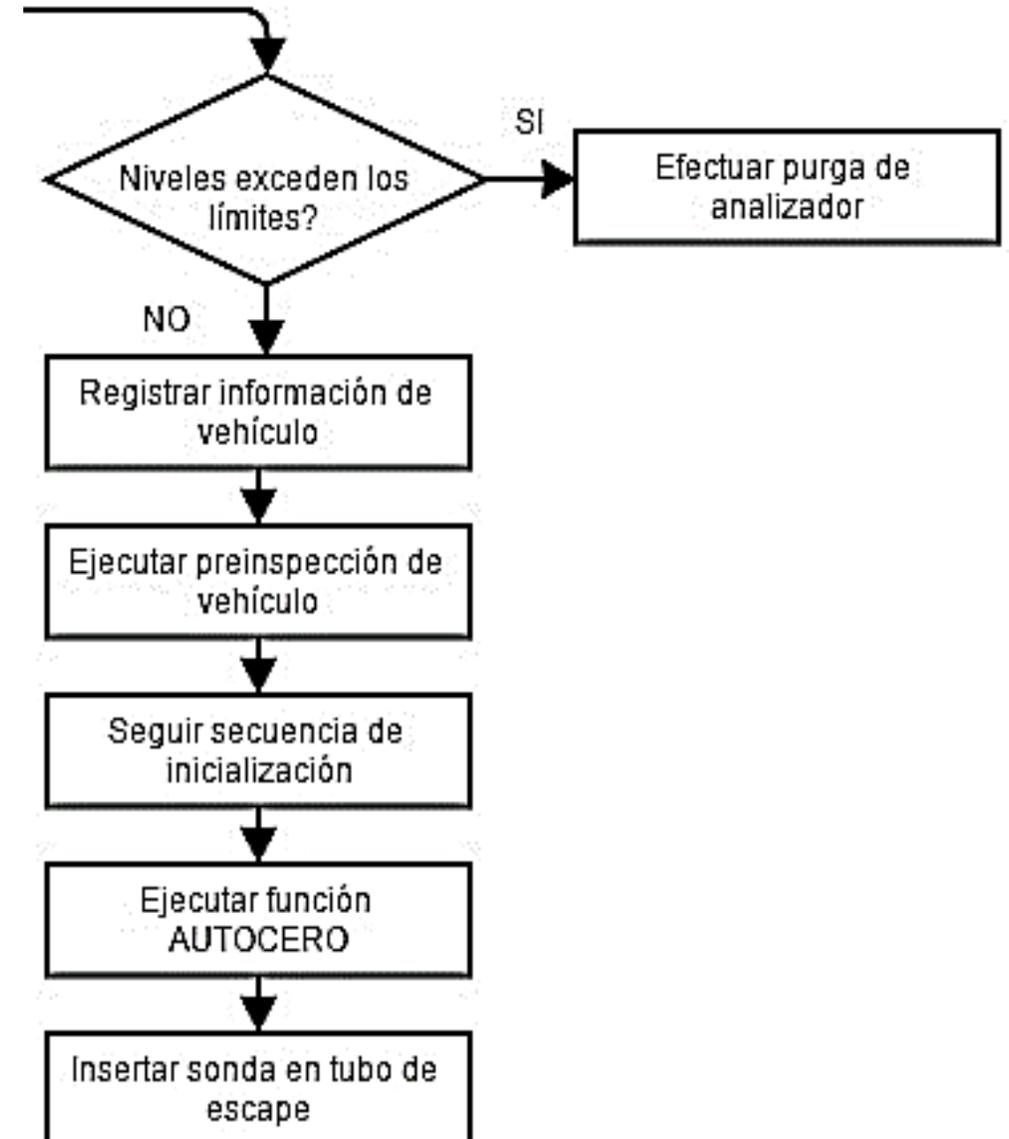
Información del Vehículo

Placa	XEA0807	Número de motor	
Marca	CHEVROLET	Número de Chasis	ATD51YAD0191743
Línea	AVEO FAMILY 4P	Combustible	Gasolina
Modelo	2013	Cilindrada	1.5
Servicio	OFICIAL	Kilometraje	42202
Clase	AUTOMOVIL	Número Cilindros	4

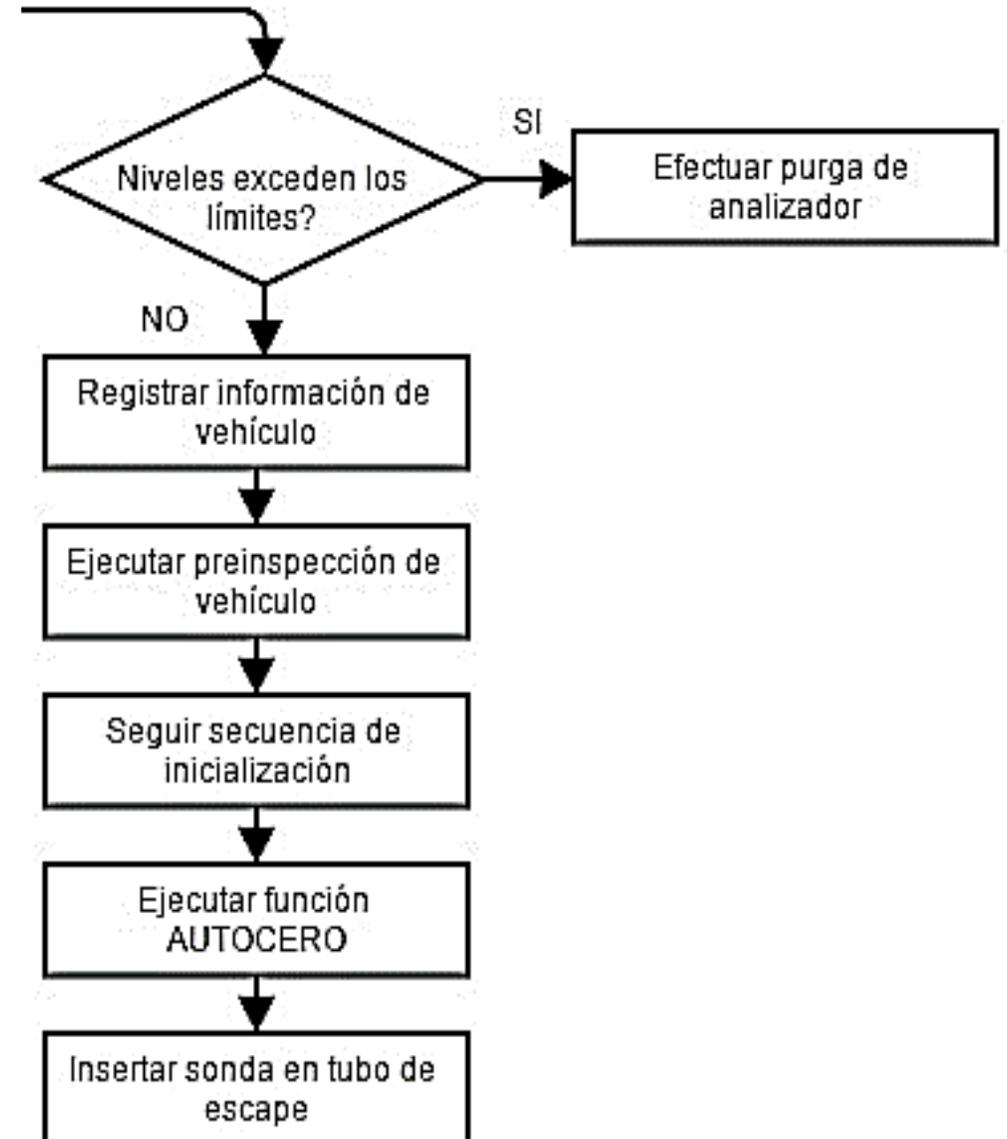
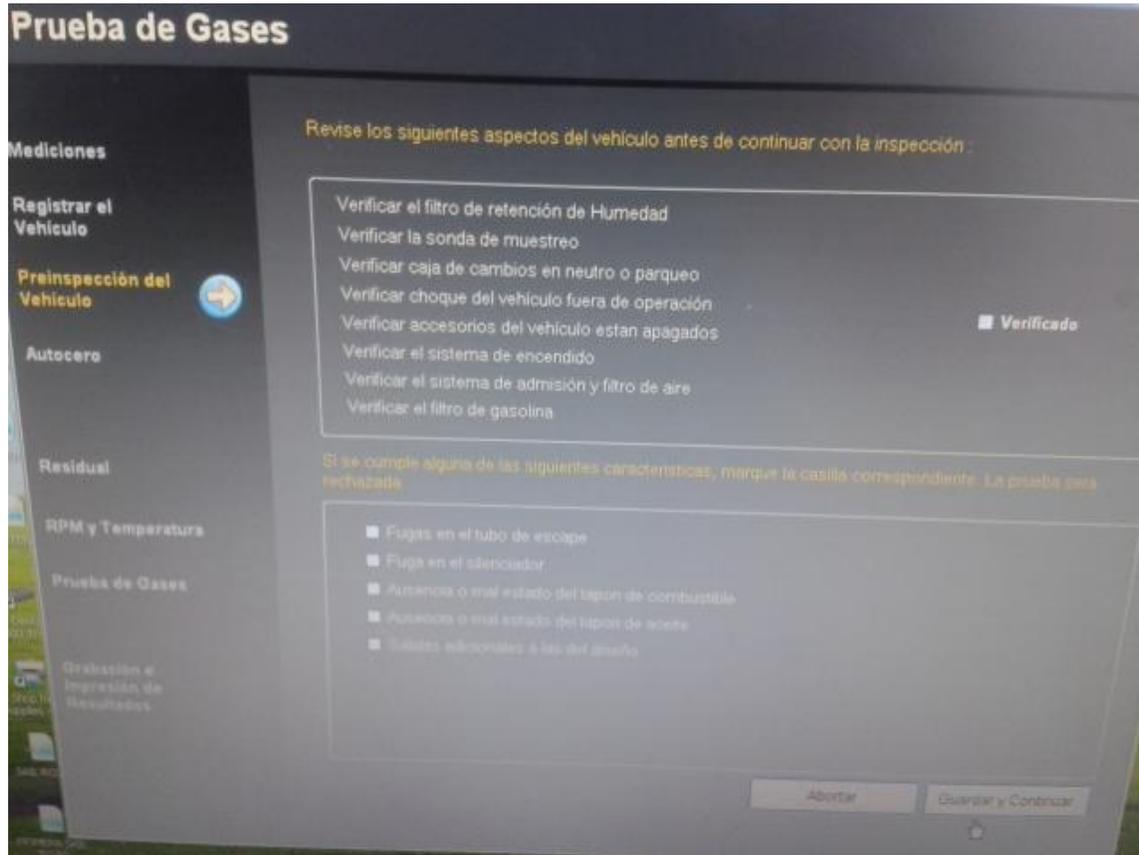
Información del Propietario

Identificación		Ciudad	
Tipo de identificación	CC	Teléfono	
Nombre			
Apellidos			
Dirección			
Celular			
Cómodo de celular			

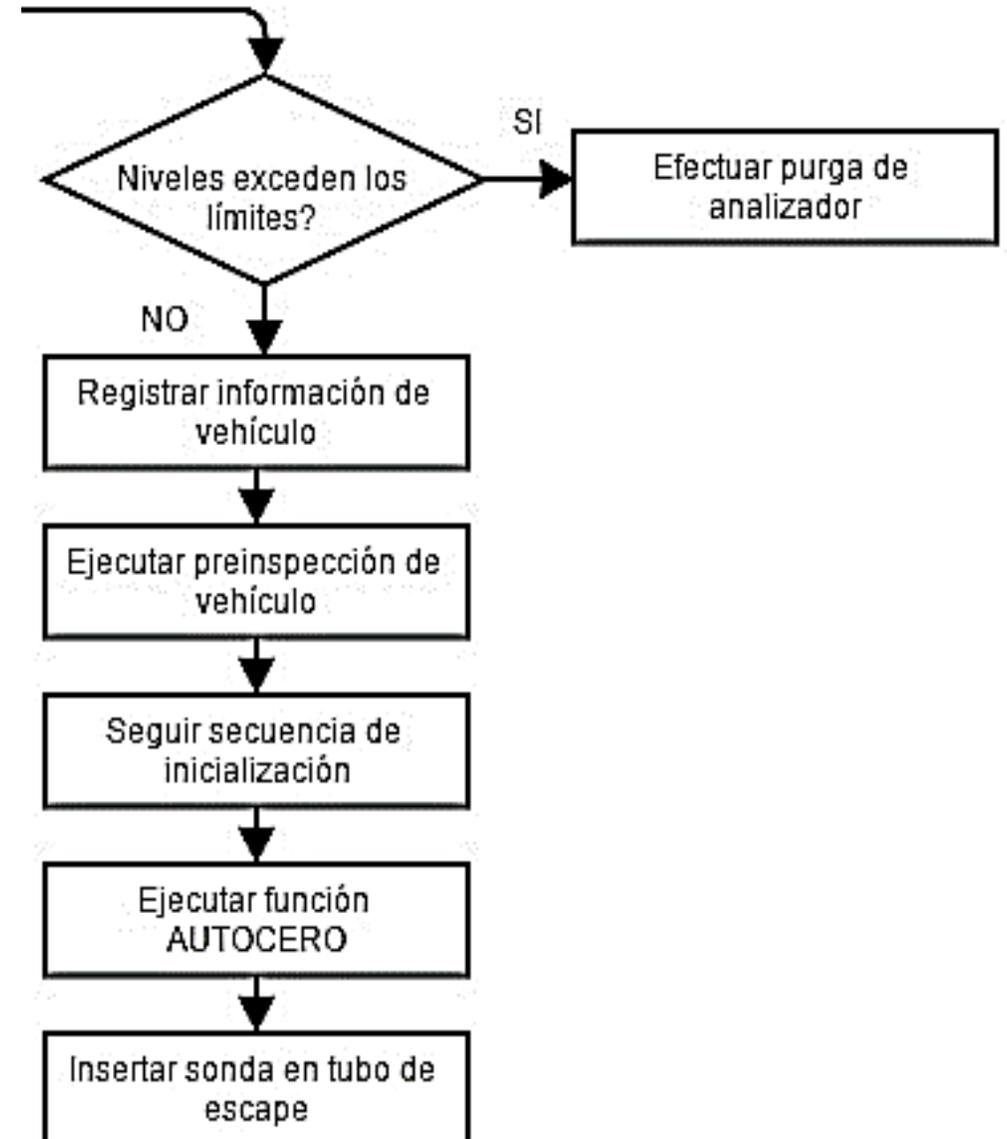
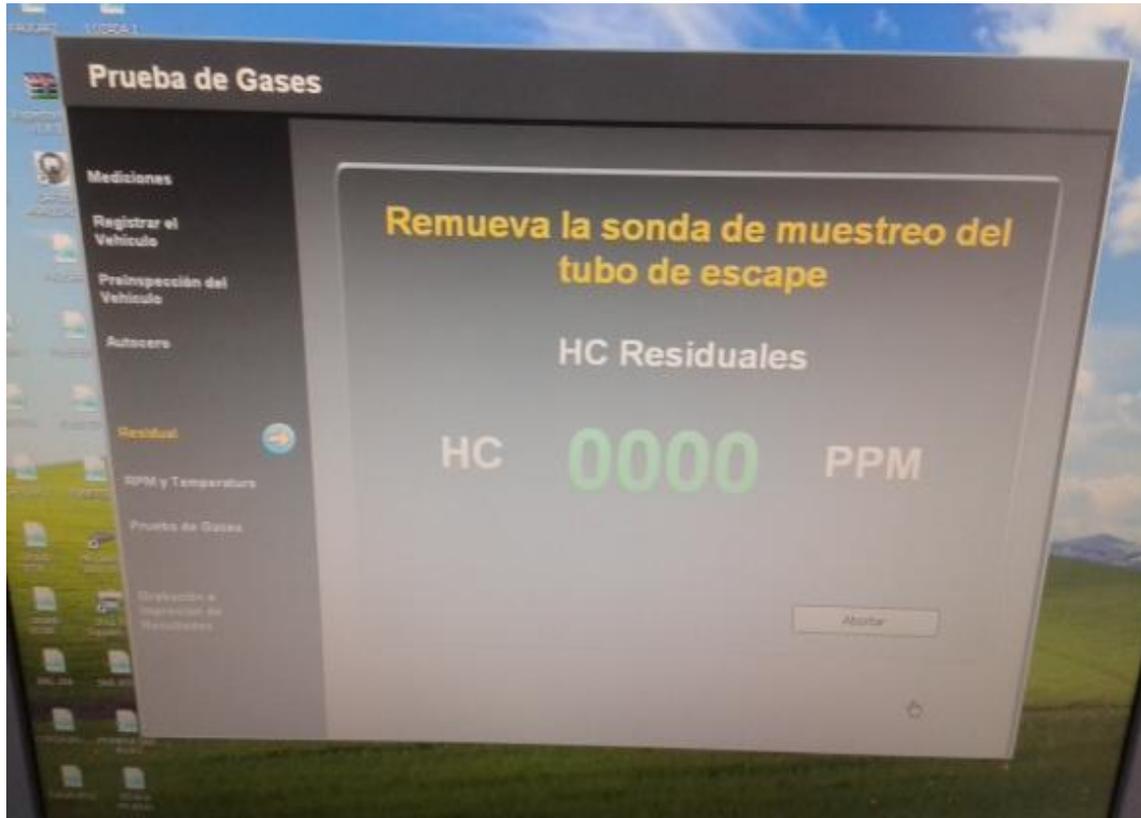
Cerrar Limpio Guardar y Continuar



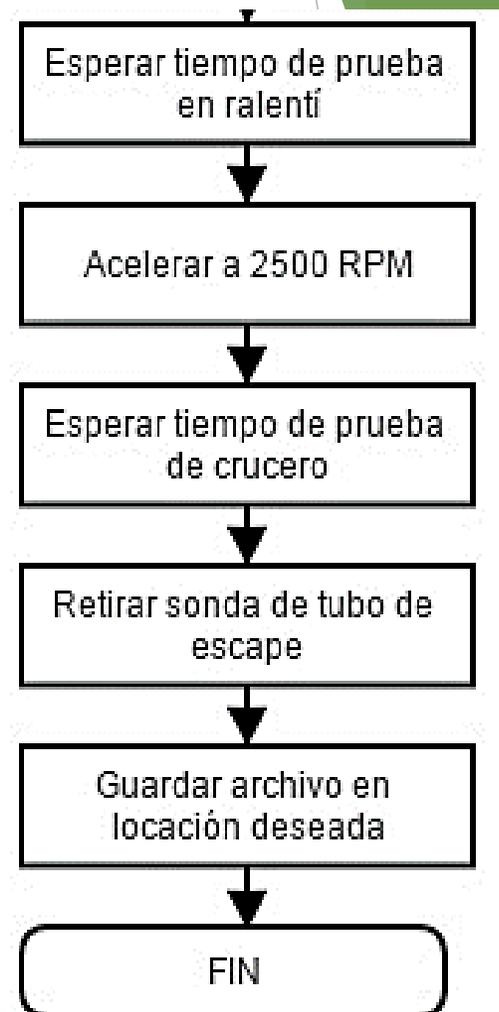
Procedimiento



Procedimiento



Procedimiento



Procedimiento



Equipo de medición

Escáner Interfaz Elmscan 5 Obd II

- ▶ Permite visualizar información de códigos de falla y PID's del motor en tiempo real.
- ▶ Se conecta al DLC del vehículo
- ▶ Cumple con la mayoría de protocolos OBD II para varias marcas de automóviles
- ▶ Permite medir la cantidad de combustible consumida en tiempo real
- ▶ Visualiza consumo total, distancia recorrida, velocidad, carga, temperatura, gestión de mezcla por sonda lambda



Requisitos De Instalación

- ▶ PC, computadoras, laptops con Windows 32x o 64x XP SP2 y superiores con conexión USB.
- ▶ Conector de vehículo OBD II.

Requisitos De Instalación

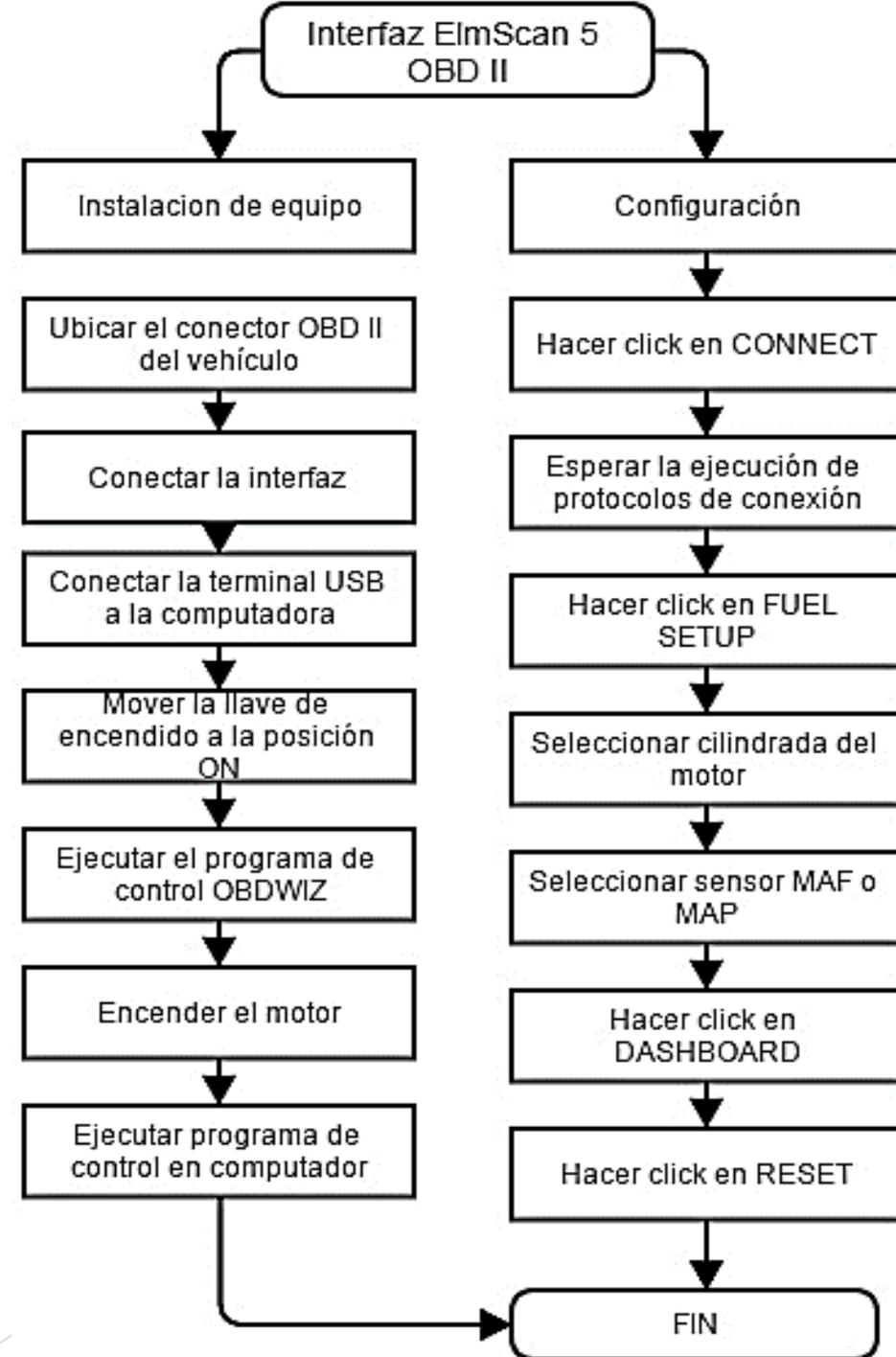


Especificaciones Escáner ELMSCAN 5 OBD II

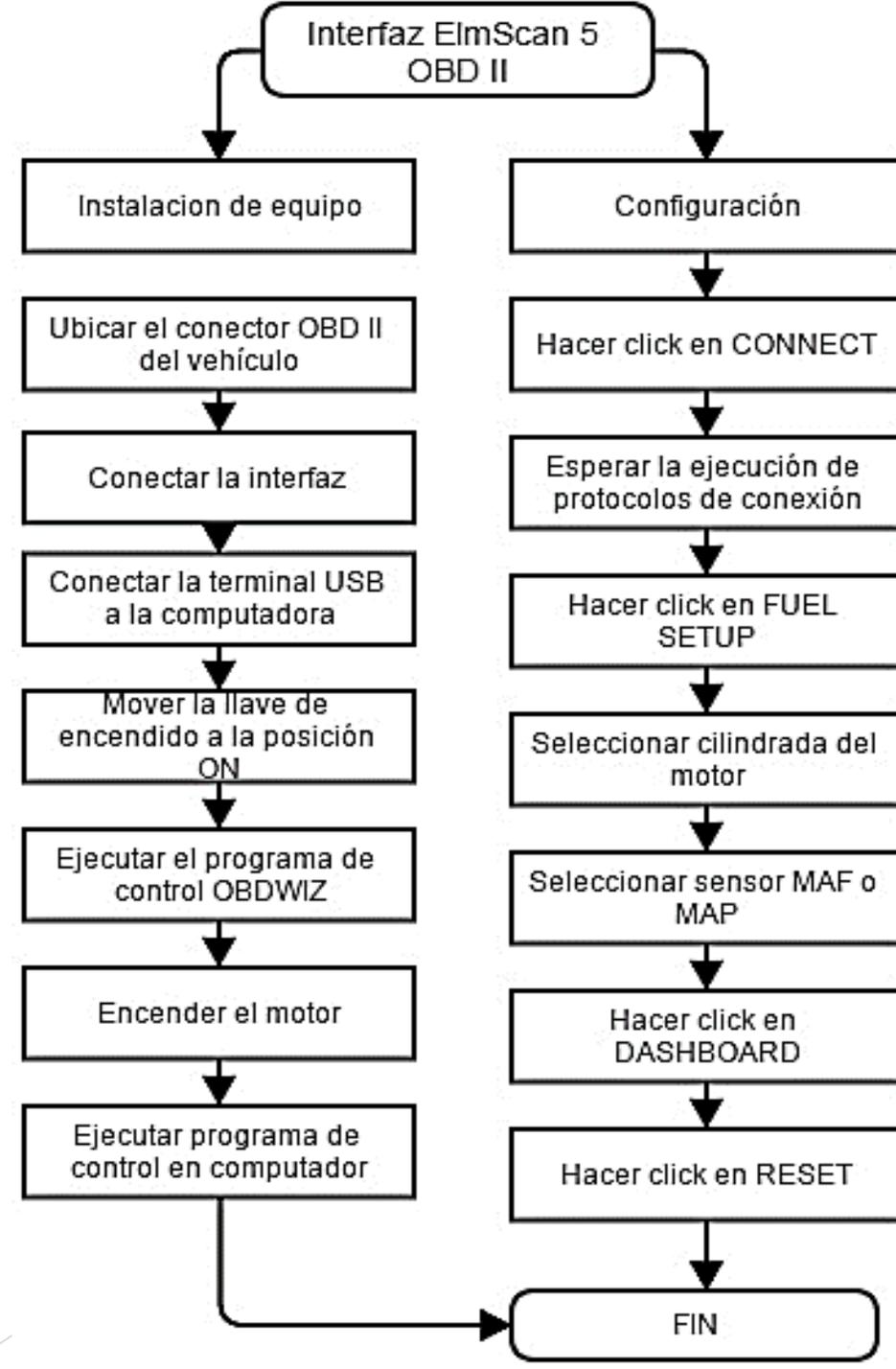
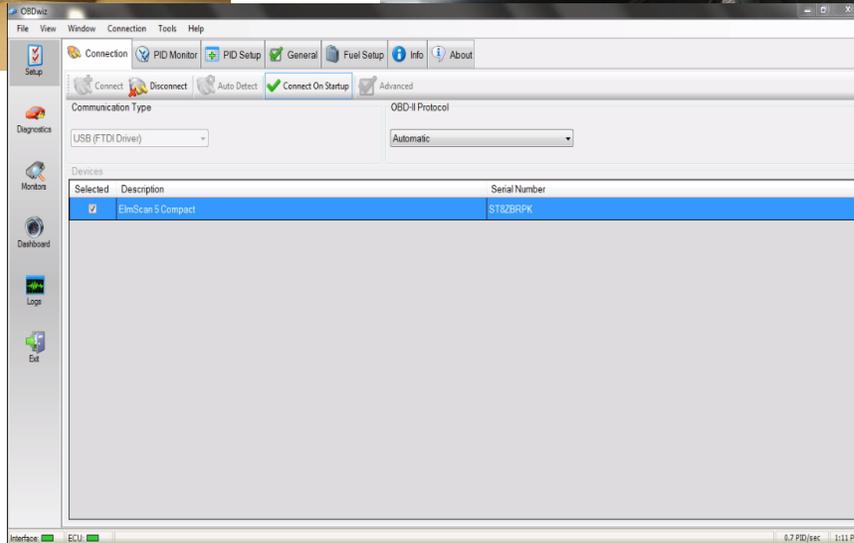
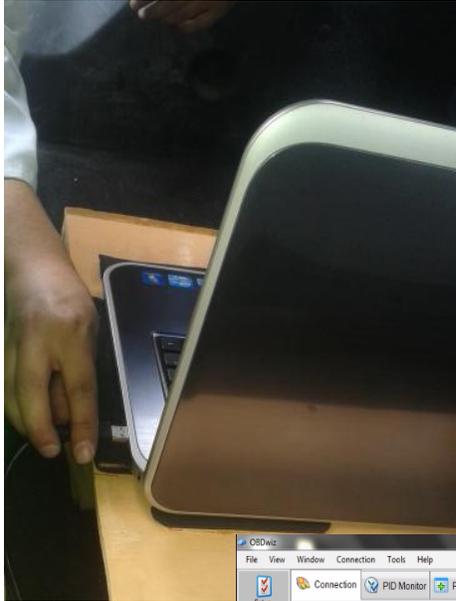
Dimensiones	3,5 "L x 1,9" W x 1"H (88,8 x 48,3 x 26 mm)
Corriente nominal	46 mA
Voltaje de operación	8-18 V DC
Rango máximo de PID ID	~130 PID/segundo
Temperatura de operación	(-20 °C a 55 °C)
Soporta todos los protocolos OBD II	Si
Soporta CAN GMLAN	No
Soporta MS CAN FORD	No
Modo de ahorro de energía	No
Operación en humedad	10 a 85 % (no condensable)
Protocolos	ISO 15765-4 (CAN) ISO 14230-4 (Keyword Protocol 2000) ISO 9141-2 (Asian, European, Chrysler) J1850 VPW (GM) J1850 PWM (Ford)

Fuente: (ScanTool, 2016)

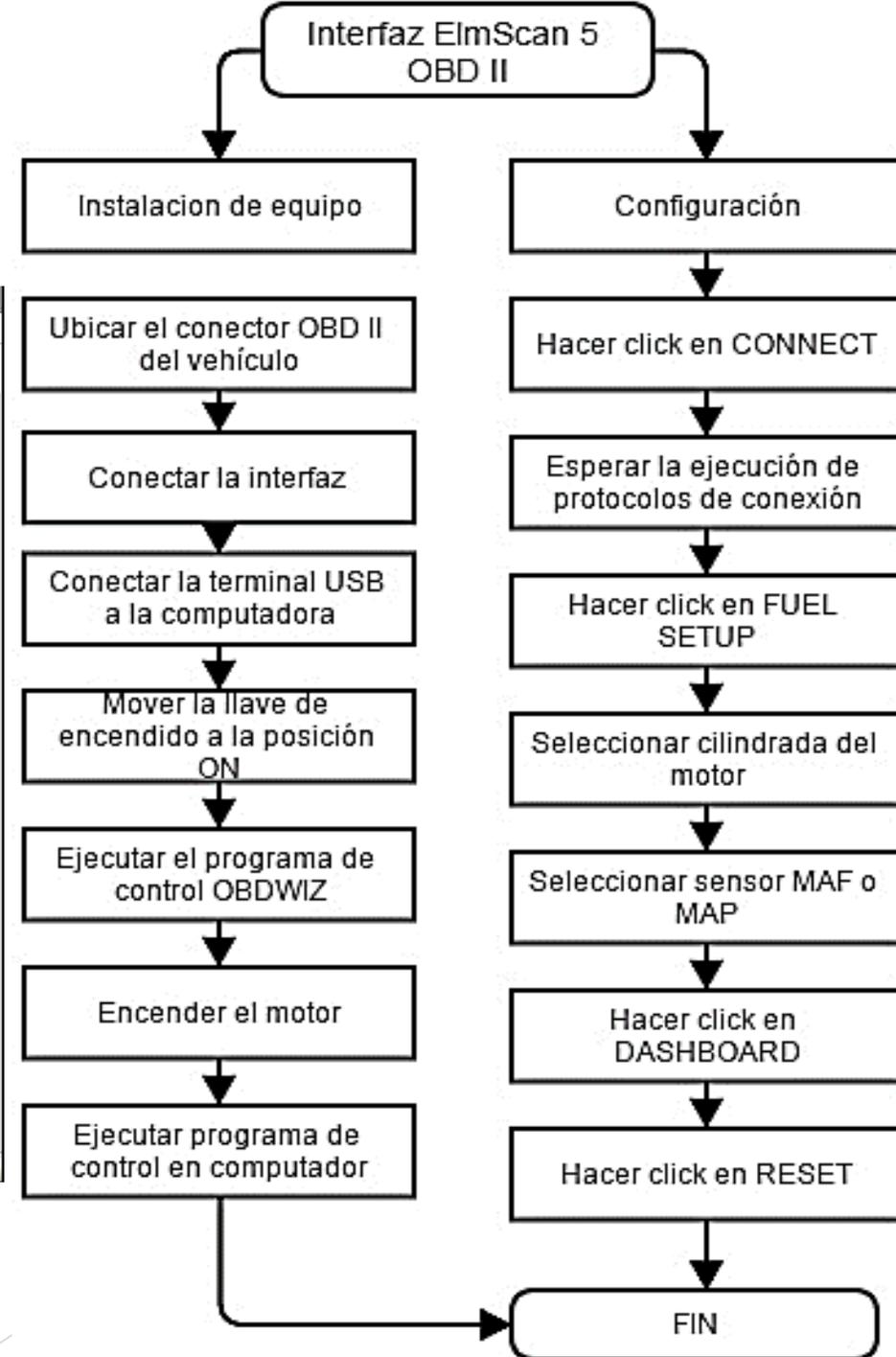
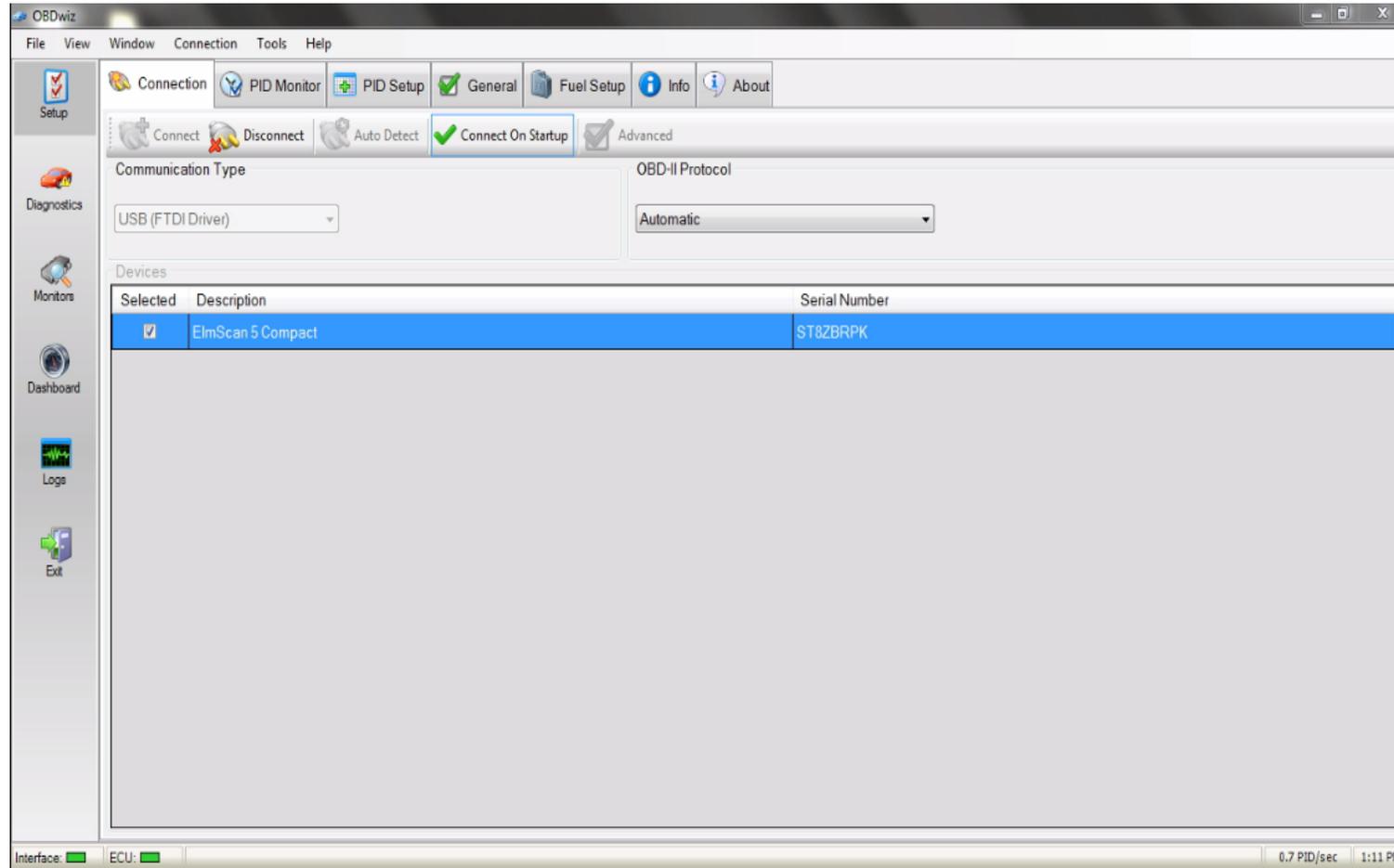
Guía De Instalación



Guía De Instalación



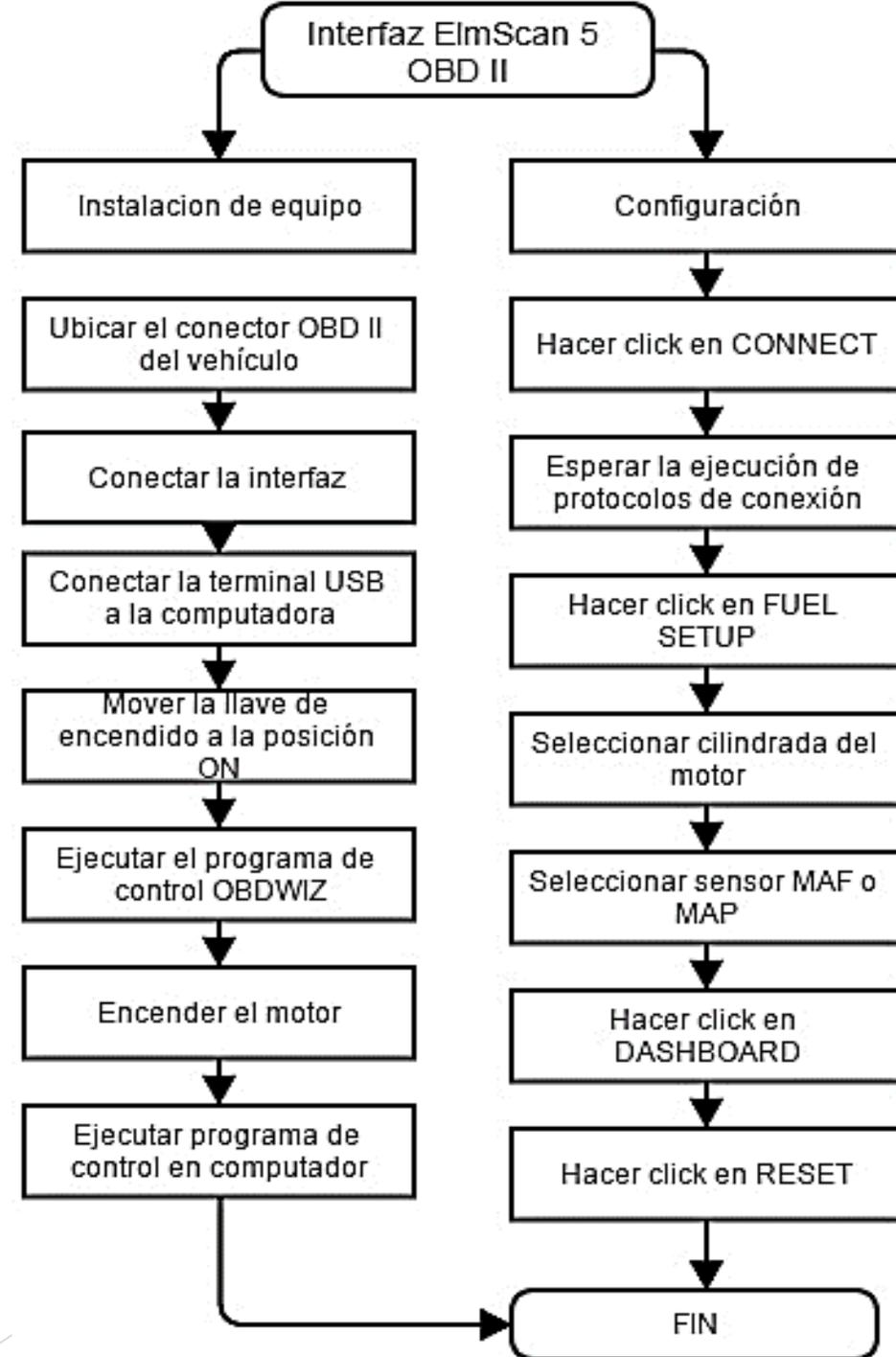
Guía De Instalación



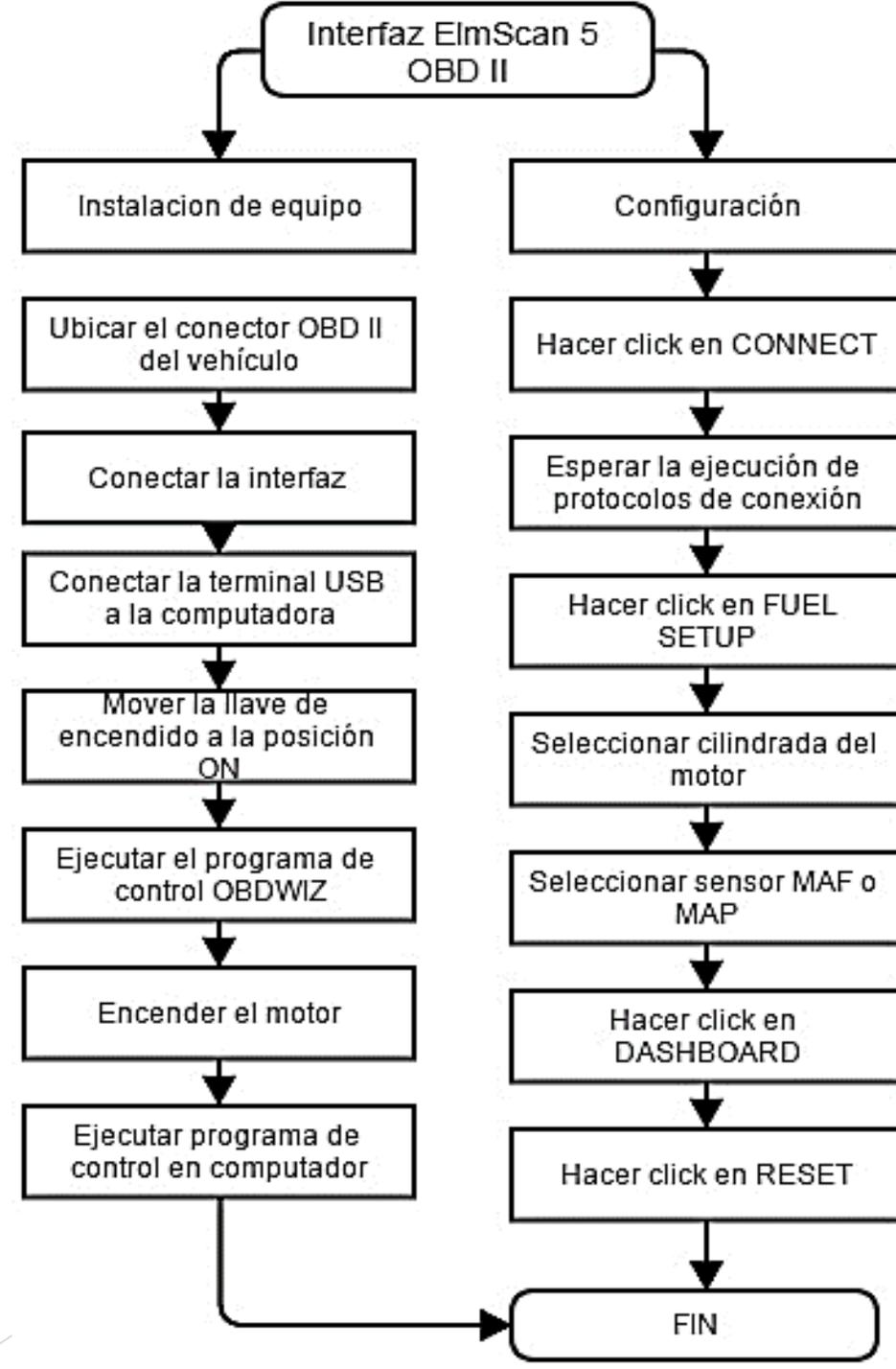
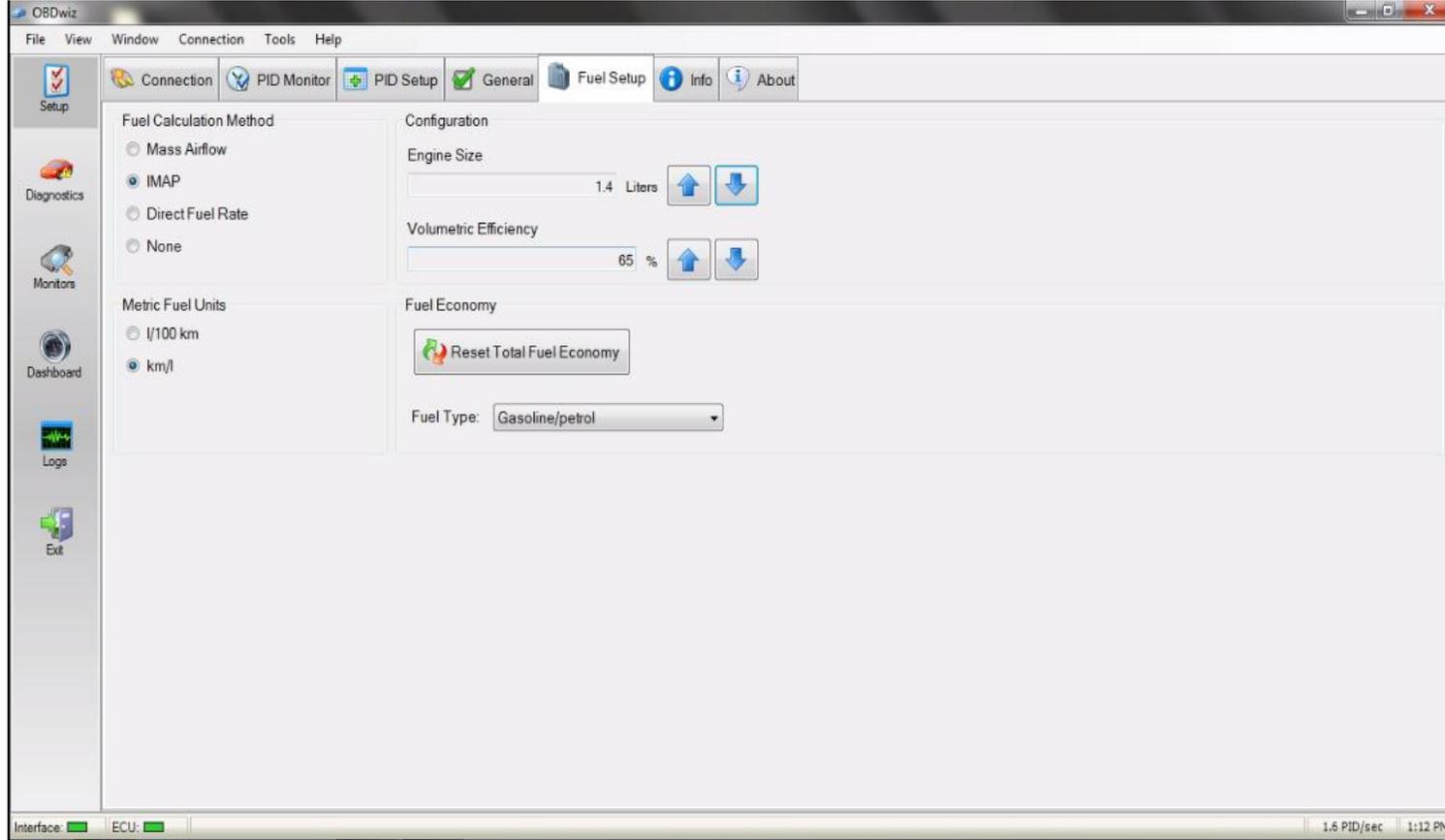
Guía De Instalación

The screenshot shows the OBDwiz software interface. The main window displays a table of PID values with columns for PID, Description, Value, Units, Min, Mean, and Max. The 'Fuel 0x02' PID is highlighted in blue. The status bar at the bottom indicates 'Interface: [green] ECU: [green]' and '1.2 PID/sec 1:11 PM'.

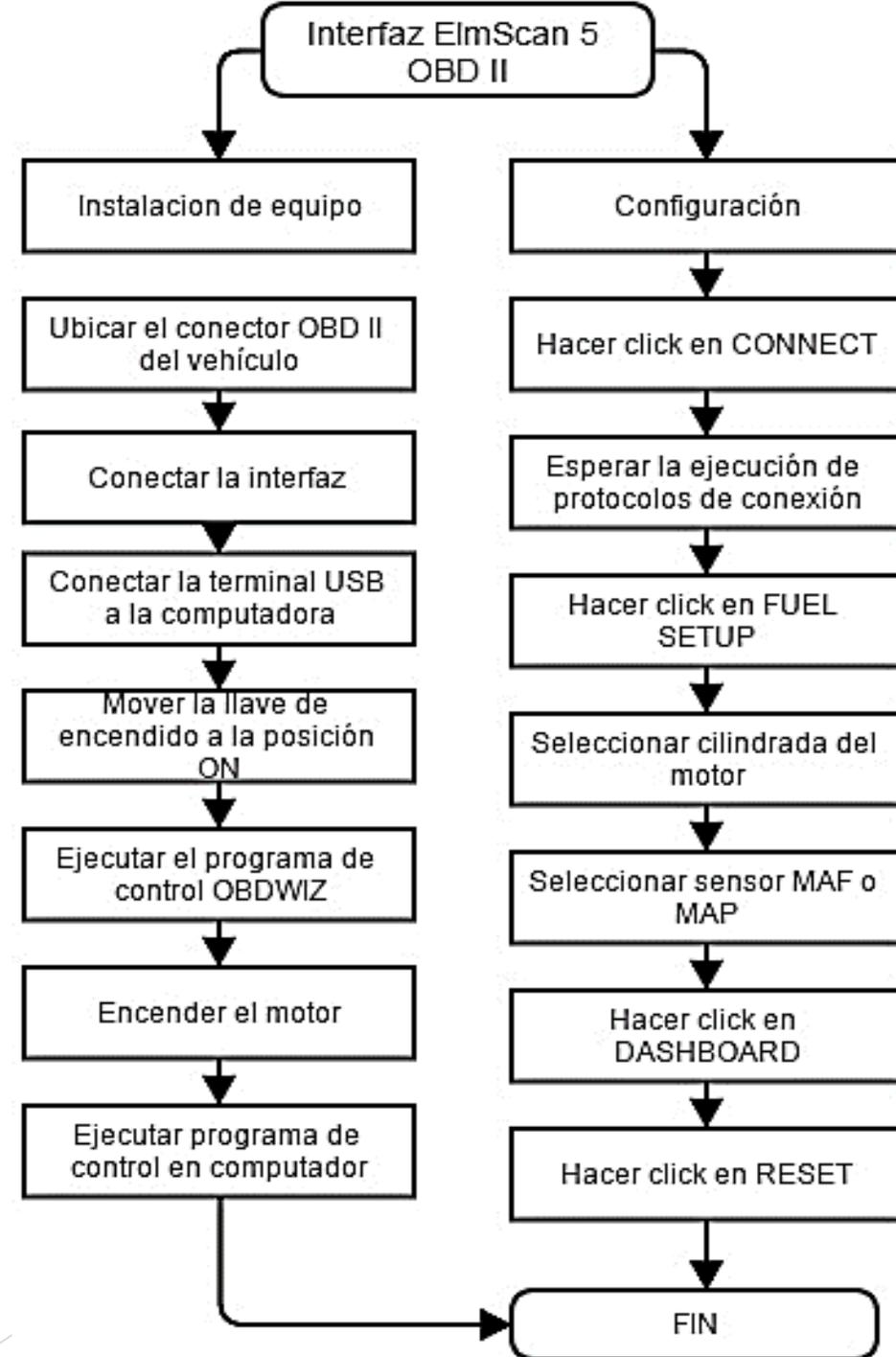
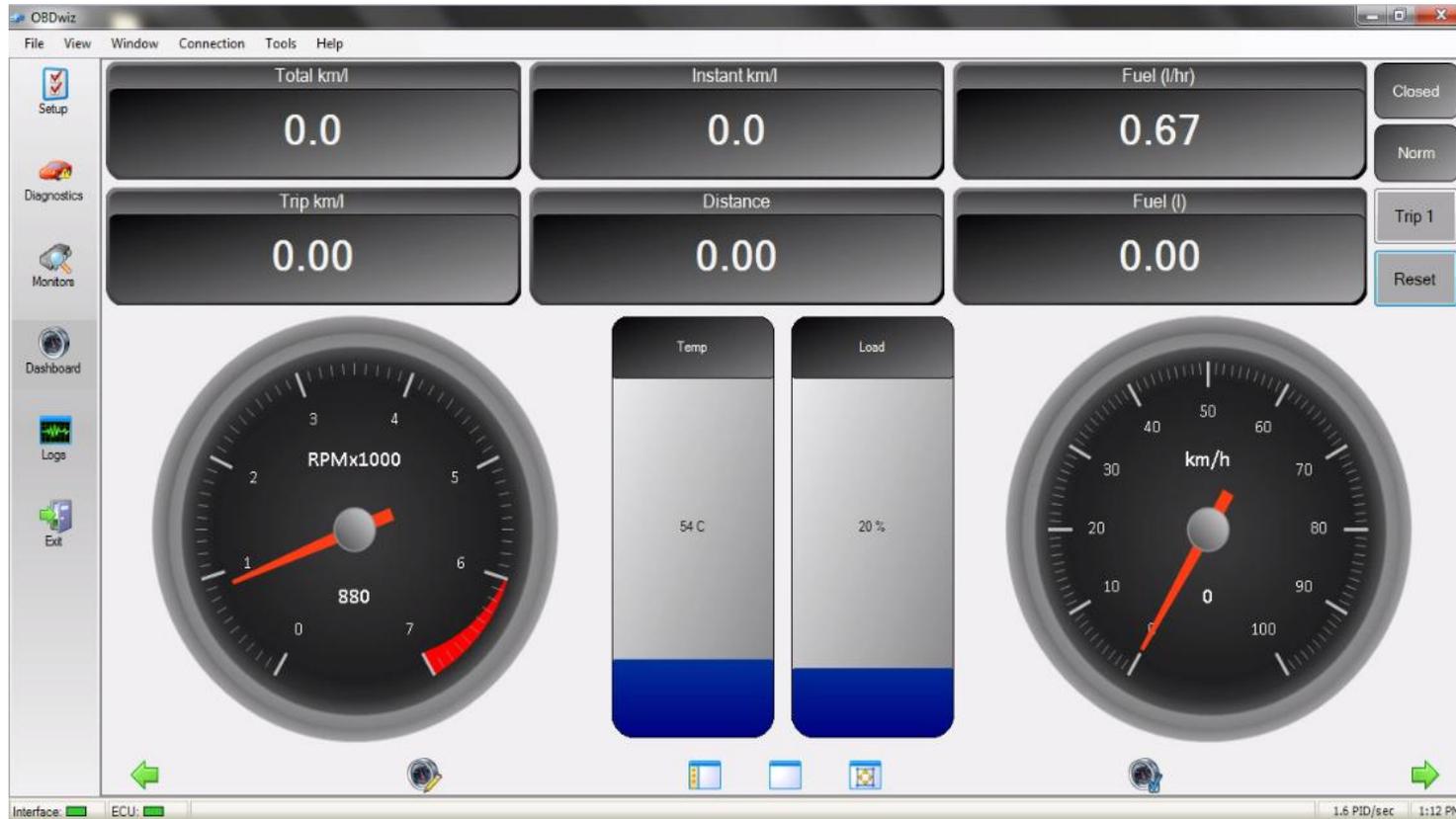
PID	Description	Value	Units	Min	Mean	Max
Fuel 0x02	Fuel rate	0	l/hr	0	0	0
Fuel 0x00	Instant fuel economy	0	km/l	0	0	0
Fuel 0x01	Total fuel economy	2.95	km/l	2.95	2.95	2.95
SAE 0x0B	Intake manifold absolute pressure	25	kPa	25	49	73
SAE 0x0C	Engine RPM	900.75	RPM	0	450.38	900.75
SAE 0x0D	Vehicle speed	0	km/h	0	0	0
SAE 0x0F	Intake air temperature	23	C			
SAE 0x00	Supported PIDs 0x01 to 0x1F	MonitorStatus, Fuel...				
SAE 0x01	Number of trouble codes, MIL indicator on/off, and available onboard tests	MIL Off, # Trouble C...				
SAE 0x03	Fuel system status	Open-loop due to i...				
SAE 0x04	Calculated load value	20	%	20	20	20
SAE 0x05	Engine coolant temperature	52	C			
SAE 0x06	Short term fuel % trim - Bank 1	0	%	0	0	0
SAE 0x07	Long term fuel % trim - Bank 1	-0.78	%	-0.78	-0.78	-0.78
SAE 0x0E	Ignition timing advance for #1 cylinder	4.5		4.5	4.5	4.5
SAE 0x11	Absolute throttle position	78.82	%	78.82	78.82	78.82
SAE 0x13	Oxygen sensors present	Bank 1: Sensor 1, S...				
SAE 0x14	O2 voltage (Bank 1, Sensor 1)	0.44	V	0.44	0.44	0.44
SAE 0x14	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 1)	0	%	0	0	0
SAE 0x15	O2 voltage (Bank 1, Sensor 2)	0.46	V	0.46	0.46	0.46
SAE 0x15	Short term fuel trim (Bank 1, Sensor 2)	99.22	%	99.22	99.22	99.22



Guía De Instalación

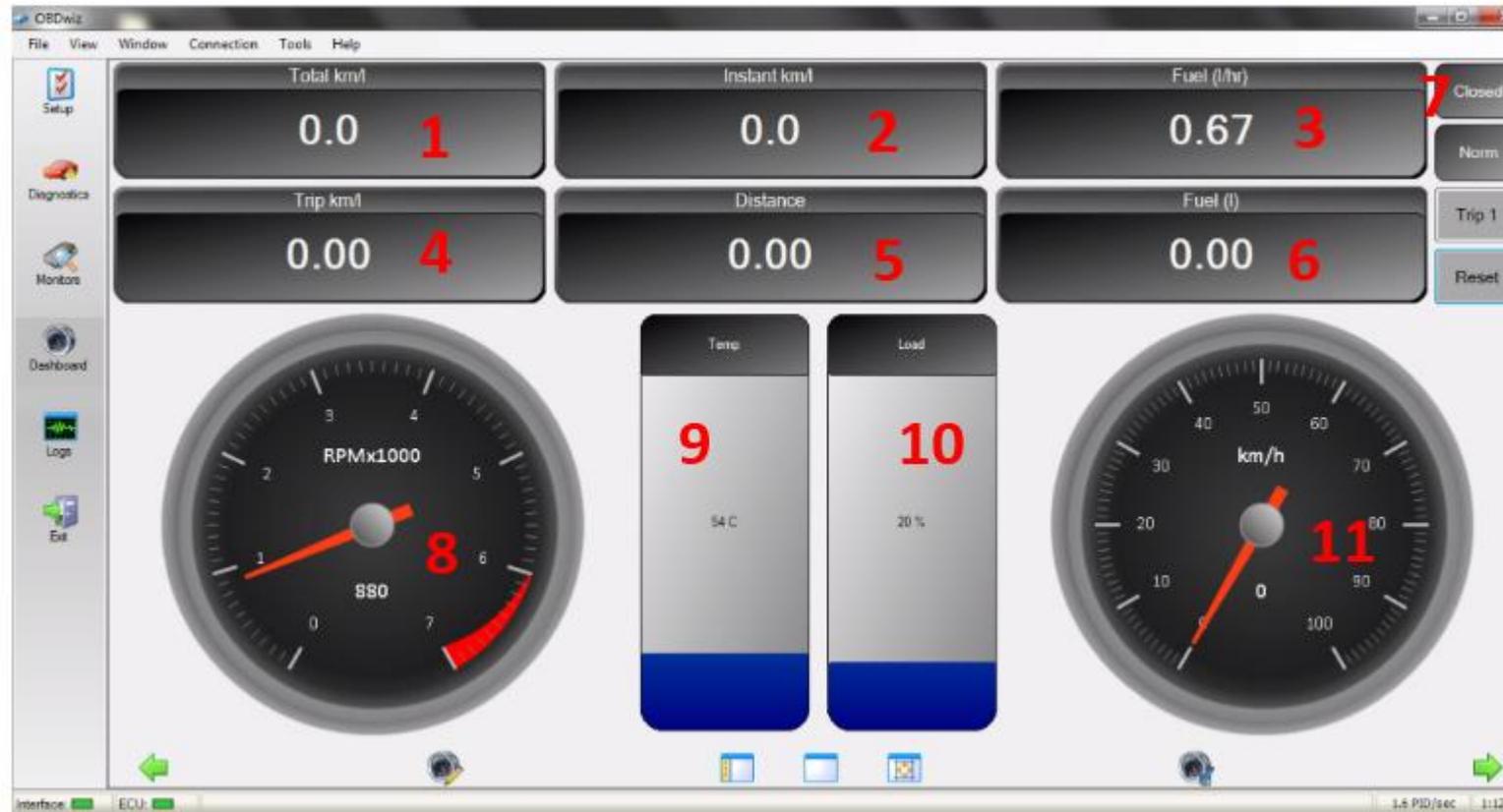


Guía De Instalación



Descripción de Pantalla de medición principal

Descripción de funciones de pantalla de medición principal



1	Consumo Total [Km/l]	Indica el valor de consumo de combustible calculado con todos los datos monitoreados desde el inicio de la última sesión.
2	Consumo Instantáneo [Km/l]	Indica el valor de consumo de combustible instantáneo. Este valor puede variar en gran escala durante la operación normal
3	Consumo por hora [lt/h]	Indica el flujo de combustible instantáneo por hora. Este valor puede variar en gran escala durante la operación normal
4	Consumo de recorrido actual [Km/l]	Indica el valor de consumo de combustible calculado en el recorrido actual.
5	Distancia [Km]	Muestra la distancia en kilómetros estimado en el recorrido actual
6	Combustible [lt]	Indica el volumen de consumo de combustible en el recorrido actual
7	Indicador de ciclo abierto o cerrado	Muestra el estado del sistema de combustible en el recorrido actual. Ciclo cerrado: Indica que el control de mezcla aire combustible se gestiona exclusivamente con la señal del sensor de oxígeno o sonda lambda. Ciclo abierto: Indica que el control de mezcla aire combustible se gestiona con las señales de los sensores MAP y CTS. Sin usar la señal del sensor de oxígeno o sonda lambda.
8	Tacómetro [RPM]	Muestra el régimen motor o velocidad del motor.
9	Temperatura de Motor [°C]	Muestra la temperatura de funcionamiento del motor mediante la lectura del sensor CTS.
10	Carga [%]	Muestra el torque calculado en el recorrido actual. Se calcula comparando la salida de torque del recorrido actual con el torque máximo generado y el régimen de motor.
11	Velocidad de vehículo [Km/h]	Muestra la velocidad del vehículo.

Equipo de medición Analizador De Gases Qrotech Qga-6000

- ▶ Portátil y ligero.
- ▶ Equipado con bomba de vida extendida para alta estabilidad y precisión.
- ▶ Usado ampliamente para mediciones en pruebas estáticas y dinámicas.
- ▶ CO Monóxido de Carbono
- ▶ CO2 Dióxido de Carbono
- ▶ HC Hidrocarburos no combustionados
- ▶ O2 Oxígeno
- ▶ Cálculo de Lambda



Características del analizador de gases QROTECH QGA 6000

QGA - 6000

QROTECH



Measurement Data			
CO	%	HC	ppm
04.08		0613	
CO2	%	O2	%
011.2		00.33	
λ		NOx	%
0.875		****	

Análisis de 4 gases con cálculo de valor lambda y AFR (Air/Fuel Ratio)

Visualización en display integrado.

Bomba de trabajo pesado.

Impresora térmica integrada.

Kit de conexión a computador.

Selección de tipo de combustible (gasolina, alcohol, gnv, glp).

Accesorios de repuesto incluidos.

Rango de operación y precisión en equipos de certificación

Excepcional precisión, estabilidad y durabilidad.

Actualizable a 5 gases (Opcional NOX).

Tiempo de respuesta de menos de 10 segundos.

Standby para la vida extendida de la bomba y bajo consumo de energía.

Ajuste automático de tiempo de calentamiento de 2 a 8 minutos.

Conexión opcional con cable RS232 kit (software y cables)

Sonda de acero inoxidable para mayor duración.

Fuente: (Comvil, 2015)

Especificaciones Técnicas de analizador de gases QROTECH

Medición de gas	CO, HC, CO ₂ , Lambda λ , AFR (Air/Fuel Ratio), NO _x (Opcional)						
Método de medición	CO, HC, CO ₂ : Método NDIR (sensor Infrarrojo no dispersivo)						
	O ₂ , Nox: Celda electroquímica						
Mediciones	CO	HC	CO ₂	O ₂	LAMBDA λ	AFR	Nox
Rango de medición	0,00~9,99%	0~9,999 o 20000 ppm	0,0~20,0%	0,00~25,0%	0~2,000	0,0~99,0	0~ 5000 ppm
Resolución	0,01%	1 ppm	0,10%	0,01%	0,001	0,1	1 ppm
Tiempo de respuesta	Dentro de 10 segundos (más del 90%)						
Tiempo de calentamiento	Alrededor de 2 – 8 minutos						
Flujo de extracción de bomba	4~6 L/min						
Energía	AC 120 V \pm 10%, 60 Hz						
Consumo de energía	Alrededor de 50 W						

Fuente: (Comvil, 2015)

Cumple con especificaciones para certificación de equipos de medición

Especificaciones Técnicas de los analizadores de gases clase I

	CO(%vol)	CO ₂ (%vol)	O ₂ (%vol)	HC(ppm vol)
Rango mínimo de medición	0-5	0-16	0-21	0-2000
Resolución mínima	0,01	0,1	0,01 para x<4% vol 0,1 para x>4%vol	1
Errores Intrínsecos máximos permitidos	Absolutos			
	$\pm 0,06\%$ vol	$\pm 0,4\%$ vol	$\pm 0,1\%$ vol	± 12 ppm vol
Errores Máximos permitidos en verificación inicial	Relativos			
	$\pm 3\%$	$\pm 4\%$	$\pm 3\%$	$\pm 5\%$
Errores Máximos permitidos en verificación inicial	Absolutos			
	$\pm 0,06\%$ vol	$\pm 0,5\%$ vol	$\pm 0,1\%$ vol	± 12 ppm vol
Errores Máximos permitidos en verificación inicial	Relativos			
	$\pm 5\%$	$\pm 5\%$	$\pm 5\%$	$\pm 5\%$

Fuente: (Mafla & Ortiz, 2007)

Vista General y Partes

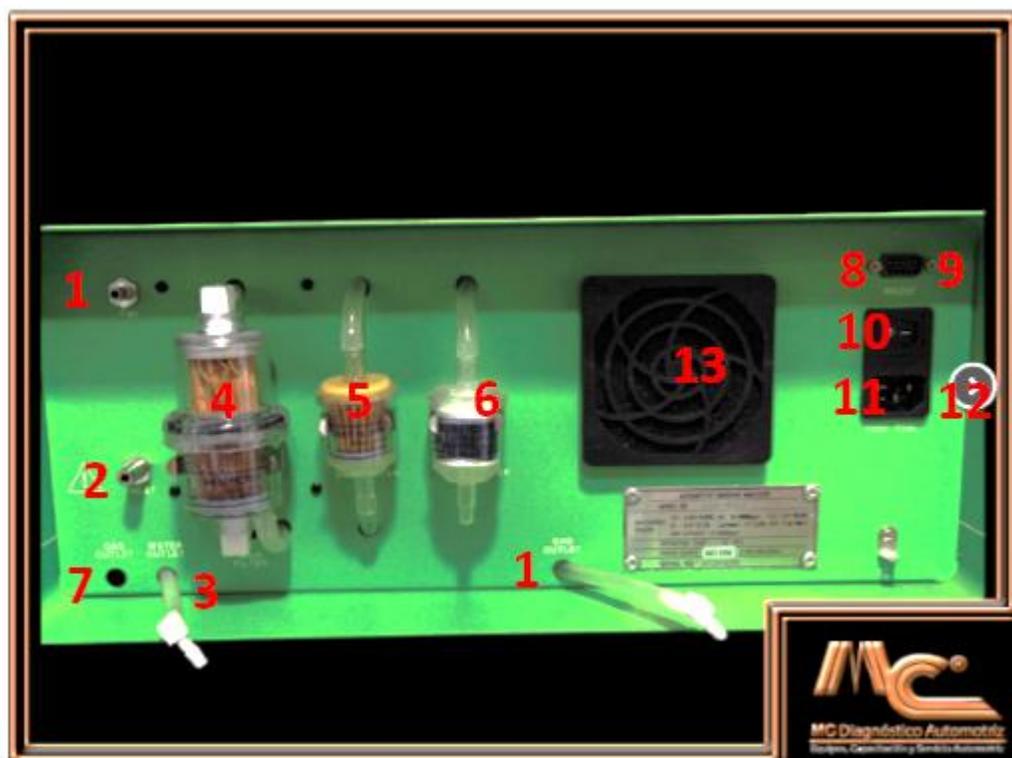
VISTA FRONTAL



Descripción de panel de control frontal

1	Ventana display de CO Muestra la densidad de CO y el estado de procedimiento del programa.
2	Ventana display de HC Muestra la densidad de HC y el estado de procedimiento del programa.
3	Ventana display de CO2 Muestra la densidad de CO2 y el estado de procedimiento del programa.
4	Ventana display de O2 Muestra la densidad de O2 y el estado de procedimiento del programa.
5	Ventana display de Lambda Muestra el valor Lambda (relación aire/combustible) estado del procedimiento del programa.
6	Ventana display AFR/NOx Muestra el valor del AFR, NOx, y estado del procedimiento del programa.
7	PRINT TECLA Usado para impresión de los datos.
8	MENÚ TECLA Usado para escoger una función suplementaria.
9	▼TECLA CERO Usado para corrección del punto del dato o mover una figura o dígito.
10	▲TECLA PURGA Usado para realizar una purga o ejecutar un aumento de valor.
11	ENTER TECLA Usado para medición de gases o confirmar una función suplementaria.
12	ESC TECLA Usado para volver al modo stand-by.
13	Caja de la impresora: El papel de la impresión sale de esta caja.

VISTA TRASERA



Descripción de panel trasero de analizador

1	CAL (Calibración) Esta es la entrada del gas patrón para la calibración del analizador.
2	INLET Esta es la entrada del gas de medición del vehículo. Para efectuar la medición de los gases es necesario conectar la manguera proveniente del escape en este puerto.
3	SALIDA DEL AGUA Esta es la salida por donde se expulsa el agua contenida en la condensación de los gases de emisión.
4	FILTRO RINCIPAL Este filtro condensa el vapor contenido en el gas e impide la entrada de otros materiales al interior del analizador al mismo tiempo que el agua y el gas de medición.
5	FILTRO PARA POLVO Este previene la entrada de partículas finas y materiales dentro del analizador en el momento de medición.
6	FILTRO ZERO Este es un filtro de carbón activo para purificar la célula del analizador en el momento de corrección del punto CERO del analizador.
7	SALIDA DEL GAS Esta es la salida de los gases de medición y es el punto donde se añadiría el sensor de NOx.
8	OPCION Este es el terminal donde se conecta una impresora normal de PC.
9	PUERTO RS232 Este es el puerto de comunicación para conexión con un PC para operar el programa.
10	INTERRUPTOR GENERAL Interruptor de encendido/apagado del analizador.
11	CAJA DE FUSIBLE Fusible para prevenir un daño por sobretensión externa.
12	TOMA DE ALIMENTACION
13	VENTILADOR

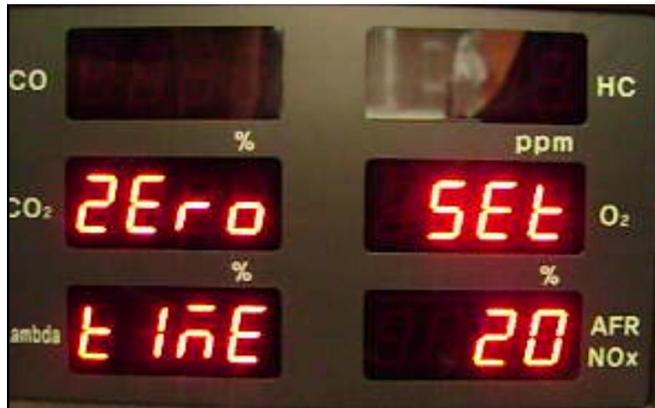
Guía De Instalación



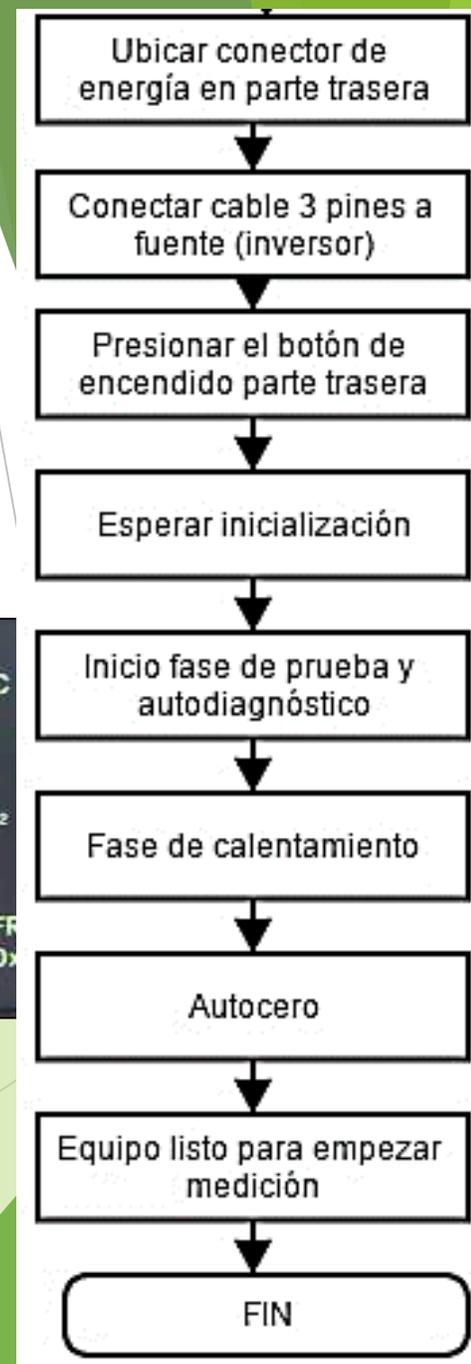
Guía De Instalación



Guía De Instalación



Interfaz de control y visualización



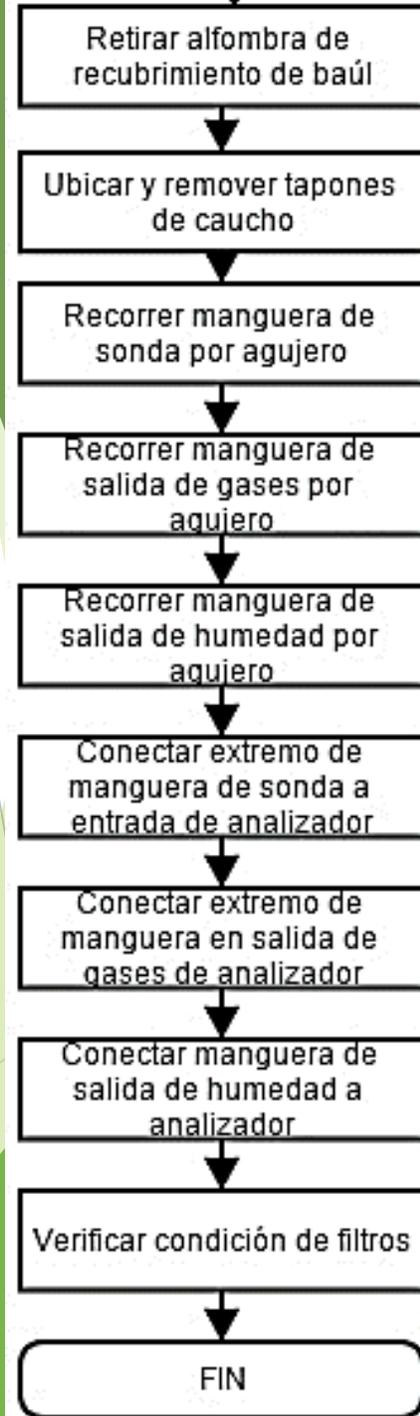
Ubicación En El Vehículo

- ▶ Baúl del vehículo para permitir una conducción libre de distracciones para el estudiante y el instructor.
- ▶ Acceso rápido y ergonómico a los equipos de medición.
- ▶ Base de madera de 92 X 56 cm
- ▶ Laptop y analizador de gases

NOTA: Es de vital importancia que estas mangueras salgan al exterior del habitáculo, de lo contrario se genera una peligrosa situación de contaminación del aire para los ocupantes del vehículo que puede resultar en graves problemas de salud y envenenamiento.



Conexión De Mangueras Y Sonda



Conexión De Energía Principal

- ▶ Inversor de voltaje de 12V DC a 120V AC
- ▶ Conectado a la salida de energía en el habitáculo (encendedor de cigarrillos)



Especificaciones de inversor de corriente

Inversor de corriente dual 400 W TRUPER	
Entrada Tensión	12 V DC
Corriente	40 A
Descarga de acumulador sin carga	<0,5 A (Con entrada de 12 V)
Fusibles	Deslizante de 25 A X 2
Salida Tensión	120 V AC
Frecuencia	60 Hz
Potencia	400 W
Potencia Pico	800 W
Forma de onda	Onda senoidal modificada.

Captura de datos Cámaras

- ▶ Captura de datos mediante cámaras de video de:
- ▶ Emisiones (Analizador)
- ▶ Comportamiento del conductor (palanca de cambios, volante, vista general del vehículo)
- ▶ Sincronización general
- ▶ Registro permanente ininterrumpido
- ▶ Registro de consumo de combustible (Elmscan5) con grabador de pantalla en laptop

Uso de cámaras para captura de datos en tiempo real

Cámara	Objetivo	Figura Representativa
Cámara 1:	Vista global del conductor Paradas Arranques Semáforos e intersecciones	
Cámara 2:	Vista de volante y palanca de cambios. Registro de cambios de velocidad.	
Cámara 3:	Vista de pedales Forma de accionamiento	
Cámara 4:	Display analizador de gases CO CO2 HC O2 λ	

4. PRUEBAS EN CICLO DE CONDUCCIÓN

Condiciones Iniciales Para La Realización De Pruebas

► **Temperatura Ambiente**

16/18 °C

► **Hora del día**

9:00 AM

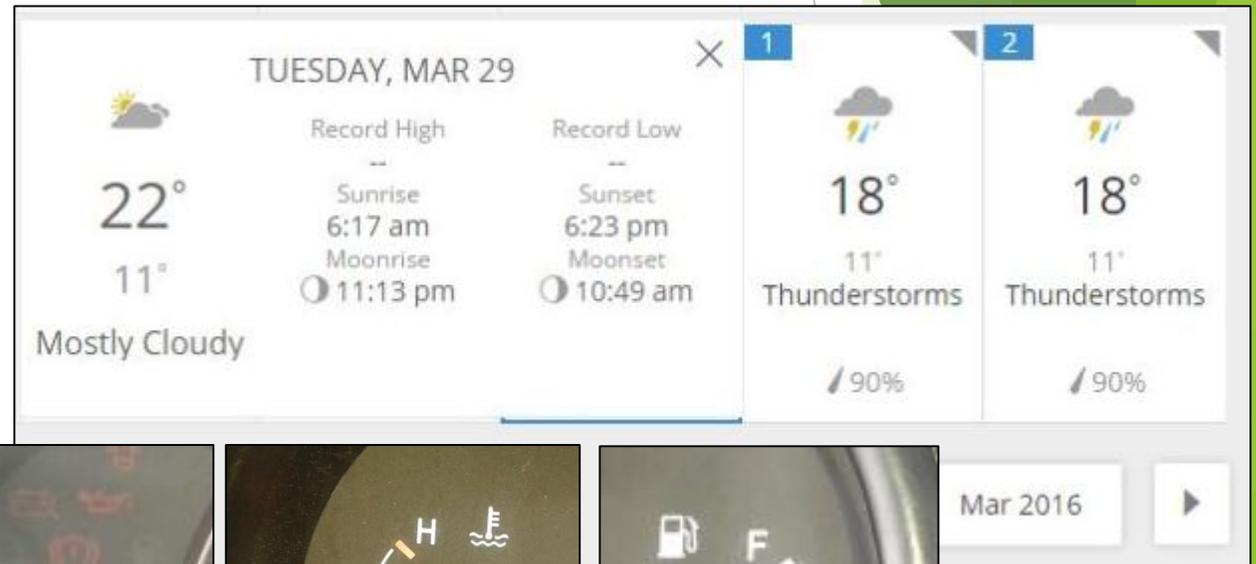
► **Temperatura funcionamiento motor**

80 °C

► **Combustible**

Gasolina EXTRA 87 octanos

Tanque lleno



Condiciones Iniciales Para La Realización De Pruebas

Revisión De Vehículo

- ▶ Inspección visual
- ▶ Nivel de fluidos
- ▶ Estado general de carrocería (por golpes o deformaciones)



Medición de presión de aire de neumáticos

- ▶ Presión 32 PSI



Condiciones Iniciales Para La Realización De Pruebas

Revisión De Equipos De Medición

- ▶ Conexión eléctrica: Inversor y Analizador de gases.
- ▶ Conexión de mangueras: Manguera, desde analizador hasta sonda de captura en el tubo de escape, mangueras de salida de gases.
- ▶ Conexión de datos: Interfaz en puerto (OBD II) a computadora (USB)



Condiciones Iniciales Para La Realización De Pruebas

Sincronización De Cámaras Para Captura De Datos

- ▶ Con la ayuda del estudiante, instructor y técnico a cargo de la prueba se coordina la activación de cámaras para la captura de datos
- ▶ Inicia la grabación con una sola voz de mando

Vehículo De Seguimiento

- ▶ Vehículo adicional de apoyo para el técnico

Límites De Velocidad

- ▶ Urbano: 50 km/h
- ▶ Perimetral: 80 km/h
- ▶ Carretera: 100 km/h.



Secuencia De Instalación De Equipos En El Vehículo

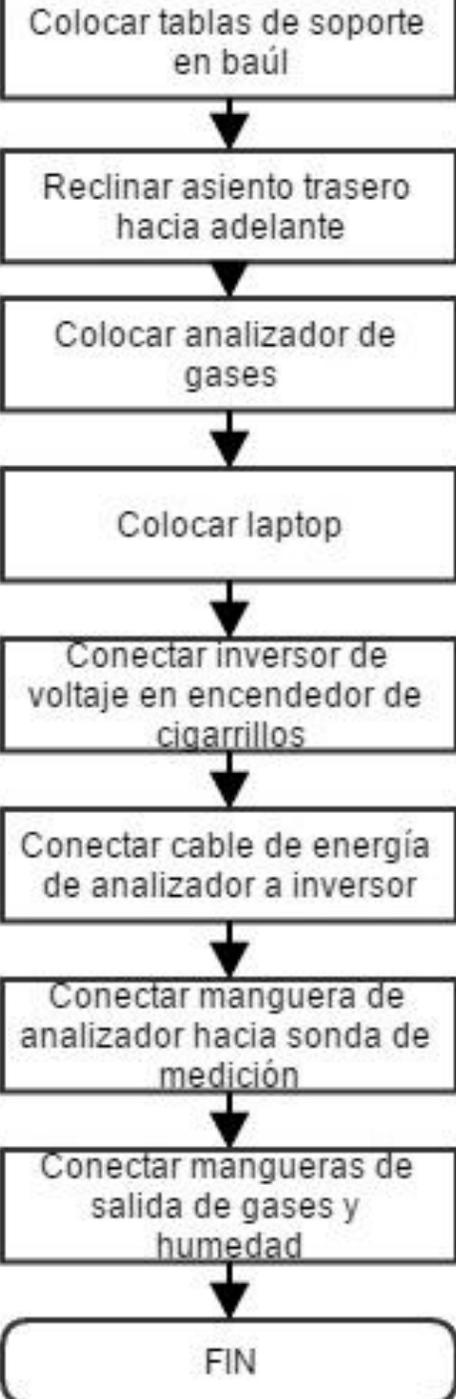
- ▶ Se describe la secuencia recomendada de instalación de equipos de medición y captura de datos.
- ▶ Se enlista los accesorios necesarios para la instalación
- ▶ Vehículo debe estar en superficie plana con puertas abiertas para mejor acceso



Lista de equipos y accesorios necesarios para la realización de pruebas

EQUIPOS	ACCESORIOS
Analizador de gases	Inversor de voltaje
Manguera flexible de poliuretano de 6 mm de diámetro	3 Soportes de cámara SONY con ventosa ajustable y tornillo de sujeción de 6 mm.
2 filtros anti polvo	Soporte de cámara Smartphone Samsung S5 mini con espárragos de sujeción.
1 filtro cilíndrico de sonda.	Amarras plásticas.
1 Trampa de agua.	Cinta duct tape.
Cable de conexión eléctrica	
Interfaz	
Extensión USB de 2 m.	
Computador Laptop con conexión USB	

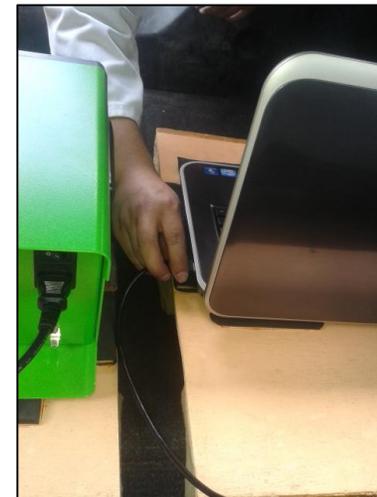
Secuencia De Instalación De Equipos En El Vehículo



Secuencia De Instalación De Equipos En El Vehículo



Secuencia De Instalación De Equipos En El Vehículo



Colocar cámara C1 en soporte y ubicar en centro de parabrisas

Colocar cámara C2 en soporte y ubicar en extremo derecho superior de parabrisas

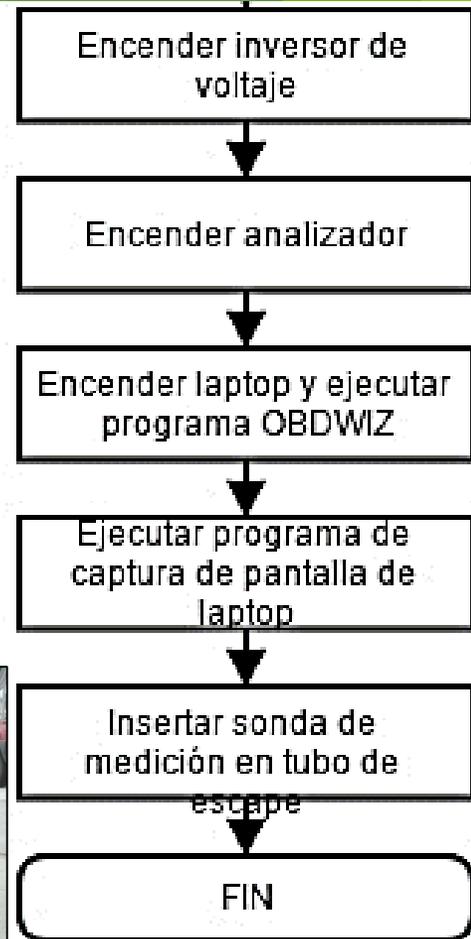
Colocar cámara C4 en soporte y ubicarla entre soporte columna de dirección

Colocar cámara C3 en soporte y ubicarla en tabla base enfocando el analizador de gases

Conectar interfaz ElmScan 5 a DLC del vehículo

Encender motor

Secuencia De Instalación De Equipos En El Vehículo



Recomendaciones

- ▶ Respetar las señales de tránsito, como señalización vertical, semáforos, discos PARE, señalización vertical, pasos cebra.
- ▶ Efectuar giros en U con precaución verificando que no existan riesgos de accidentes.
- ▶ Respetar al peatón y brindar preferencia de cruce en intersecciones.
- ▶ Rebasar con precaución vehículos estacionados a un lado de la calzada.
- ▶ Usar las direccionales en cada giro que se realice.
- ▶ Usar las luces de emergencia cuando se cumplan las secuencias de muestreo y parada.



Procedimiento

Secuencia De Muestreo

- ▶ Es el intervalo de tiempo en el cuál los equipos de medición registran las diferentes lecturas de consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes durante la conducción en tiempo real.
- ▶ Se determina este intervalo en base al analizador de gases, ya que se recomienda que se hagan mediciones de emisiones continuas durante 8 minutos, a continuación, se debe realizar una purga con aire del ambiente, todo esto para evitar la saturación de Hidrocarburos no combustionados y contaminación por humedad en la celda, lo que puede causar fallas en las lecturas obtenidas, así como afectar a la vida útil del analizador de gases.
- ▶ Una vez cumplida la secuencia de instalación de equipos en el vehículo:
 - ▶ 1. Estudiante e instructor suben al vehículo.
 - ▶ 2. Ejecutar opción RESET en programa de control OBDWIZ.
 - ▶ 3. Ejecutar opción GRABAR PANTALLA en programa CAMTASIA STUDIO.
 - ▶ 4. Presionar la tecla INICIO en el analizador para empezar la medición.
 - ▶ 5. Encender las cámaras C1, C2, C3 y C4, coordinar con el estudiante y el instructor el inicio de la grabación en una sola orden.
 - ▶ 6. Cerrar baúl de vehículo.
 - ▶ 7. Salida de vehículo.

Secuencia De Parada

- ▶ La secuencia de parada es el intervalo de tiempo en el cuál la medición de gases contaminantes se detiene. Este tiempo está determinado por el intervalo de purga del analizador que se debe hacer a continuación de los 8 minutos de medición continua.
- ▶ Durante este periodo, el motor del automóvil no se apaga, ya que el inversor de voltaje está supliendo de energía al analizador para realizar la purga de la celda, por lo tanto solo se detiene la medición de gases de escape, mas no de consumo de combustible, la cantidad de combustible que se registre en este tiempo es restada de la cantidad total al finalizar la prueba.
- ▶ A continuación se describe la secuencia de parada:
 - ▶ 1.Con el vehículo de seguimiento, se alerta al estudiante mediante el pito después de los 8 minutos de muestreo.
 - ▶ 2.Estudiante se detiene en una zona segura donde no interrumpa el tráfico circundante. No apagar el motor.
 - ▶ 3.Abrir el baúl, detener la grabación de las cámaras C1, C2, C3 y C4 coordinando con el estudiante y el instructor al mismo tiempo. Apagar las cámaras para ahorro de batería.
 - ▶ 4.Retirar la sonda de medición del tubo de escape.
 - ▶ 5.En el analizador de gases, presionar la tecla STOP para detener la medición de gases.
 - ▶ 6.Presionar la tecla PURGE, para iniciar el proceso de purga del analizador, esperar el tiempo establecido del equipo de 120 segundos.
 - ▶ 7.Mientras se ejecuta el procedimiento de purga, revisar el filtro del mango de la sonda de medición, filtro de polvo y trampa de agua por exceso de humedad, de lo contrario reemplazar con los filtros de respaldo.
 - ▶ 8.Al finalizar la purga, colocar la sonda de medición en el tubo de escape.
 - ▶ 9.Presionar la tecla INICIO en el analizador para empezar la medición.
 - ▶ 10.Encender las cámaras C1, C2, C3 y C4, coordinar con el estudiante y el instructor el inicio de la grabación en una sola orden.
 - ▶ 11.Cerrar baúl de vehículo.
 - ▶ 12.Salida de vehículo.

Prueba por cambio de marcha y régimen motor

- ▶ La prueba por cambio de marcha y régimen de motor es en la que se establece una relación directa entre la velocidad de giro del motor en revoluciones por minuto [RPM] y la velocidad seleccionada por el conductor con la palanca de cambios.

A 2000 RPM

- ▶ El estudiante realiza la hora práctica de su horario de clase junto con su instructor, conduciendo en la ruta de nivel inicial, cambiando de marcha con el motor acelerando hasta 2000 RPM a todo momento hasta la finalización del ciclo de conducción.

A 4000 RPM

- ▶ El estudiante realiza la hora práctica de su horario de clase junto con su instructor, conduciendo en la ruta de nivel inicial, cambiando de marcha con el motor acelerando hasta 4000 RPM a todo momento hasta la finalización del ciclo de conducción.

Instrucciones

- ▶ 1.Mantener la velocidad del vehículo y régimen de motor a todo instante.
- ▶ 2.Maniobrar la caja de cambio hasta las 3ra y 4ta velocidad, sin comprometer la velocidad de circulación.
- ▶ 3.En el tramo Urbano - Pendiente en ascenso, detener el vehículo por completo y arrancar nuevamente. Repetir 3 veces.
- ▶ 4.En el tramo urbano de pendiente en descenso, colocar el selector de velocidad en la posición que se ha realizado el ascenso.

Prueba por nivel de experiencia de conductor

Conductor nivel estudiante

- ▶ El estudiante realiza la hora práctica de su horario de clase junto con su instructor, conduciendo en la ruta de nivel inicial, usando sus propios conocimientos de cambio de marcha y aceleración sin intervención del instructor hasta la finalización del ciclo de conducción.

Conductor nivel profesional

- ▶ El instructor realiza la hora práctica de su horario de clase junto con su estudiante, conduciendo en la ruta de nivel inicial, usando sus propios conocimientos y protocolos de conducción que se imparten para los alumnos, a manera de demostración, hasta la finalización del ciclo de conducción.

Instrucciones

- ▶ 1. Conducir de manera completamente libre, sin tomar en cuenta el régimen de motor.
- ▶ 2. Mantener la velocidad del vehículo dentro de los límites de velocidad permitidos.
- ▶ 3. Maniobrar la caja de cambio de manera completamente libre, a discreción del conductor.
- ▶ 4. En el tramo Urbano - Pendiente en ascenso, detener el vehículo por completo y arrancar nuevamente. Repetir 3 veces.
- ▶ 5. En el tramo Urbano - Pendiente en descenso, colocar el selector de velocidad en la posición que se ha realizado el ascenso.

Las pruebas se ejecutan en los vehículos Chevrolet Aveo y Chevrolet Sail respectivamente, siguiendo los mismos pasos descritos en las secuencias anteriores.

Consolidación de mediciones en video

- Completada la medición de consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes se consolida todo el material con la grabación de las cámaras C1, C2 C3 y C4 en un archivo de video



Descripción de elementos en video final por prueba



1	Tiempo en video [s]
2	Prueba actual y vehículo
3	Velocidad de motor [RPM]
4	Temperatura [C]
5	Carga [%]
6	Indicador de Ciclo abierto (Open Loop)
7	Indicador de Ciclo cerrado (Closed Loop)
8	Marcha seleccionada [1,2,3,4,5, Neutro o Retro]
9	Velocidad de vehículo [km/h]
10	Distancia [km]
11	Consumo de combustible total [lt] (FUEL)
12	Consumo por recorrido actual [km/lt] (TRIP)
13	Consumo de recorrido total [km/lt] (TOTAL)
14	Consumo instantáneo [km/lt] (INSTANT)
15	Consumo por hora [lt/h] (FUELH)
16	Concentración de CO [%]
17	Concentración de CO2 [%]
18	Concentración de HC [ppm]
19	Concentración de O2 [0,24]
20	Lambda
21	AFR



Cálculo de lambda mediante concentración de emisiones de escape

- ▶ El analizador de gases QROTECH QGA 6000 cuenta con un módulo de cálculo de lambda constante basado en la fórmula de Brettschneider que mide la concentración de CO, HC, CO₂ y O₂ y aplica el porcentaje de H, C y O del vehículo de gasolina. (QROTECH, 2016)

Ecuación de Brettschneider

- ▶ Esta ecuación es el método estándar utilizado para calcular la relación aire combustible para programas de Inspección y Mantenimiento Vehicular en U.S y a nivel mundial.
- ▶ Fue desarrollada en un paper escrito por el Dr. Johannes Brettschneider para la editorial BOSCH.
- ▶ Establece un método de cálculo de lambda comparando la relación de proporción de moléculas de oxígeno, carbono e hidrógeno en los gases de escape. (Bridge Analyzers Inc., 2016)

Ecuación de Brettschneider

$$\lambda = \frac{CO_2 + \frac{CO}{2} + O_2 + \left[\left[\frac{Hcv}{4} * \frac{3,5}{3,5 + \frac{CO}{CO_2}} \right] - \frac{Ocv}{2} \right] * (CO_2 + CO)}{\left[1 + \frac{Hcv}{4} - \frac{Ocv}{2} \right] * [CO_2 + CO + K1 * HC]}$$

Ecuación 5 Ecuación de Brettschneider

Fuente: (QROTECH, 2016), (Bridge Analyzers Inc., 2016)

Proporción de Carbono e Hidrógeno por tipo de combustible

	Gasolina	GPL	CNG	Alcohol
Hcv	1.8500	2.5000	3.830	3.000
Ocv	0.0000	0.0000	0.000	0.5000
AFR	14.7	15.5	16.9	9.0

Fuente: (QROTECH, 2016)

Donde:

- CO, HC, CO₂ y O₂: Concentración en [%]
- HC: Convertir PPM a % dividiendo para 10000
- K1: Número de átomos de carbono en una molécula de HC seleccionado.
- Es la constante que convierte el valor medido por el sistema Non Dispersed InfraRed (NDIR) en el valor medido Flame Ignite Detect (FID) y se encuentra en la especificación del fabricante del analizador de gases.
- K1=12 para Hexano (Gasolina), 3 para Propano (LPG), 1 para Metano (CNG)
- Hcv: Proporción de H (hidrógeno) a C (carbono) del combustible.
- Ocv: Proporción de O (oxígeno) a C (carbono) del combustible.

Fuente: (QROTECH, 2016), (Bridge Analyzers Inc., 2016)

Ejemplo de cálculo



Datos:

CO: 0,02
 CO2: 13,6
 HC: 17
 O2: 0,34
 Hcv: 1,85
 Ocv: 0
 K1: 12
 Hexano-Gasolina

Reemplazando los datos en la ecuación:

$$\lambda = \frac{13,6 + \frac{0,02}{2} + 0,34 + \left[\frac{1,85}{4} * \frac{3,5}{3,5 + \frac{0,02}{13,6}} \right] - \frac{0}{2} * (13,6 + 0,02)}{\left[1 + \frac{1,85}{4} - \frac{0}{2} \right] * [13,6 + 0,02 + 12 * (17/10000)]}$$

$\lambda = 1,015$
 $AFR = 14,9$

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Revisión Técnica Mecánica

Informe Técnico

Chevrolet Sail y Chevrolet Aveo

- ▶ El vehículo CHEVROLET SAIL 4P STANDARD con placas XEA0779 y el vehículo CHEVROLET AVEO FAMILY 4P STANDARD con placas XEA0807, pertenecientes a la Escuela de Conducción Profesional Espe Latacunga, fueron sometidos a una revisión técnica mecánica, previa a la realización de las pruebas del proyecto de investigación en mención, a continuación se detalla el informe final del estado mecánico de ambos automotores.
- ▶ **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**
- ▶ De acuerdo al Registro de Servicio de la institución, en el vehículo CHEVROLET SAIL, se han efectuado 2 cambios de aceite y filtro respectivamente, cada 5000 Km con aceite 10W30; mientras que en el vehículo CHEVROLET AVEO, se han efectuado 9 cambios de aceite y filtro respectivamente cada 5000 Km con aceite 10W30 de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Además no se han presentado eventos de sobrecalentamiento, fallas eléctricas, ruidos extraños o comportamiento indeseado durante la conducción.

Informe Técnico

▶ MOTOR

- ▶ El motor y sus partes constitutivas no presentan daño alguno, no existen roturas, grietas, golpes o fugas que puedan indicar algún elemento defectuoso, mediante la medición de compresión por cilindro y medición de vacío, se concluye que el motor de ambos vehículos no presenta señales de desgaste irregular o mal funcionamiento de ningún tipo. Ruido y funcionamiento completamente normal.

▶ SISTEMA ELÉCTRICO

- ▶ La batería registra una medida de voltaje normal, las bujías presentan una coloración normal, no existen depósitos de carbonilla o señales de fallas de encendido. La revisión de fusibles no revela conexiones en corto o abiertas y no se presentan problemas eléctricos de ningún tipo.

Informe Técnico

▶ SUSPENSIÓN Y DIRECCIÓN

- ▶ Todos los elementos constitutivos del sistema de suspensión y dirección de ambos vehículos presentan condiciones normales, no existen deformaciones geométricas, corrosión, fisuras o fugas que puedan afectar el comportamiento del vehículo durante su funcionamiento.

▶ LLANTAS Y NEUMÁTICOS

- ▶ Los neumáticos no presentan desgaste inequitativo en la banda de rodadura, tampoco presentan señales de desgaste excesivo, cortes o irregularidades, los aros de la misma manera no presentan señales de golpes o deformaciones.

Informe Técnico

▶ TAREAS REALIZADAS

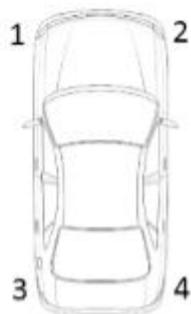
- ▶ Se realizan solo tareas de limpieza como son: ABC motor, ABC frenos e inflado de neumáticos.
- ▶ De acuerdo a los hallazgos encontrados mediante los tests de diagnóstico y medición así también como inspección visual de los vehículos en mención, se determina que se encuentran en excelente estado mecánico, no presentan señales de desgaste excesivo en ninguno de sus sistemas que puedan perjudicar el funcionamiento adecuado de ambos automotores.

Detalle puntos de revisión Chevrolet

REVISIÓN TÉCNICA MECÁNICA	
Datos del vehículo	
Marca	Chevrolet
Modelo	Sail STD 4P
Tipo	Sedán
Cilindrada	1400 cc
# Cilindros	4
Año	2015
Color	Plata
Placa	XEA0779
Kilometraje	14171 Km



Orientación



Observaciones

Registro de mantenimiento preventivo en libro de control.

Cambios de aceite y filtro cada 5000 Km con aceite 10W30.

Cambio de filtro de combustible a los 10113 Km.

INSPECCION DE FLUIDOS				
#	ITEM	NIVEL	Observaciones	Fotografia
1	Revisión nivel de refrigerante		Color rojizo. Aspecto normal sin impurezas. Nivel normal. Tapa y recipiente sin fisuras o fugas.	
2	Revisión nivel liquido hidráulico		Aspecto normal sin impurezas. Nivel normal. Tapa y recipiente sin fisuras o fugas.	
3	Revisión nivel liquido de frenos		Aspecto normal sin impurezas. Nivel normal. Tapa y recipiente sin fisuras o fugas.	
4	Revisión nivel aceite motor		Aspecto normal sin impurezas. Nivel normal.	
5	Revisión nivel liquido de bateria	Nivel normal, sobre placas.		

MOTOR					
6	Compresión	Presión [PSI]		Nivel de compresión normal, cilindro #3 con variación de 3% respecto a los demás.	
		#1	#2		
		160	155		
		#3	#4		
		155	160		
7	Vacío	Presión [mmHg]		Nivel de medición de vacío normal, sin vibración de aguja.	
		En ralentí			
		14			
		Aceleración progresiva			
		10-15			
Aceleración brusca					
0-20					
8	Filtro de aire	Filtro contaminado, se reemplaza por uno nuevo.			
9	Filtro de combustible	No existen fugas ni roturas.			
10	Múltiple de admisión	No existen fugas ni roturas. Se realiza limpieza de cuerpo de aceleración			
11	Tubería de depurador	No existen fugas ni roturas. Se realiza limpieza junto con cuerpo de aceleración.			

12	Múltiple de escape	No existen fugas ni roturas.	
13	Tubería de escape	No existen fugas, roturas o golpes.	
14	Banda de accesorios	No existen roturas o grietas.	
15	Radiador	No existen fugas, roturas o golpes.	
16	Mangueras de refrigerante	No existen fugas, roturas o golpes.	

SISTEMA ELECTRICO					
17	Bateria	V Apagado [V]	Voltaje normal		
		12,55			
		V Carga [V]			
		14,15			
18	Bujía cilindro #1	SEPARACION [mm]	Observaciones	 	
	Bujía cilindro #2	SEPARACION [mm]			Bujías de aspecto normal, no existen depósitos de carbonilla, se realiza limpieza y calibración.
		1			
	Bujía cilindro #3	SEPARACION [mm]			
		1			
Bujía cilindro #4	SEPARACION [mm]	1			
19	Fusibles	Buen estado, no existen fusibles en conexión abierta.			
SUSPENSION Y DIRECCION					
20	Amortiguadores	No existen evidencias de fugas o golpes.			

21	Espirales	No existen roturas, corrosión o deformaciones.		
22	Guardapolvos	No existen roturas.		
23	Mesas	No existen fisuras, corrosión o deformaciones.		
24	Rótulas	No existen fisuras, corrosión o deformaciones, juego nulo		
25	Varillaje dirección	No existen fisuras, corrosión o deformaciones, juego nulo		

LLANTAS Y NEUMATICOS					
26	Neumáticos	PRESION [PSI]		Baja presión de neumáticos, se realiza inflado a 32 PSI.	
		#1	#2		
		25	26		
		#3	#4		
		25	27	Labrado con desgaste equitativo en todos los neumáticos	
		LABRADO [mm]			
		#1	#2		
		6	7		
		#3	#4	Neumáticos con tiempo de uso de 2 años 10 semanas.	
		7	7		
		SEMANA			
		16	AÑO		
2014					
27	Aros	Raspones varios, no hay evidencia de golpes o deformaciones.			

Detalle puntos de revisión Chevrolet

REVISIÓN TÉCNICA MECÁNICA	
Datos del vehículo	
Marca	Chevrolet
Modelo	Aveo Family STD 4P
Tipo	Sedán
Cilindrada	1500 cc
# Cilindros	4
Año	2013
Color	Plata
Placa	XEA0807
Kilometraje	47282 Km




Orientación

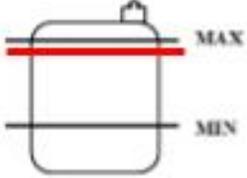
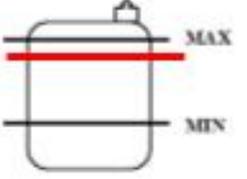
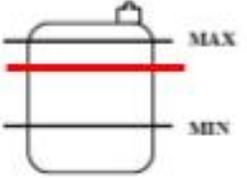
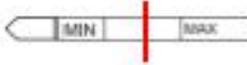


Observaciones

Registro de mantenimiento preventivo en libro de control.

Cambios de aceite y filtro cada 5000 Km con aceite 10W30.

Cambio de filtro de combustible a los 42113 Km.

INSPECCION DE FLUIDOS				
#	ITEM	NIVEL	Observaciones	Fotografía
1	Revisión nivel de refrigerante		Color rojizo. Aspecto normal sin impurezas. Nivel normal. Tapa y recipiente sin fisuras o fugas.	
2	Revisión nivel liquido hidráulico		Aspecto normal sin impurezas. Nivel normal. Tapa y recipiente sin fisuras o fugas.	
3	Revisión nivel liquido de frenos		Aspecto normal sin impurezas. Nivel normal. Tapa y recipiente sin fisuras o fugas.	
4	Revisión nivel aceite motor		Aspecto normal sin impurezas. Nivel normal.	
5	Revisión nivel liquido de batería		Nivel normal, sobre placas.	

MOTOR					
6	Compresión	Presión [PSI]		Nivel de compresión normal, cilindro #3 con variación de 3% respecto a los demás.	
		#1	#2		
		155	155		
		#3	#4		
		150	155		
7	Vacío	Presión [mmHg]		Nivel de medición de vacío normal. No se presenta vibración de aguja.	
		En ralentí			
		14			
		Aceleración progresiva			
		11-16			
Aceleración brusca					
0-16					
8	Filtro de aire	Filtro contaminado, se reemplaza por uno nuevo.			
9	Filtro de combustible	No existen fugas ni roturas.			
10	Múltiple de admisión	No existen fugas ni roturas. Se realiza limpieza de cuerpo de aceleración.			

11	Tubería de depurador	No existen fugas ni roturas. Se realiza limpieza junto con cuerpo de aceleración.	
12	Múltiple de escape	No existen fugas ni roturas.	
13	Tubería de escape	No existen fugas, roturas o golpes.	
14	Banda de accesorios	No existen roturas o grietas.	
15	Radiador	No existen fugas, roturas o golpes.	

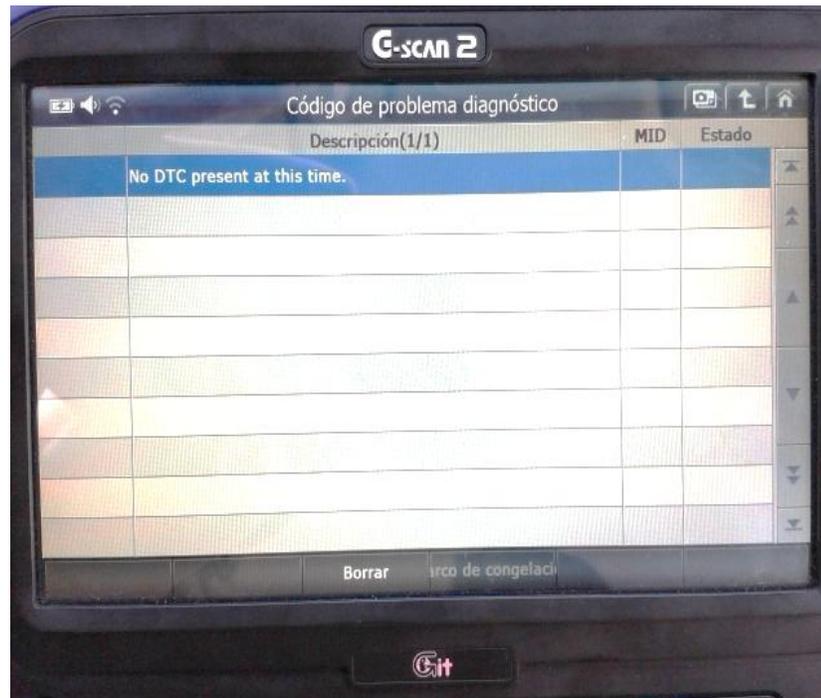
16	Mangueras de refrigerante	No existen fugas, roturas o golpes		
SISTEMA ELECTRICO				
17	Bateria	V Apagado [V]	Voltaje normal	
		12,55		
		V Carga [V]		
		14,31		
18	Bujía cilindro #1	SEPARACION [mm]	Bujías de aspecto normal, no existen depósitos de carbonilla, se realiza limpieza y calibración.	
	Bujía cilindro #2	SEPARACION [mm]		
		0,8		
	Bujía cilindro #3	SEPARACION [mm]		
		0,8		
	Bujía cilindro #4	SEPARACION [mm]		
		0,8		

19	Cables de bujía	RESISTENCIA [KOhm]		Cables no presentan grietas o daños en la cubierta de protección.	
		#1	#2		
		4,5	3,9		
		#3	#4		
		3,7	2,4		
		Longitud [mm]		Contactos limpios y no presentan deformaciones. Relación entre resistencia y longitud normal	
#1	#2				
360	290				
#3	#4				
225	100				
20	Fusibles	Buen estado, no existen fusibles en conexión abierta.			
SUSPENSIÓN Y DIRECCION					
21	Amortiguadores	No existen evidencias de fugas o golpes.			

22	Espirales	No existen roturas, corrosión o deformaciones.	
23	Guardapolvos	No existen roturas.	
24	Mesas	No existen fisuras, corrosión o deformaciones.	
25	Rótulas	No existen fisuras, corrosión o deformaciones, juego nulo	
26	Varillaje dirección	No existen fisuras, corrosión o deformaciones, juego nulo	

LLANTAS Y NEUMATICOS					
27	Neumáticos	PRESION [PSI]		Baja presión de neumáticos, se realiza inflado a 32 PSI.	
		#1	#2		
		27	25		
		#3	#4		
		LABRADO [mm]		Labrado con desgaste equitativo en todos los neumáticos	
		#1	#2		
		4,75	4		
		#3	#4		
		#3	#4		
		4,5	4		
		SEMANA		Neumáticos con tiempo de uso de 3 años 12 semanas.	
		22			
		AÑO			
		2013			
28	Aros	Raspones varios, no hay evidencia de golpes o deformaciones.			

Revisión con escáner OBD II Chevrolet Sail - Chevrolet Aveo



No se detectaron códigos de falla almacenados en la memoria, no se presentan códigos de falla durante el funcionamiento del motor en ralentí.

Medición de emisiones contaminantes en prueba estática

► Chevrolet Sail

En referencia a los límites máximos permitidos para fuentes móviles de la norma NTE INEN 2204 y los valores máximos permitidos para la revisión vehicular del distrito metropolitano de Quito, se determina que el motor del vehículo emite una concentración de gases contaminantes dentro de los niveles normales para su segmento.

ESPE LATACUNGA Tel: 0000000		Email:	
DATOS DEL CLIENTE NOMBRE: ESCUELA DE CONDUCCION ESP APELLIDO: NESTOR ROMERO IDENTIFICACION: DISPOSITIVO: COD001		DATOS DEL VEHICULO PLACA: XEA0779 MODELO: 2015 MARCA: CHEVROLET LINEA: SAIL 4P SEDAN MOTOR: COMBUSTIBLE: GASOLINA VIN: 8LAUY5275F0269576	
DATOS DE LA PRUEBA			
RALENTI		CRUCERO	
RESULTADOS	NORMA	RESULTADOS	NORMA
HC: 18.00	HC LIMITE: 100.00 ppm	HC: 8.00	HC LIMITE: 100.00 ppm
CO: 0.03	CO LIMITE: 2.00 %	CO: 0.00	CO LIMITE: 2.00 %
CO2: 14.26	CO2 MINIMO: 7.00 %	CO2: 14.23	CO2 MINIMO: 7.00 %
O2: 0.08	O2 MAXIMO: 5.00 %	O2: 0.15	O2 MAXIMO: 5.00 %
RPM: 806	RPM MIN: 500 rpm	RPM: 2,573	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: 2/22/2016 12:20:55PM		RESULTADO GENERAL: APROBADA	

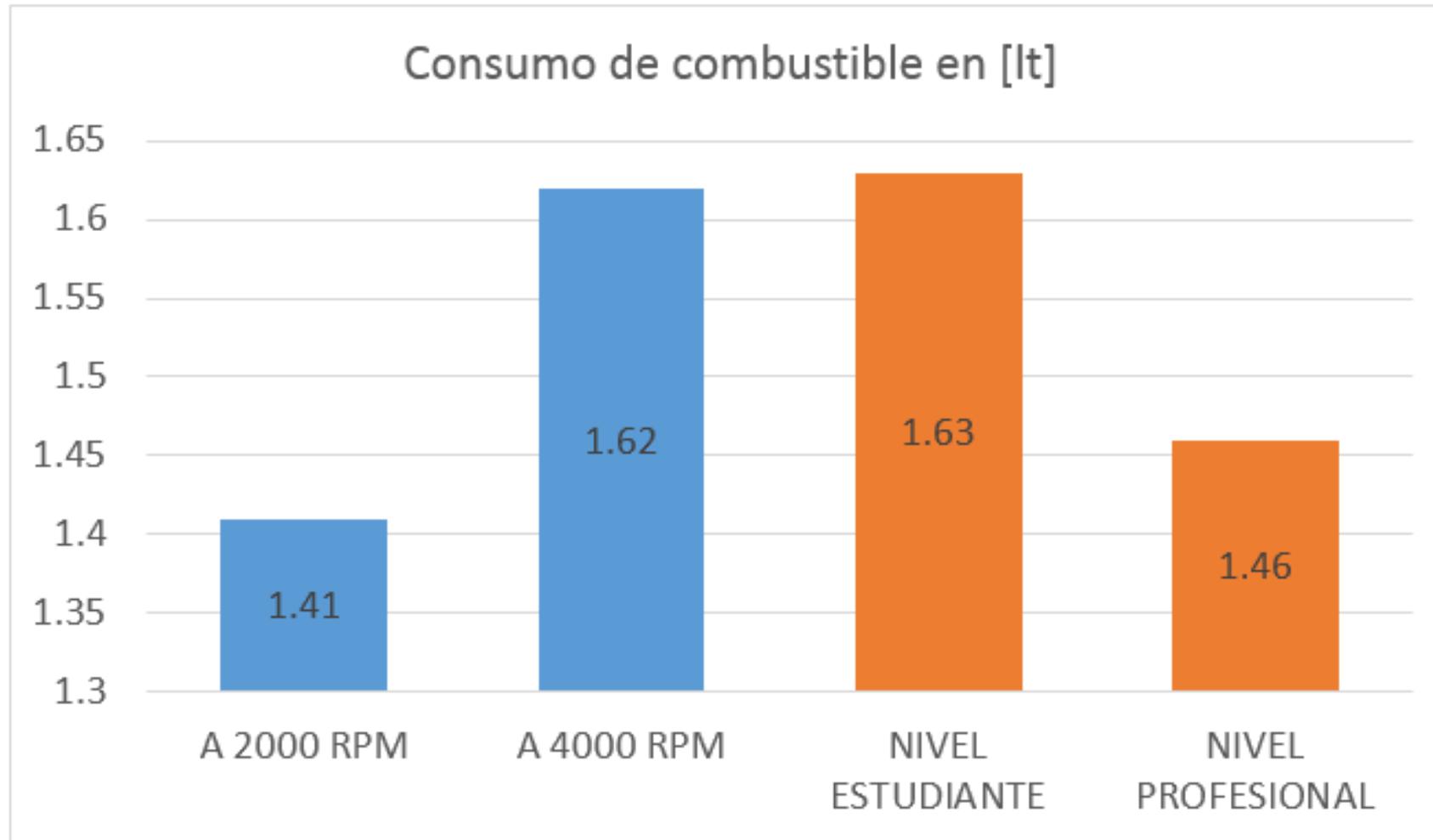
Medición de emisiones contaminantes en prueba estática

► Chevrolet Aveo

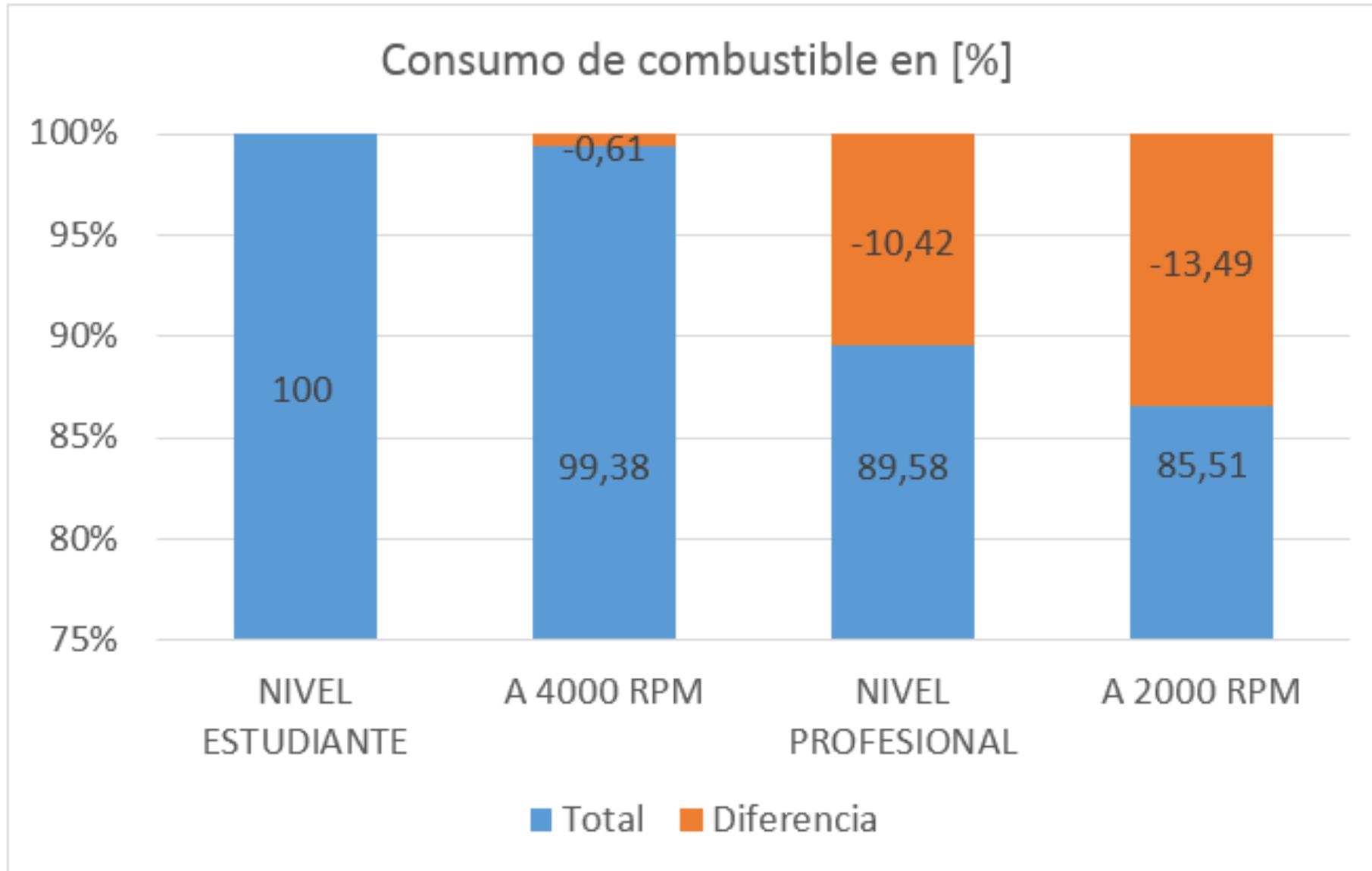
En referencia a los límites máximos permitidos para fuentes móviles de la norma NTE INEN 2204 y los valores máximos permitidos para la revisión vehicular del distrito metropolitano de Quito, se determina que el motor del vehículo emite una concentración de gases contaminantes dentro de los niveles normales para su segmento.

ESPE LATACUNGA Tel: 0000000		Email:	
DATOS DEL CLIENTE NOMBRE: ESCUELA DE CONDUCCION ESP APELLIDO: ROMERO NESTOR IDENTIFICACION: DISPOSITIVO: COD001		DATOS DEL VEHICULO PLACA: XEA0807 MODELO: 2013 MARCA: CHEVROLET LINEA: AVEO FAMILY 4P MOTOR: COMBUSTIBLE: GASOLINA VIN: 8LATD51Y4D0191743	
DATOS DE LA PRUEBA			
RALENTI		CRUCERO	
RESULTADOS	NORMA	RESULTADOS	NORMA
HC: 14.00	HC LIMITE: 100.00 ppm	HC: 47.00	HC LIMITE: 100.00 ppm
CO: 0.01	CO LIMITE: 2.00 %	CO: 0.04	CO LIMITE: 2.00 %
CO2: 14.26	CO2 MINIMO: 7.00 %	CO2: 13.90	CO2 MINIMO: 7.00 %
O2: 0.14	O2 MAXIMO: 5.00 %	O2: 0.56	O2 MAXIMO: 5.00 %
RPM: 1,006	RPM MIN: 500 rpm	RPM: 2,504	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: 2/15/2016 10:17:37AM		RESULTADO GENERAL: APROBADA	

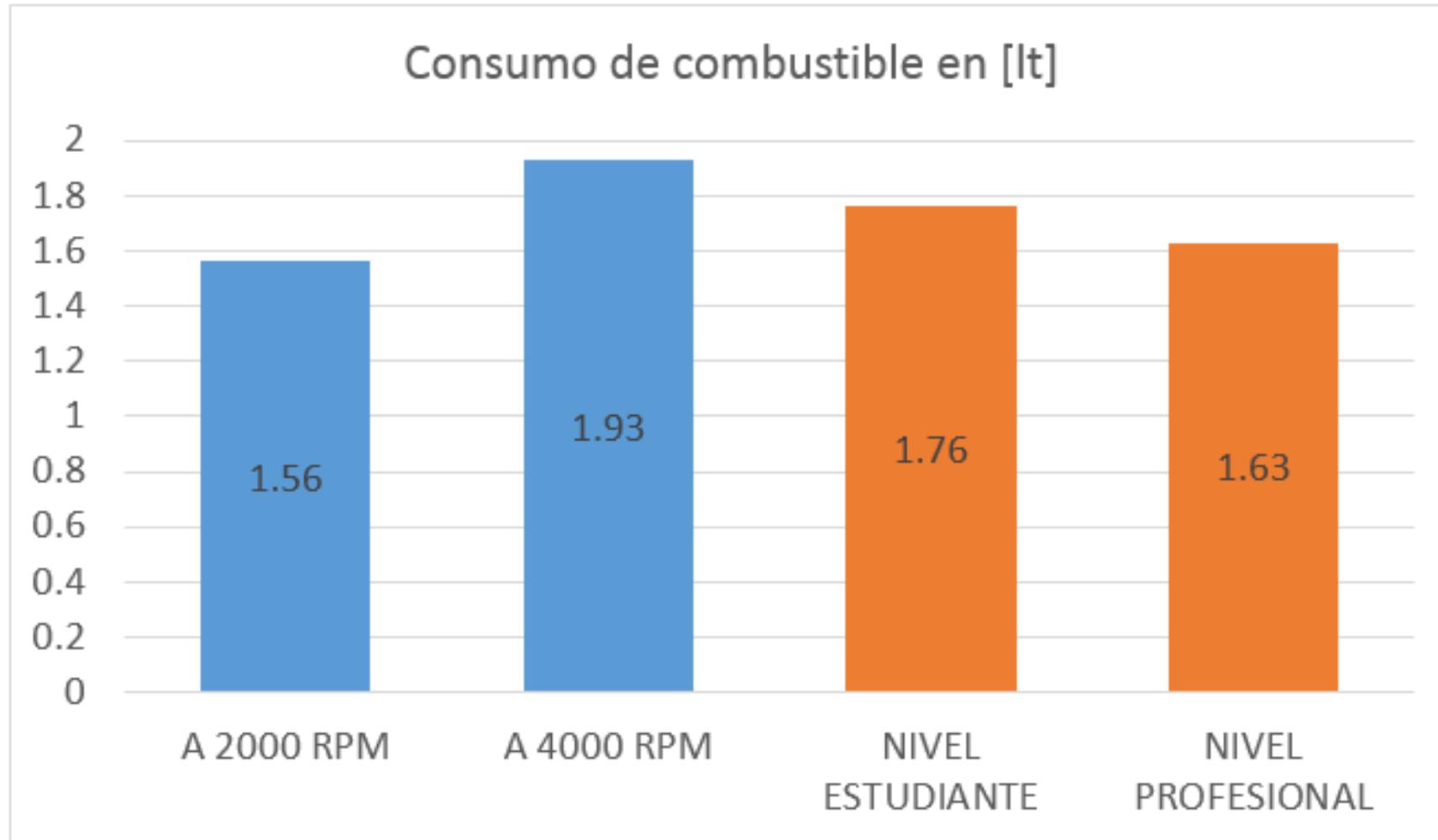
Resultados obtenidos de la realización de las pruebas Consumo de combustible Chevrolet Sail



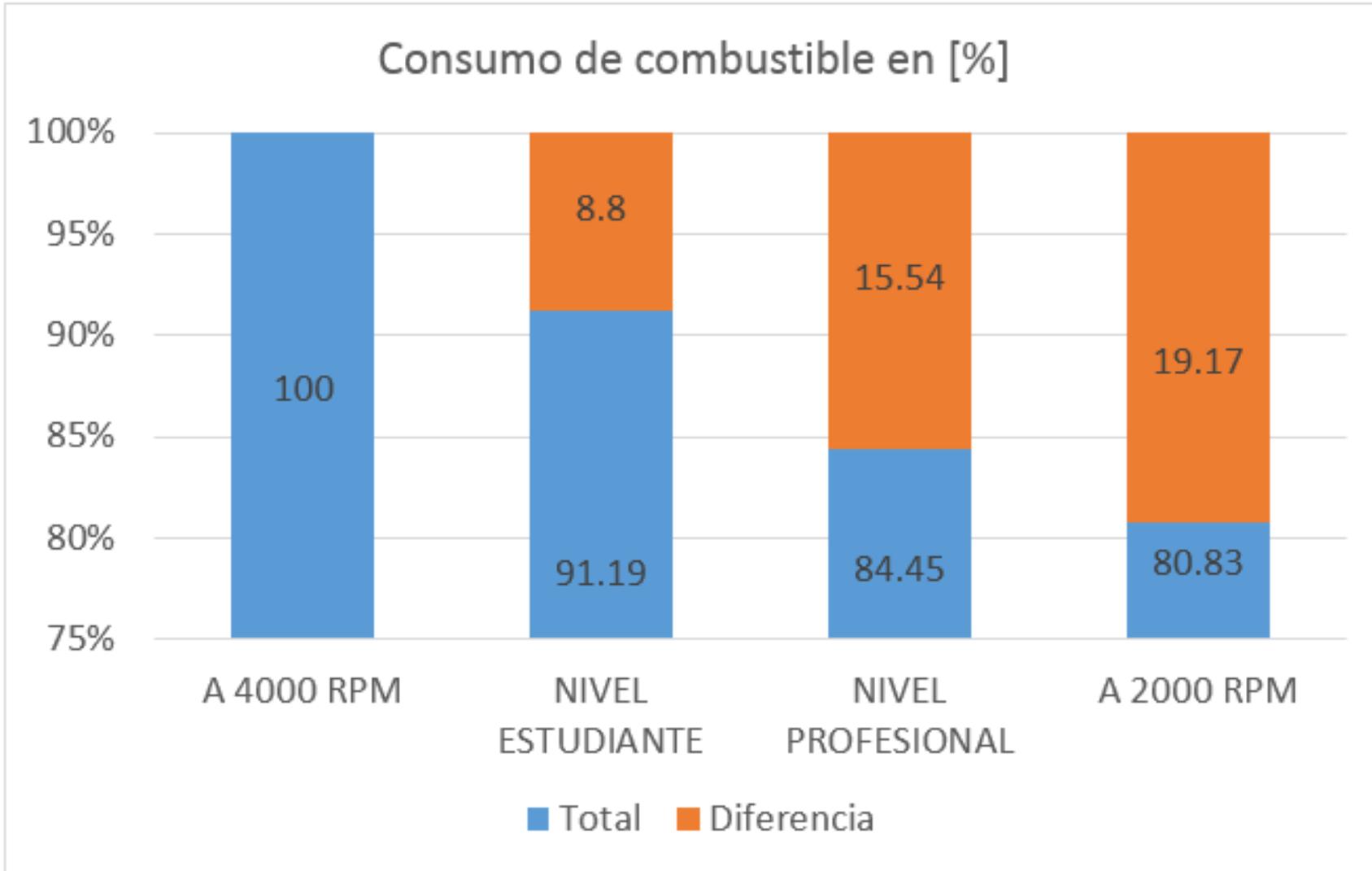
Chevrolet Sail



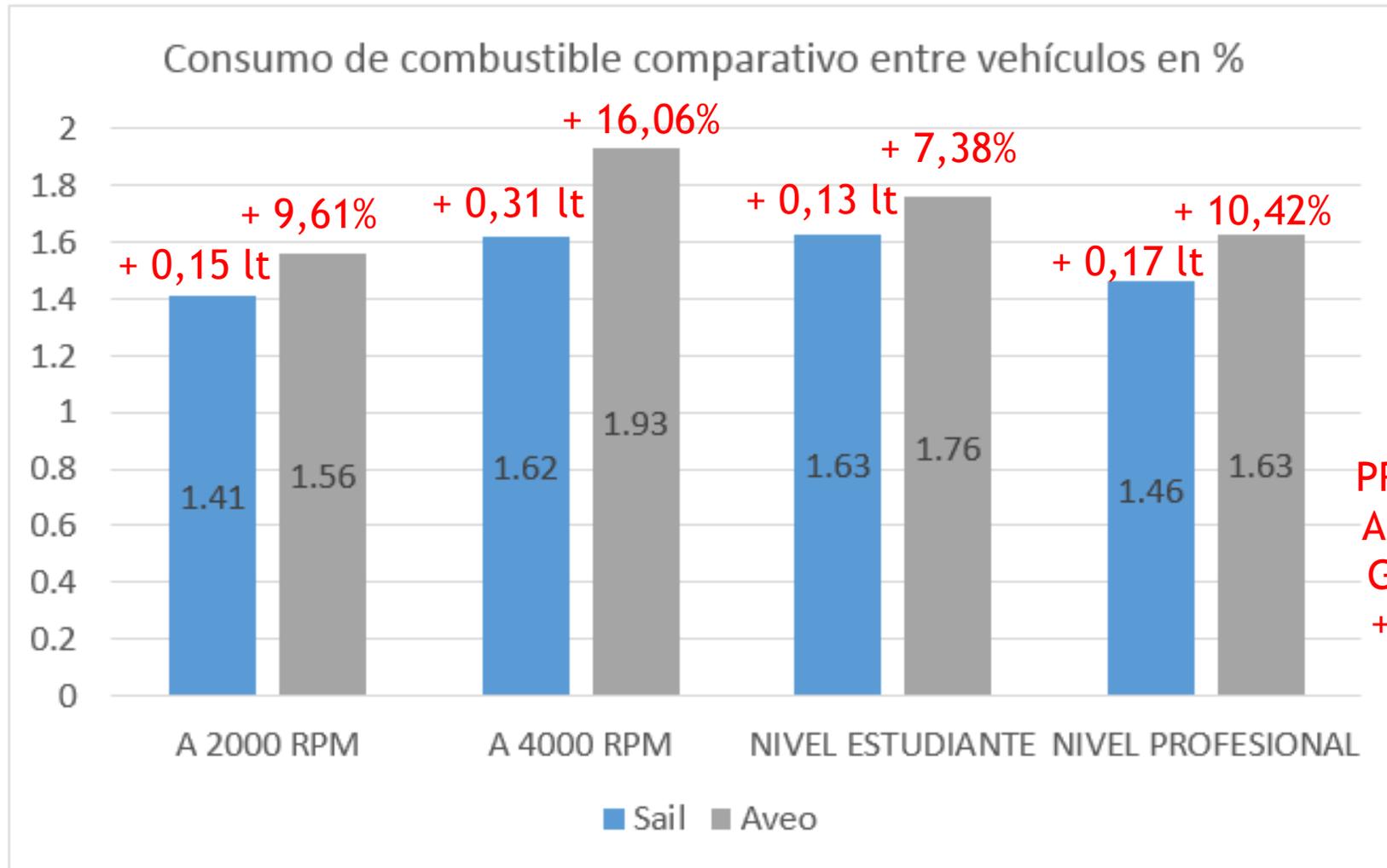
Consumo de combustible Chevrolet Aveo



Chevrolet Aveo

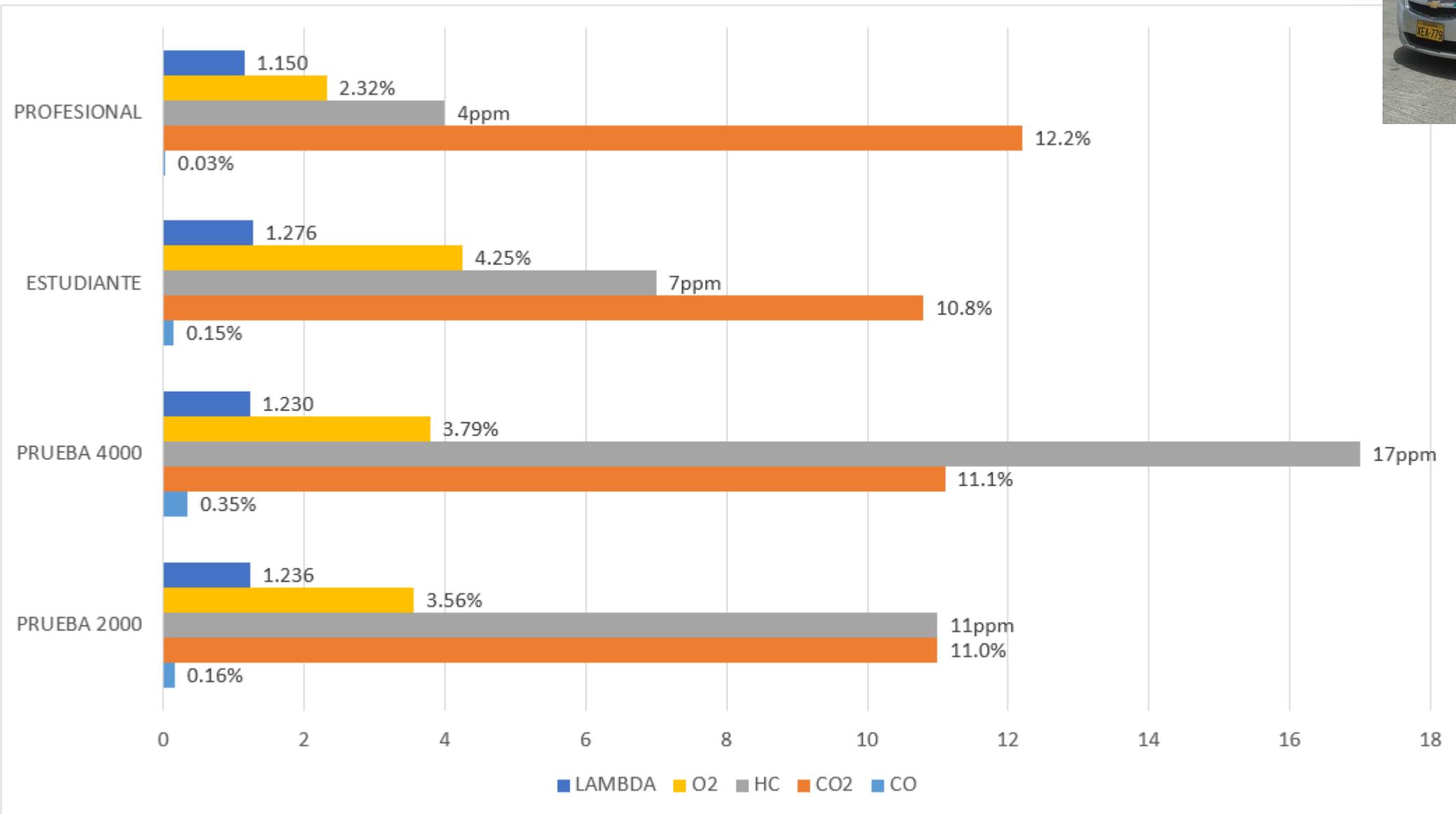


Comparativo entre vehículos



**PROMEDIO
AUMENTO
GENERAL
+ 10,42%**

Emisión de gases contaminantes Chevrolet Sail



Análisis por tipo de gas

Concentración de CO

CO	
A 4000 RPM	0,35%
A 2000 RPM	0,16%
NIVEL ESTUDIANTE	0,15%
NIVEL PROFESIONAL	0,03%

+67,61%



Aumento de concentración - Mezcla rica

- Durante el aumento de requerimiento de energía bajo condiciones de alta carga (Control de lambda en ciclo abierto).
- Alto régimen de motor que produce mayor pérdidas por fricción y consumo de potencia de sistemas auxiliares.
- Barrido de mezcla durante el traslape

Reducción de concentración

- Motor está dentro de la temperatura de funcionamiento a ralentí o velocidad crucero, porque el régimen motor se mantiene por debajo de las 4000 RPM, de forma que existe el oxígeno suficiente disponible durante la combustión para completar la reacción de oxidación con los átomos de carbono a bajo régimen de motor.

Análisis por tipo de gas



Concentración de HC

HC	
A 4000 RPM	17 ppm
A 2000 RPM	11 ppm
NIVEL ESTUDIANTE	7 ppm
NIVEL PROFESIONAL	4 ppm

56,86%

Aumento de concentración
incompleta

- Combustión

Reducción de concentración

- Extinción de frente de llama (inherente al diseño del motor).
- Alto régimen de motor que produce mayor barrido de mezcla durante traslape

- Régimen de motor por debajo de 4000 RPM

Análisis por tipo de gas

Concentración de CO₂

CO ₂	
NIVEL PROFESIONAL	12,2%
PRUEBA A 4000	11,1%
PRUEBA A 2000	11,0%
NIVEL ESTUDIANTE	10,8%



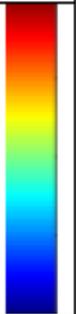
Indicativo proporcional de regulación de mezcla aire/combustible

- Mientras mayor la concentración generada, mas eficiente es la combustión
- Menor cantidad de HC y CO emitida.



Análisis por tipo de gas

Concentración de O₂ y Lambda

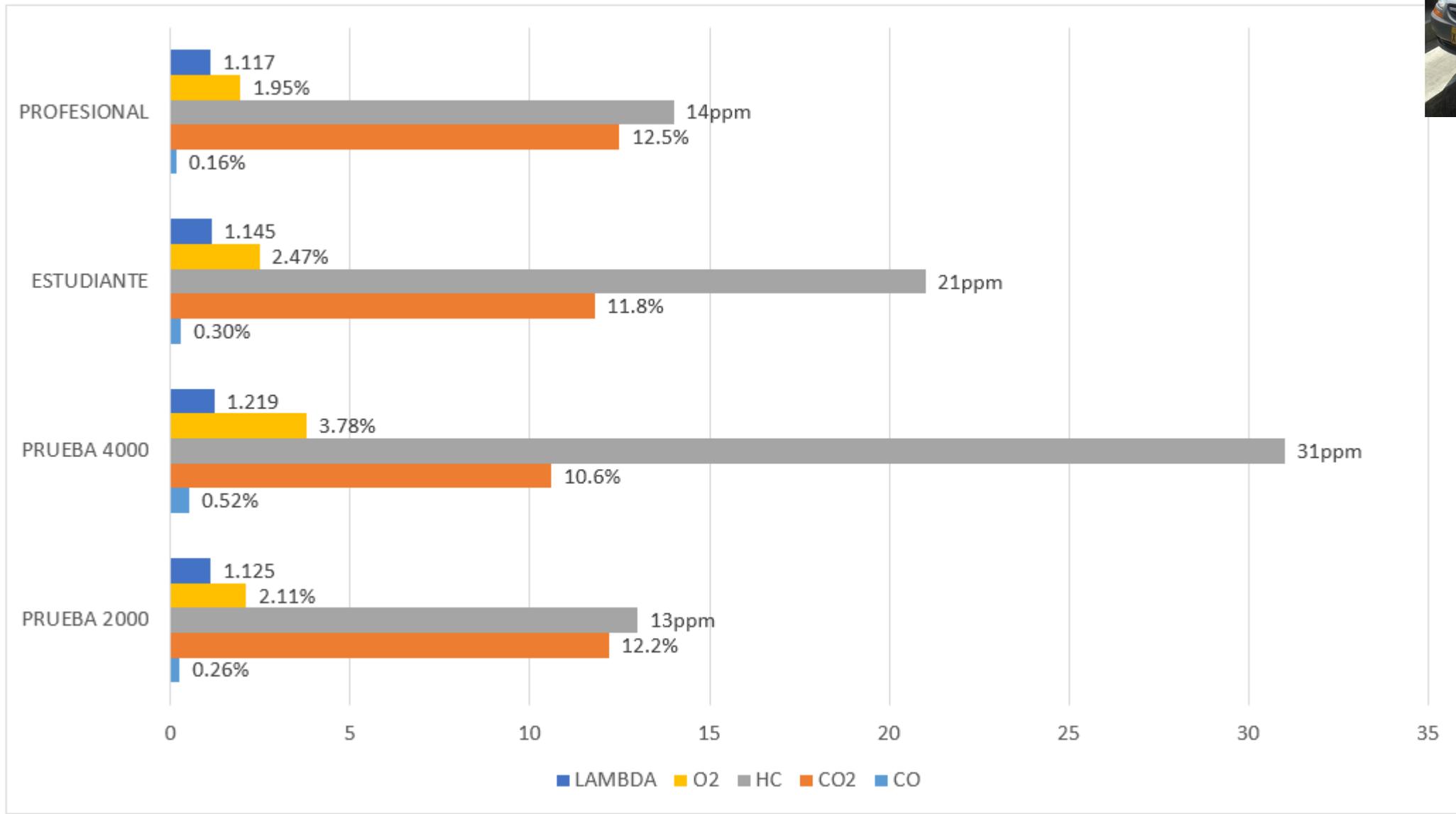
	O ₂	λ	
NIVEL ESTUDIANTE	4,25%	1,276	
A 4000 RPM	3,79%	1,230	
A 2000 RPM	3,56%	1,222	
NIVEL PROFESIONAL	2,32%	1,150	



Indicativo de motor funcionando con mezcla pobre

- Opuesto de contenido de CO.
- Relación intrínseca con lambda.
- Efecto de formación de mezcla por inyección en múltiple de admisión debido a demanda de alto torque y altas velocidades del motor. Lambda es situado usualmente igual o superior en valores inmediatos de $\lambda=1$.
- Alto régimen de motor que produce mayor barrido de mezcla durante traslape.
- Mientras menor sea la variación de lambda menor concentración de CO, HC y O₂ pero con CO₂ en aumento.

Emisión de gases contaminantes Chevrolet Aveo



Análisis por tipo de gas

Concentración de CO

CO	
A 4000 RPM	0,52%
NIVEL ESTUDIANTE	0,30%
A 2000 RPM	0,26%
NIVEL PROFESIONAL	0,16%

+53,84%



Aumento de concentración - Mezcla rica

- Durante el aumento de requerimiento de energía bajo condiciones de alta carga (Control de lambda en ciclo abierto).
- Alto régimen de motor que produce mayor pérdidas por fricción y consumo de potencia de sistemas auxiliares.
- Barrido de mezcla durante el traslape

Reducción de concentración

- Motor está dentro de la temperatura de funcionamiento a ralentí o velocidad crucero, porque el régimen motor se mantiene por debajo de las 4000 RPM, de forma que existe el oxígeno suficiente disponible durante la combustión para completar la reacción de oxidación con los átomos de carbono a bajo régimen de motor.

Análisis por tipo de gas

Concentración de HC

HC	
A 4000 RPM	31 ppm
NIVEL ESTUDIANTE	21 ppm
NIVEL PROFESIONAL	14 ppm
A 2000 RPM	13 ppm

+48,38%



Aumento de concentración - Combustión incompleta

- Extinción de frente de llama (inherente al diseño del motor).
- Alto régimen de motor que produce mayor barrido de mezcla durante traslape

Reducción de concentración

- Régimen de motor por debajo de 4000 RPM

Análisis por tipo de gas

Concentración de CO₂

CO ₂	
NIVEL PROFESIONAL	12,5%
A 2000 RPM	12,2%
NIVEL ESTUDIANTE	11,8%
A 4000 RPM	10,6%



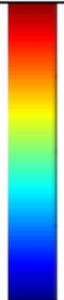
Indicativo proporcional de regulación de mezcla aire/combustible

- Mientras mayor la concentración generada, mas eficiente es la combustión
- Menor cantidad de HC y CO emitida.



Análisis por tipo de gas

Concentración de O₂ y Lambda

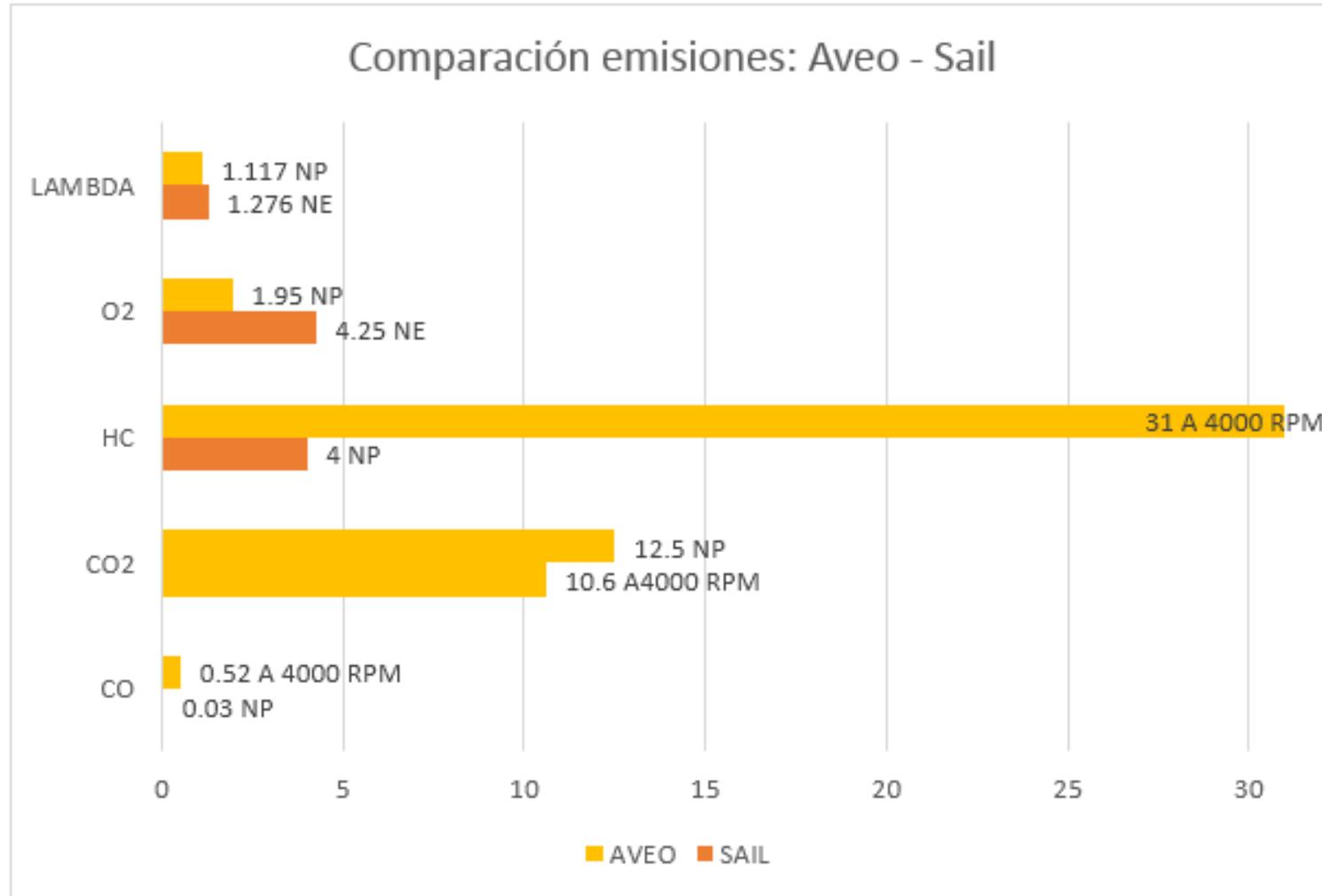
	O ₂	λ	
A 4000 RPM	3,78%	1,219	
NIVEL ESTUDIANTE	2,47%	1,145	
A 2000 RPM	2,11%	1,125	
NIVEL PROFESIONAL	1,95%	1,117	

Indicativo de motor funcionando con mezcla pobre

- Opuesto de contenido de CO.
- Relación intrínseca con lambda.
- Efecto de formación de mezcla por inyección en múltiple de admisión debido a demanda de alto torque y altas velocidades del motor. Lambda es situado usualmente igual o superior en valores inmediatos de $\lambda=1$.
- Alto régimen de motor que produce mayor barrido de mezcla durante traslape.
- Mientras menor sea la variación de lambda menor concentración de CO, HC y O₂ pero con CO₂ en aumento.



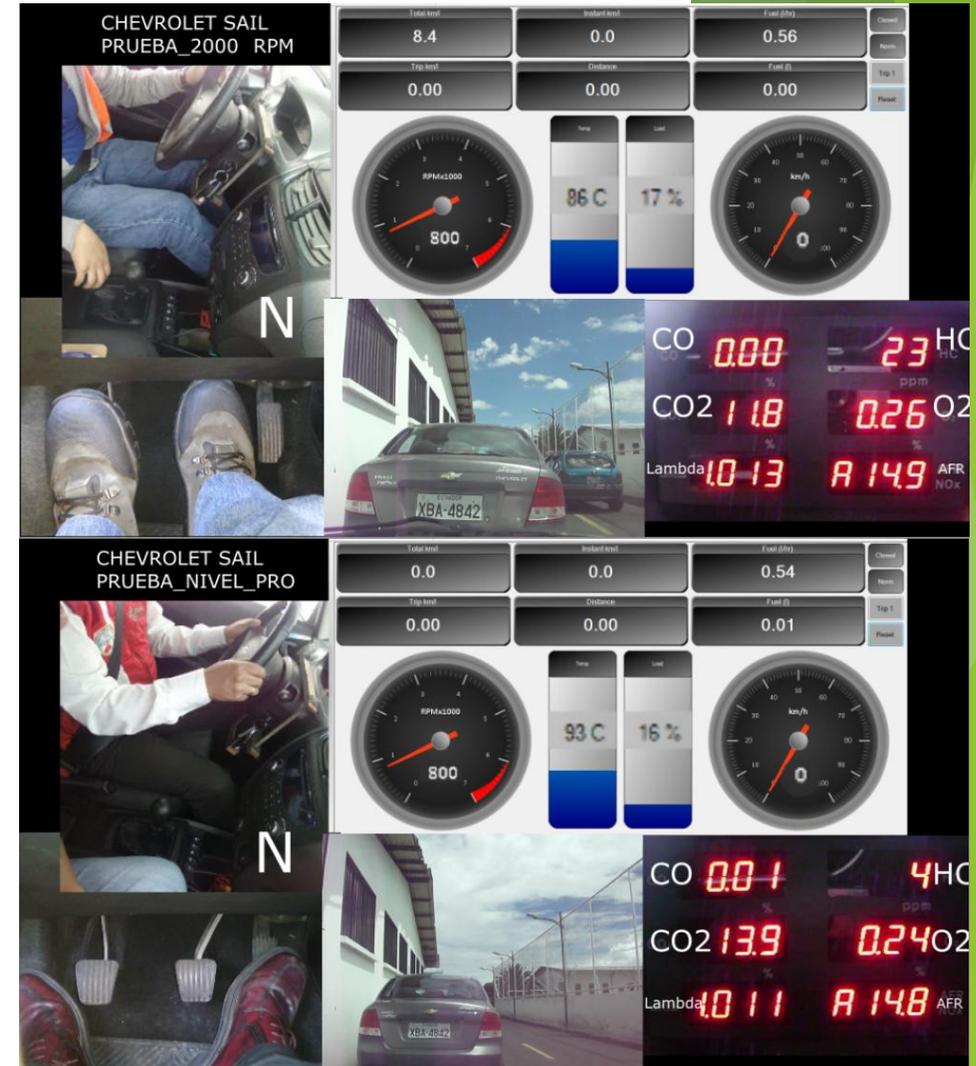
Comparativo entre vehículos



6 ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO DE CONDUCCIÓN EFICIENTE



- ▶ Resultados obtenidos en la realización de las pruebas sirven como herramienta fundamental de comprensión, análisis y desarrollo de un método genérico para alcanzar la reducción de consumo de combustible y emisión de gases contaminantes.
- ▶ Se debe emprender un análisis más exhaustivo enfocado en valores máximos y mínimos.
- ▶ Se toma como referencia datos de la prueba a 2000 RPM y de nivel estudiante del Chevrolet Sail



Segmentación de ruta

- ▶ Fraccionamiento de la totalidad de la ruta en segmentos mas pequeños.
 - ▶ Permite observar los factores que influyen de forma detallada y minuciosa
 - ▶ Régimen de motor
 - ▶ Velocidad
 - ▶ Carga de motor
 - ▶ Consumo de combustible por hora
 - ▶ Regulación de mezcla
 - ▶ Condición del camino
 - ▶ Densidad de tráfico
- ▶ Se establecen los siguientes puntos de control donde los parámetros de funcionamiento del motor y el criterio de conducción cambian respecto a los demás segmentos bajo distintas condiciones.

SEGMENTO 1	INICIO ESPE-L	FIN Pendiente en ascenso a Santán
DISTANCIA		
1,58 Km		
CONDICIONES	Tramo urbano de avenidas y calles con tráfico ligero.	
SEGMENTO 2	INICIO Pendiente en ascenso a Santán	FIN Giro en U
DISTANCIA		
2,54 Km		
CONDICIONES	Tramo urbano de pendiente en ascenso con tráfico nulo. Superficie con elevación – Ascenso	
SEGMENTO 3	INICIO Giro en U	FIN Giro izquierda calle Los Illinizas
DISTANCIA		
3,81 Km		
CONDICIONES	Tramo urbano de pendiente en descenso con tráfico nulo. Superficie con elevación – Descenso	

SEGMENTO 4	INICIO Giro izquierda calle Los Illinizas	FIN Giro derecha calle Sánchez Ore.
DISTANCIA		
4,97 Km		
CONDICIONES	Tramo urbano de avenidas y calles con tráfico ligero.	

SEGMENTO 5	INICIO Giro derecha calle Sánchez Ore.	FIN Giro Panamericana Sur
DISTANCIA		
7,18 Km		
CONDICIONES	Tramo urbano de avenidas y calles con tráfico alto. Mayor cantidad de paradas sucesivas.	
SEGMENTO 6	INICIO Giro Panamericana Sur	FIN Semáforo Niágara
DISTANCIA		
10,21 Km		
CONDICIONES	Tramo urbano de carretera con tráfico moderado. Velocidad constante de 50 Km/h.	

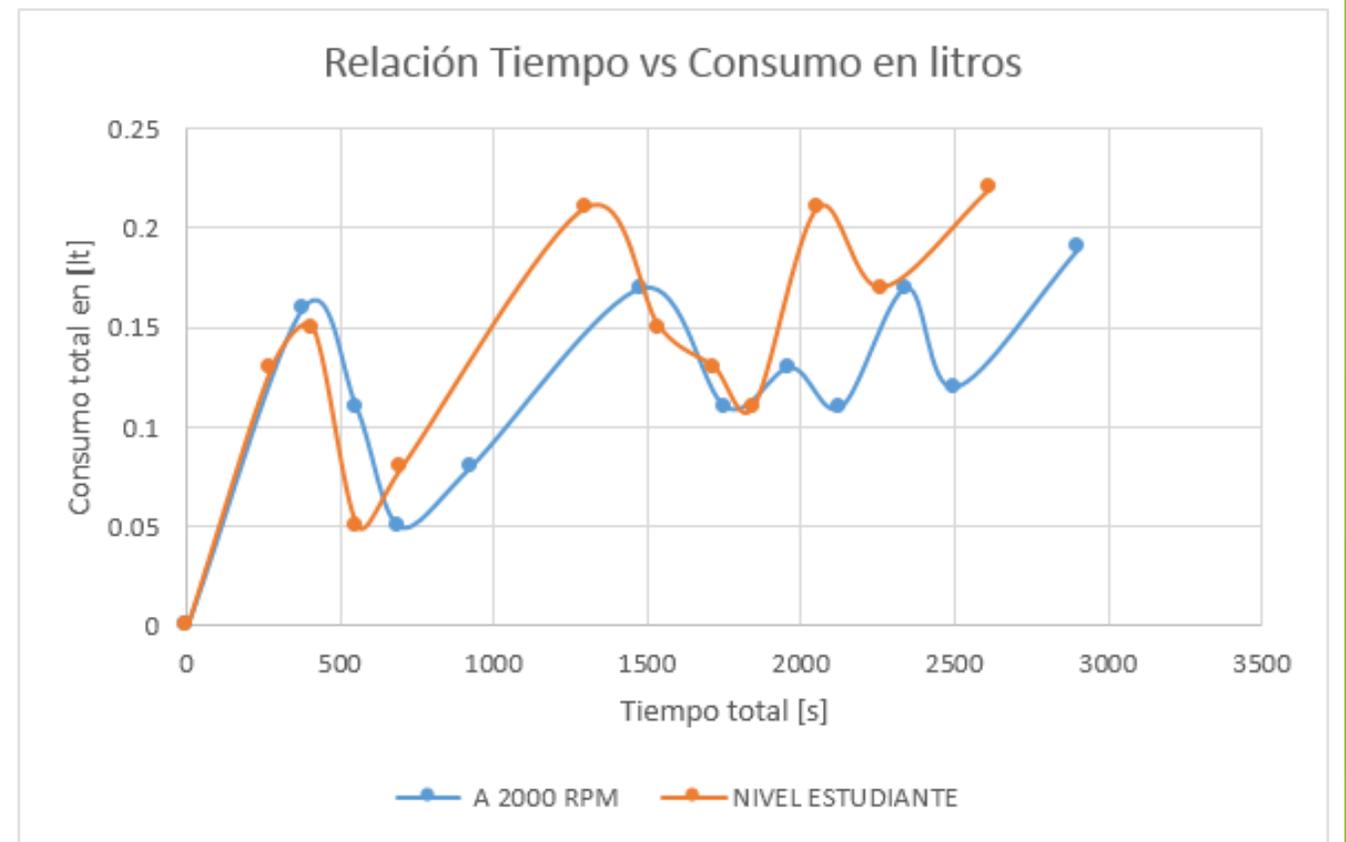
SEGMENTO 7	INICIO Semáforo Niágara	FIN Semáforo Belisario Quevedo
DISTANCIA		
13,12 Km		
CONDICIONES	Tramo perimetral con tráfico moderado. Velocidad constante de 80 Km/h.	
SEGMENTO 8	INICIO Semáforo Belisario Quevedo	FIN Giro en U Rieles de Tren
DISTANCIA		
15,92 Km		
CONDICIONES	Tramo de carretera con tráfico moderado. Velocidad constante de 100 Km/h.	
SEGMENTO 9	INICIO Giro en U Rieles de Tren	FIN Semáforo Belisario Quevedo
DISTANCIA		
18,76 Km		
CONDICIONES	Punto de retorno. Tramo de carretera con tráfico moderado. Velocidad constante de 100 Km/h.	

SEGMENTO 10	INICIO Semáforo Belisario Quevedo	FIN Desvío Av. Unidad Nacional
DISTANCIA		
22 Km		
CONDICIONES	Tramo perimetral con tráfico moderado. Velocidad constante de 80 Km/h.	
SEGMENTO 11	INICIO Desvío Av. Unidad Nacional	FIN ESPE-L
DISTANCIA		
25,41 Km		
CONDICIONES	Tramo urbano de avenidas y calles con tráfico ligero.	

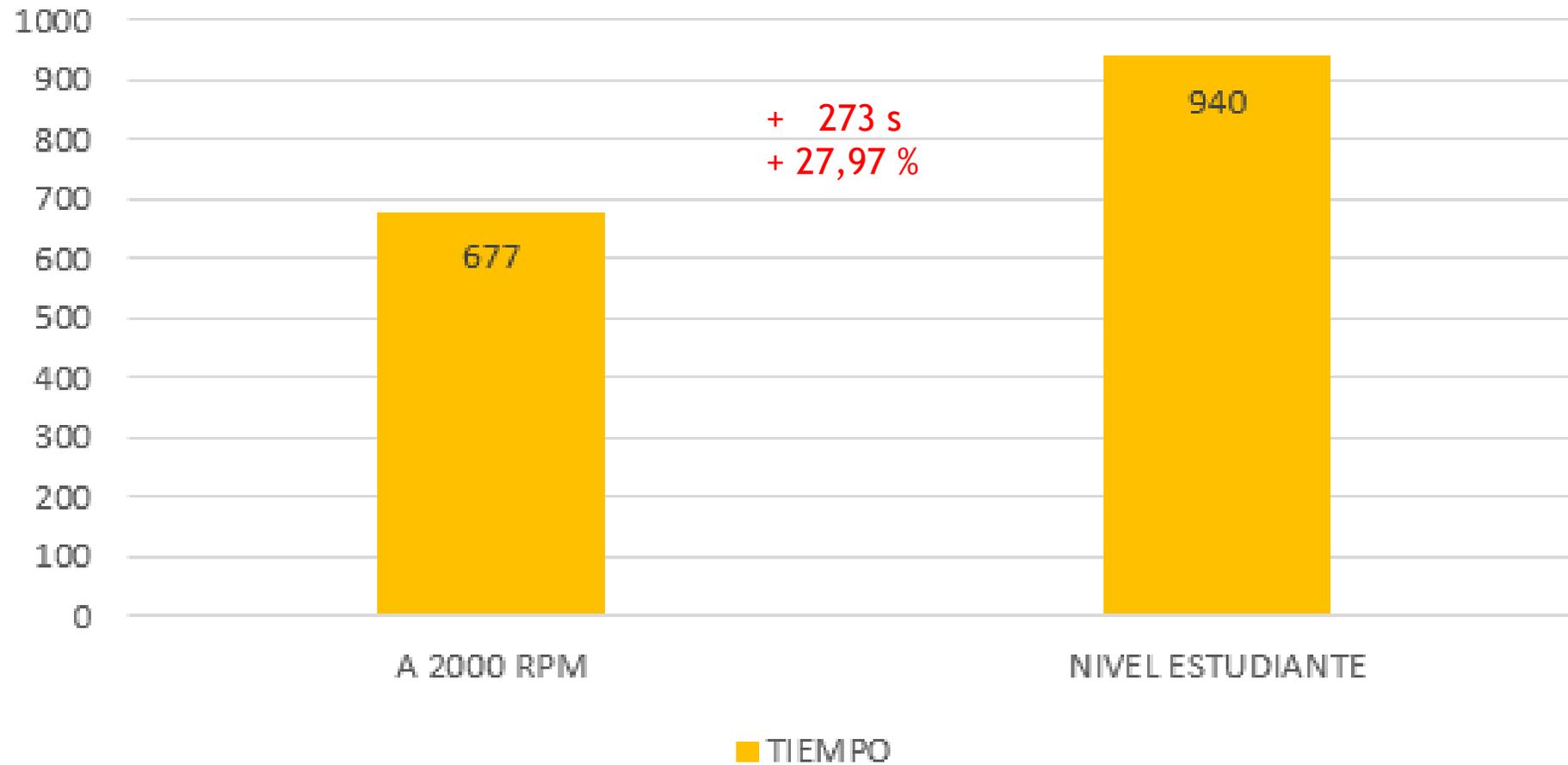
Relación de variables por tiempo recorrido

Tiempo total por prueba y ciclo abierto

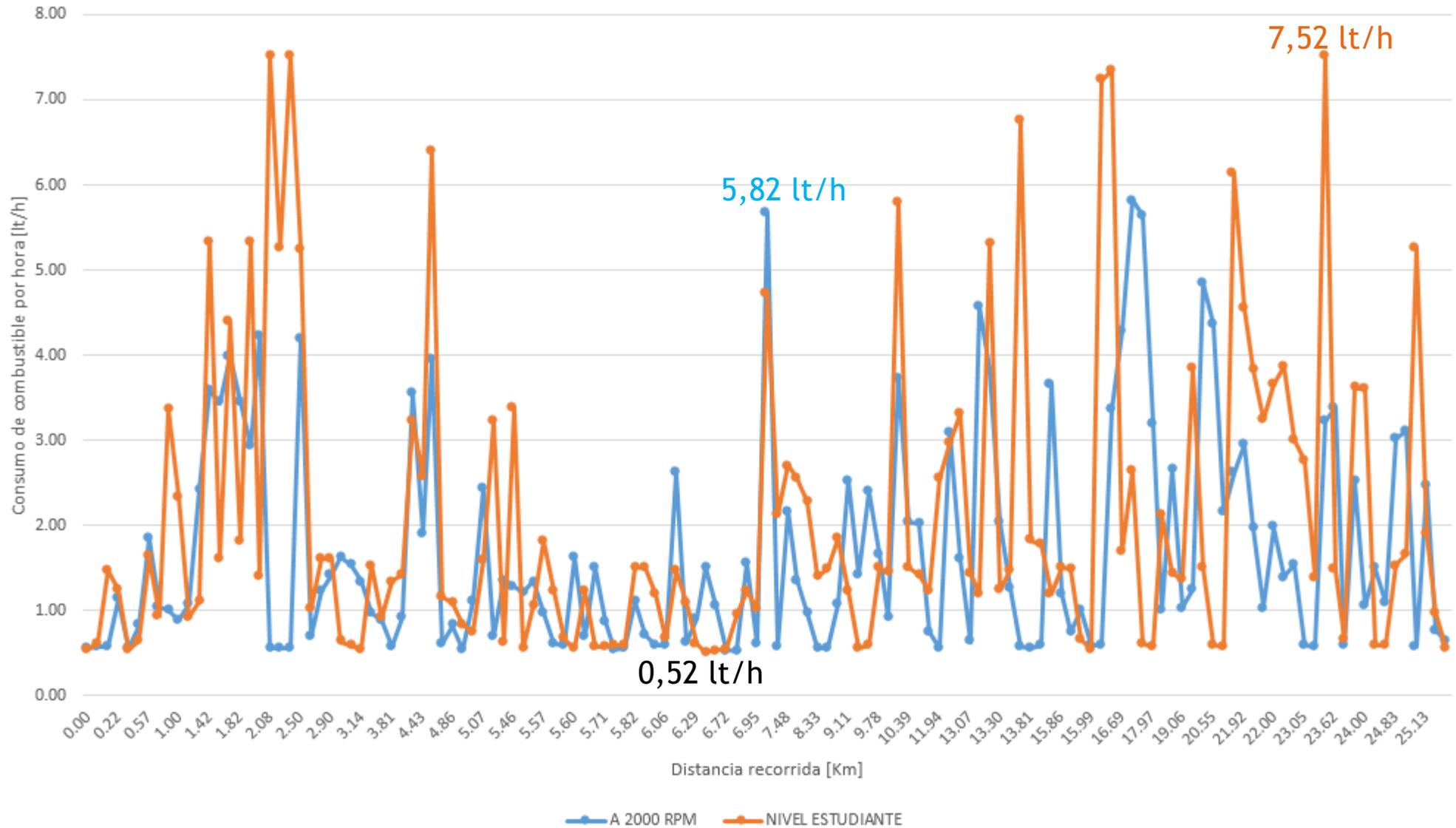
	PRUEBA A 2000 RPM	NIVEL ESTUDIANTE
Tiempo total transcurrido en la prueba	48:25	43:38
Tiempo control de mezcla en ciclo abierto	677	940
CONSUMO	1,41	1,63



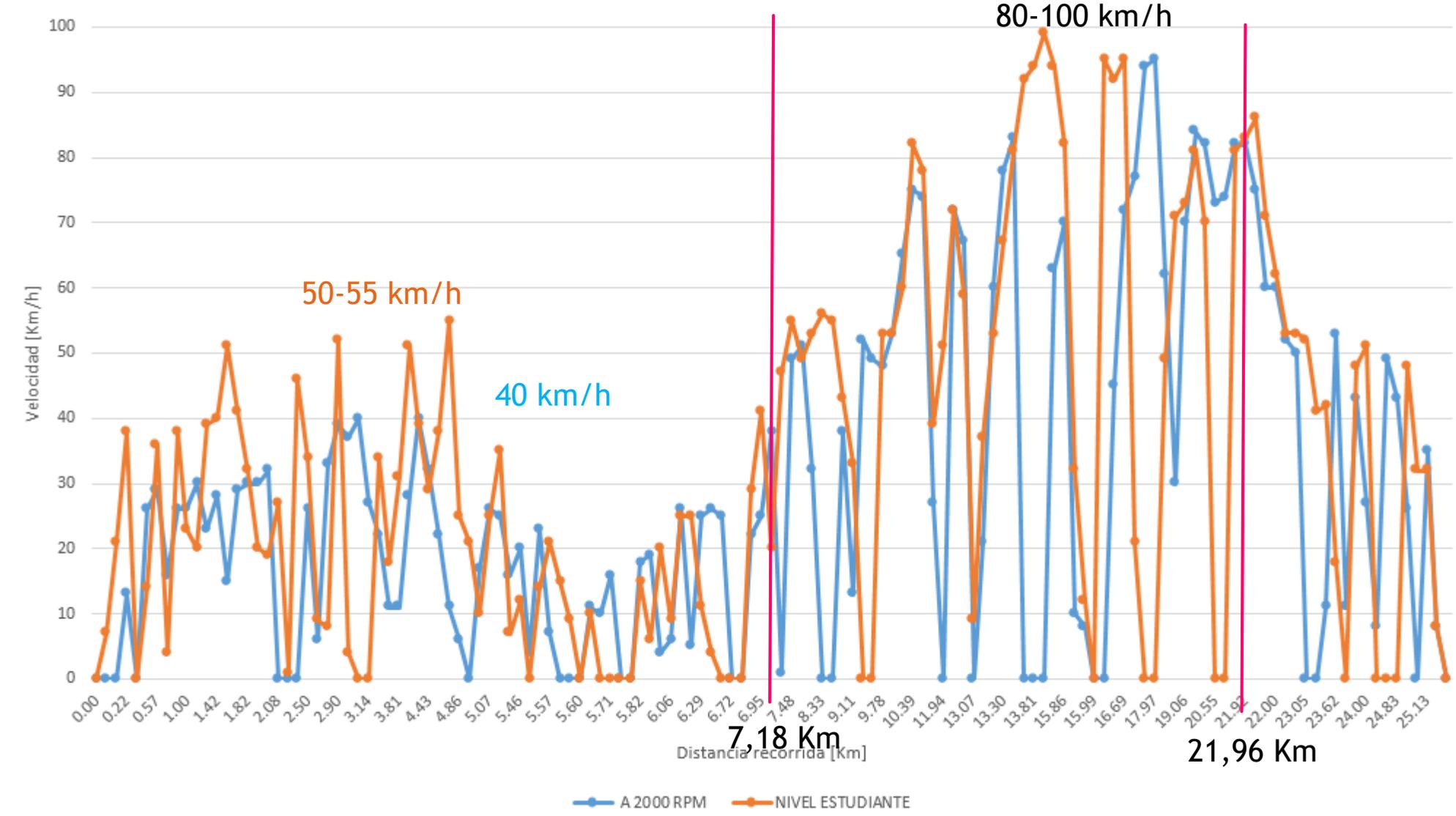
TIEMPO EN CICLO ABIERTO



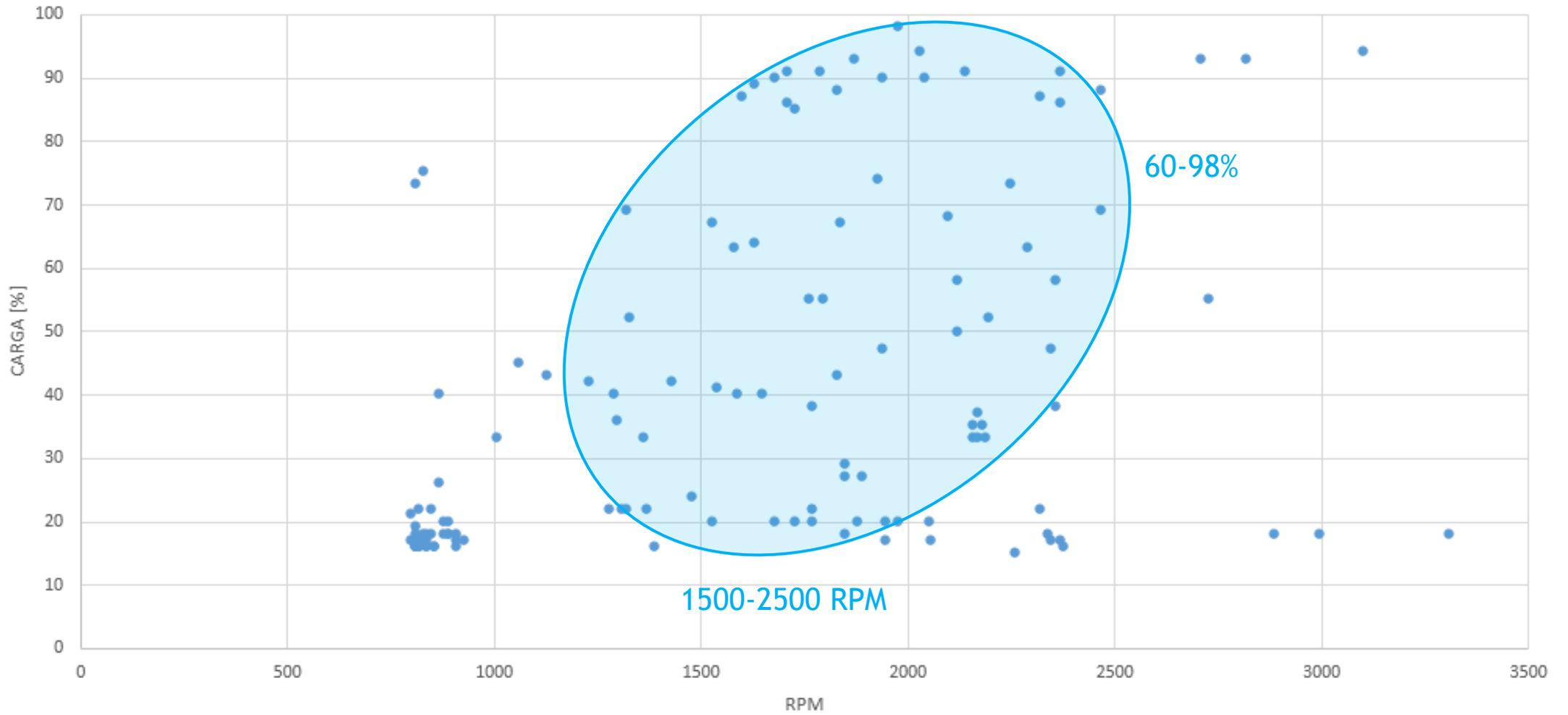
CONSUMO DE COMBUSTIBLE POR HORA vs DISTANCIA RECORRIDA



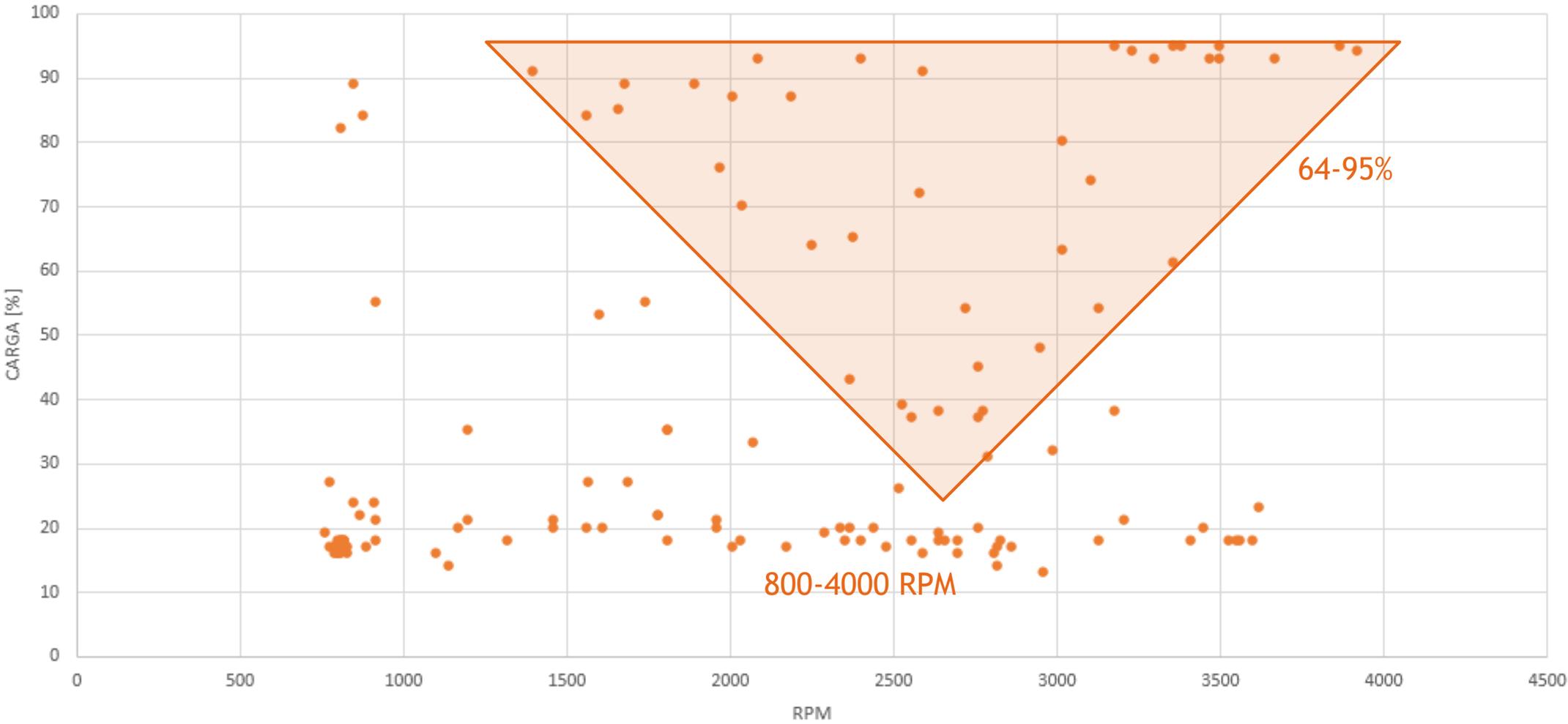
VELOCIDAD vs DISTANCIA RECORRIDA



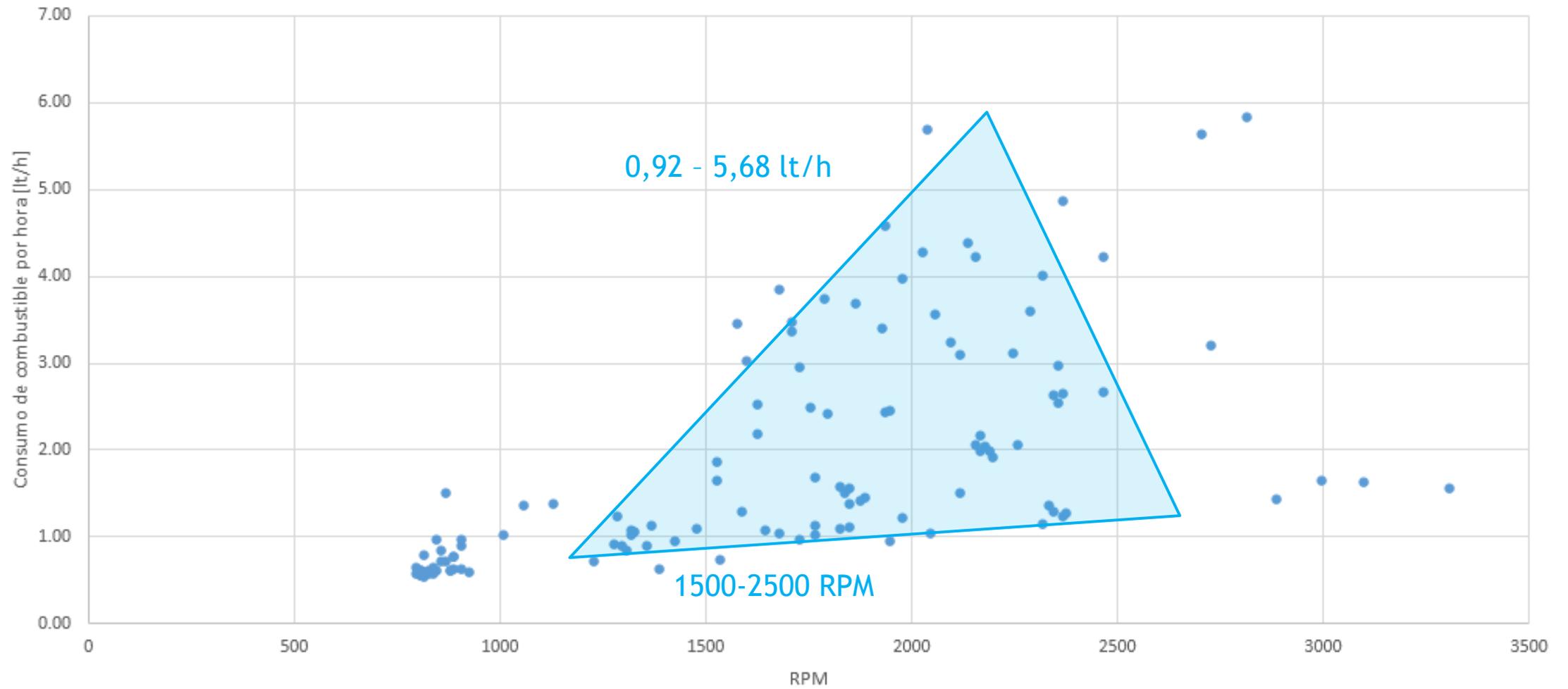
PRUEBA A 2000 RPM - RÉGIMEN MOTOR vs CARGA



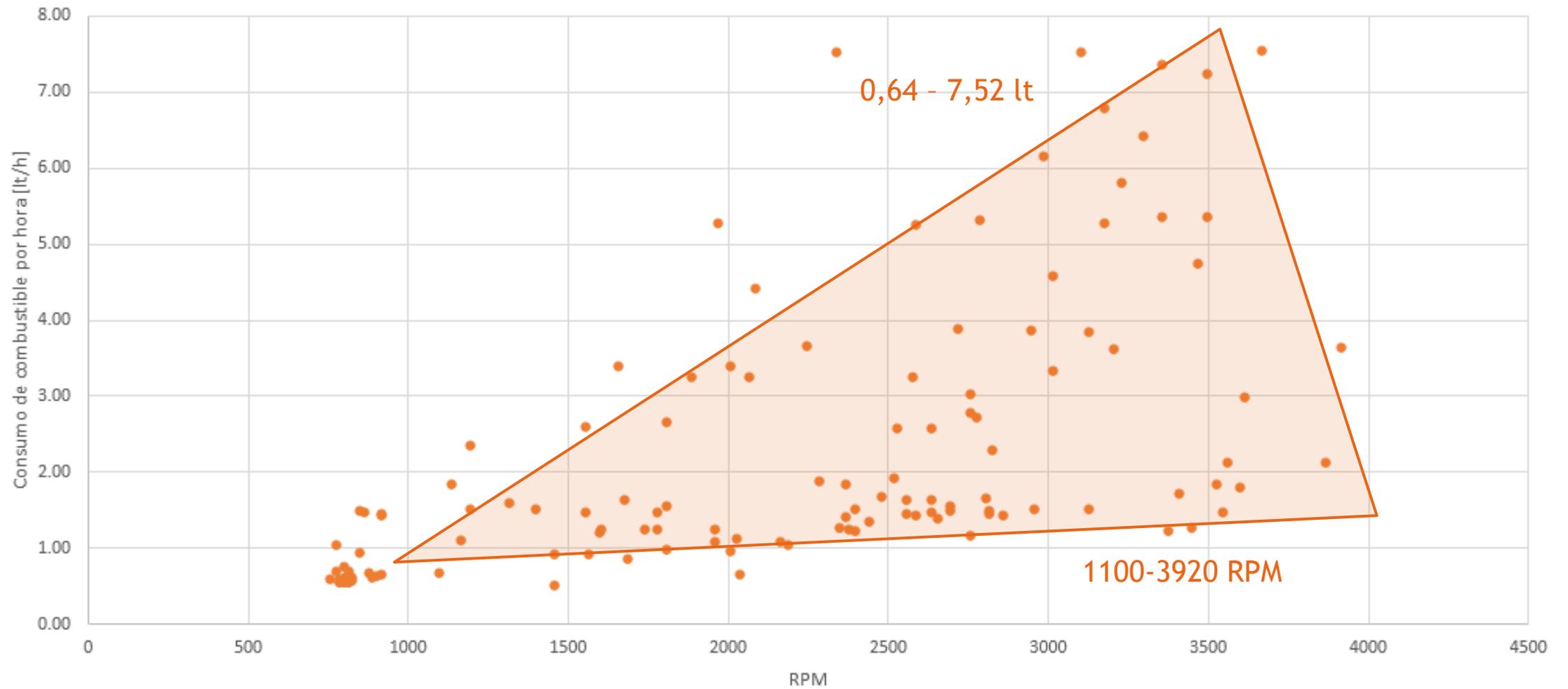
PRUEBA NIVEL ESTUDIANTE RÉGIMEN MOTOR vs CARGA



PRUEBA A 2000 RPM RÉGIMEN MOTOR vs CONSUMO/HORA



PRUEBA NIVEL ESTUDIANTE RÉGIMEN MOTOR vs CONSUMO/HORA



Síntesis



Acciones a ejecutar en el protocolo de conducción eficiente

Acciones a ejecutar en el protocolo de conducción eficiente

ACCIÓN	TECNICAS	VARIABLES	INFLUENCIA DE VARIABLE EN LA REDUCCIÓN DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE
Límite de cambio de marcha de 2000 RPM hasta máximo 2500 RPM	Acelerar gradualmente	Tiempo ciclo abierto	Menor tiempo en segundos en que el sistema de combustible entra en ciclo abierto, menor combustible consumido.
		Consumo por hora	Menor variación por picos de aceleración, menor consumo de combustible
	Mantener Velocidad	Velocidad	Velocidad constante evita la generación de picos de consumo de combustible por hora durante la distancia recorrida y menor pérdida de momento del vehículo.
		Carga	Conducción con alta carga a bajas revoluciones favorece la reducción de consumo de combustible.
	Evitar altas velocidades	RPM	Mientras el número de revoluciones sea bajo, menor combustible consumido.
		Marcha Seleccionada	Cambios de marcha desde 1ra a 5ta de forma continua mantiene el régimen motor a revoluciones bajas.
Cambio de marcha a neutro cuando sea posible	Deslizamiento libre Anticipación de tráfico	RPM	Mientras el número de revoluciones se menor a 1500 RPM o alcance ralenti, menor combustible consumido.

Instructivo Protocolo de Conducción Eficiente

TRAMO 1 URBANO			
DISTANCIA	SEGMENTO 1	VELOCIDAD	RPM
1,56 Km	 ESPE – SUBIDA A SANTÁN	1RA 2DA Y 3RA Deslizar en neutro cuando sea posible.	Cambios a 2000 RPM. Máximo 2500
TRAMO 2 PENDIENTE - ASCENSO			
2,54 Km	SEGMENTO 2	VELOCIDAD	RPM
	 SUBIDA A SANTÁN – GIRO EN U	1RA Y 2DA Deslizar en neutro cuando sea posible.	Cambios a 2500 RPM. Máximo 3000
TRAMO 3 PENDIENTE - DESCENSO			
3,81 Km	SEGMENTO 3	VELOCIDAD	RPM
	 GIRO EN U – GIRO HACIA LAGUNA	3RA sin acelerar con ayuda del freno.	Máximo 2500
TRAMO 4 URBANO			

TRAMO 4 URBANO			
4,97 Km	SEGMENTO 4	VELOCIDAD	RPM
	 GIRO HACIA LAGUNA – CALLE SANCHEZ O.	1RA 2DA Y 3RA Deslizar en neutro cuando sea posible.	Cambios a 2000 RPM. Máximo 2500
TRAMO 5 URBANO - CENTRO			
7,18 Km	SEGMENTO 5	VELOCIDAD	RPM
	 CALLE SANCHEZ O. – ENTRADA PANAMERICANA SUR	1RA 2DA Y 3RA Deslizar en neutro cuando sea posible. Bajada hospital 3RA con ayuda de freno.	Cambios a 2000 RPM. Máximo 2500
TRAMO 6 URBANO - PANAMERICANA SUR			
10,21 Km	SEGMENTO 6	VELOCIDAD	RPM
	 PANAMERICANA SUR – SEMÁFORO BELLAVISTA	1RA 2DA 3RA Y 4TA Deslizar en neutro cuando sea posible.	Cambios a 2000 RPM. Máximo 2000

SEGMENTO 7			
	VELOCIDAD	RPM	
13,12 Km	 SEMÁFORO BELLAVISTA – SEMÁFORO BELISARIO	1RA 2DA 3RA 4TA Y 5TA	Cambios a 2000 RPM
		Deslizar en neutro cuando sea posible.	Máximo 2200
TRAMO 8 CARRETERA – PANAMERICANA SUR			
	VELOCIDAD	RPM	
15,92 Km	 SEMÁFORO BELISARIO – GIRO EN U RIELES	1RA 2DA 3RA 4TA Y 5TA	Cambios a 2000 RPM
		Deslizar en neutro cuando sea posible.	Máximo 3000
TRAMO 9 CARRETERA – PANAMERICANA SUR			
	VELOCIDAD	RPM	
18,76 Km	 GIRO EN U RIELES – SEMÁFORO BELISARIO	1RA 2DA 3RA 4TA Y 5TA	Cambios a 2500 RPM
		Deslizar en neutro cuando sea posible.	Máximo 3000

TRAMO 10 – PERIMETRAL - PANAMERICANA SUR			
	VELOCIDAD	RPM	
22 Km	 SEMÁFORO BELISARIO – DESVÍO BELLAVISTA	1RA 2DA 3RA 4TA Y 5TA	Cambios a 2000 RPM
		Bajada semáforo Belisario en 4TA Deslizar en neutro cuando sea posible.	Máximo 2200
TRAMO 11 URBANO			
	VELOCIDAD	RPM	
25,41 Km	 DESVÍO BELLAVISTA - ESPE	1RA 2DA Y 3RA	Cambios a 2000 RPM
		Av. Roosevelt en 4TA Deslizar en neutro cuando sea posible.	Máximo 2500

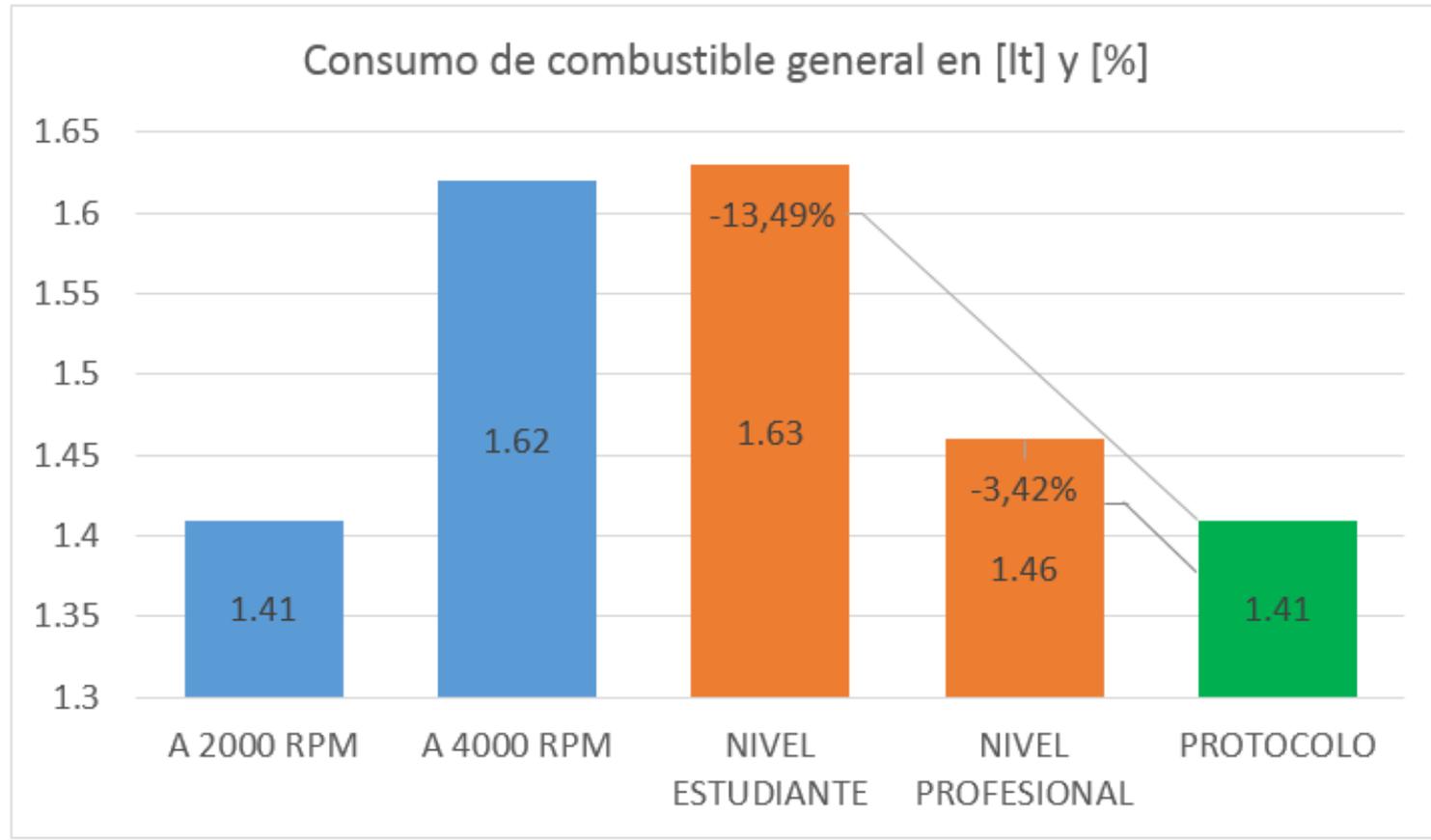


Protocolo de conducción eficiente

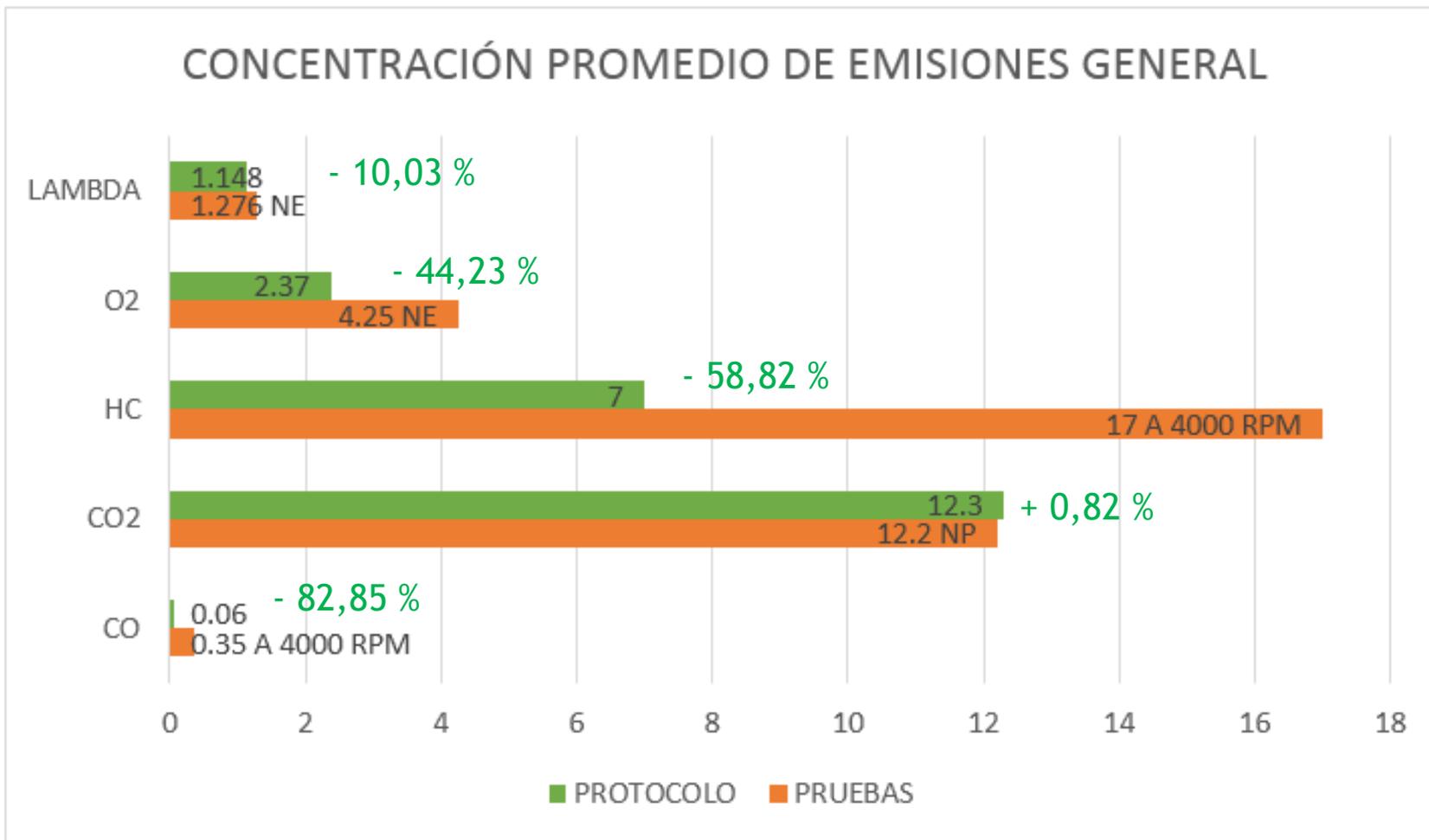
Resultados obtenidos

Consumo de combustible

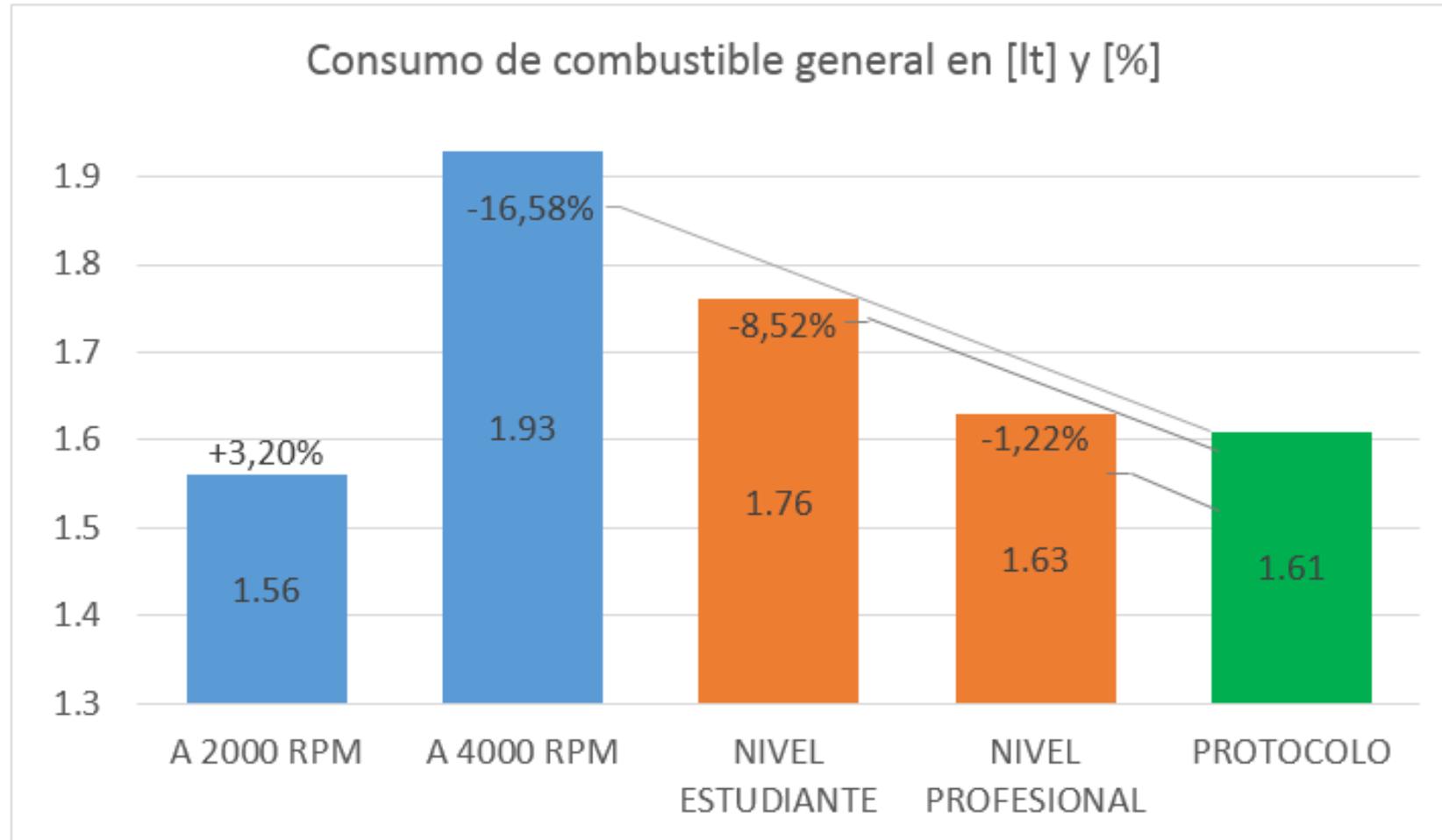
Chevrolet Sail



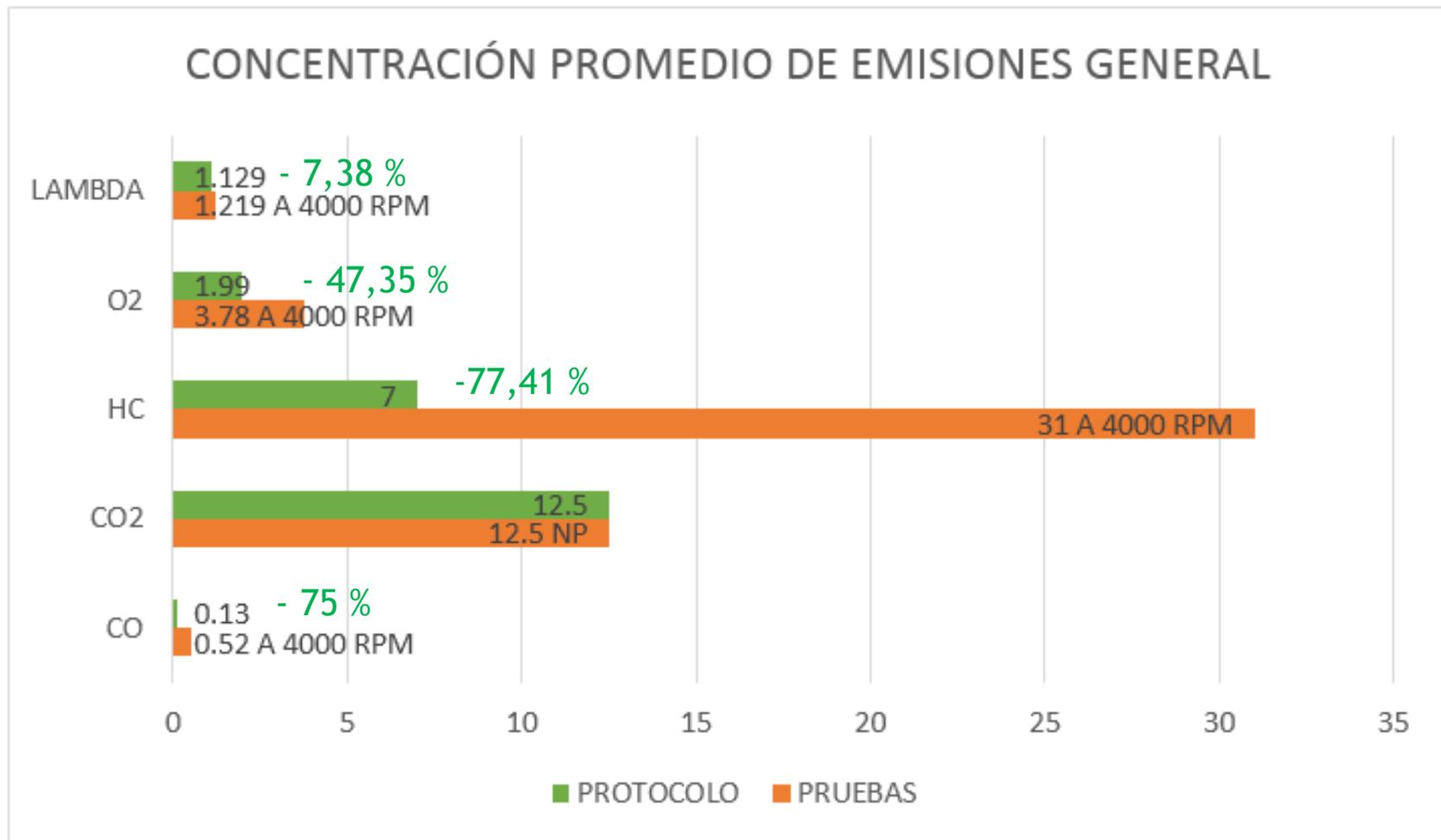
Emisiones de gases contaminantes Chevrolet Sail



Chevrolet Aveo



Emisiones de gases contaminantes Chevrolet Aveo



7 MARCO ADMINISTRATIVO

Recursos

► Recursos Humanos

Angel Marcelo López Mena	Investigador
Ing. Néstor Romero	Tutoría y asesoría general
Ing. Jorge Martínez	Asesoría en analizador de gases
Tec. Raúl Vallejo	Asesoría en analizador de gases
Ing. Marco Gallo	Instructor Escuela de Conducción
Sr. Miguel López	Financista del proyecto

► Recursos Tecnológicos

EQUIPO	FUNCIÓN
Interfaz escáner ELMScan 5 OBD II	Medición de consumo de combustible, registro de parámetros de funcionamiento del motor.
Escáner OBD II G-Scan 2	Revisión sistema de control de emisiones a bordo.
Analizador de gases CARTEK	Medición de gases contaminantes en prueba estática.
Analizador de gases QROTECH QGA6000	Medición de gases contaminantes en ciclo de conducción real.
Computadora Laptop Dell 15R Inspiron	Registro de datos generados por la Interfaz escáner ELMScan 5 OBD II
Cámara Sony S750	Captura de datos CAM 1
Cámara Sony W220	Captura de datos CAM 2
Cámara Sony s750	Captura de datos CAM 4
Cámara celular Samsung Galaxy S3 mini.	Captura de datos CAM 3

Recursos

► Recurso tecnológico - software

SOFTWARE	FUNCIÓN
OBD Wiz ELMScan 5 OBD II	Control de prueba de consumo de combustible, visualización de parámetros de funcionamiento de motor.
CARTEK	Control de prueba de emisiones de gases contaminantes en prueba estática.
CAMTASIA STUDIO 8	Captura de pantalla en video de prueba de consumo de combustible y parámetros de funcionamiento de motor
SONY VEGAS PRO 12	Edición de video
Microsoft Office 2013 (Word – Excel – Power Point – Project)	Procesador de texto, tabulación, presentaciones y cronograma.

► Costo de recurso tecnológico

Cantidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
1	Interfaz escáner ELMScan 5 OBD II	85	85
1	Alquiler de Analizador de gases QROTECH QGA6000	1500	1500
1	Software CAMTASIA STUDIO 8	35	35
	Software SONY VEGAS PRO 12	65	65
TOTAL (USD)			\$1685

Recursos

► Recursos materiales

ORDEN	RECURSO MATERIAL
1	Vehículo Chevrolet Sail 1.4
2	Vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5
3	Multímetro
4	Inversor de voltaje
5	Soportes de cámara SONY con ventosa ajustable y tornillo de sujeción de 6 mm.
6	Amarras plásticas.
7	Cinta duct tape.
8	Manguera flexible de poliuretano de 6 mm de diámetro
9	Extensión USB de 2 m.
10	Spray limpia carburador
11	Filtro de aire

► Costo recurso material

Cantidad	Unidad	Descripción	Costo Unitario	Costo total
1	-	Inversor de voltaje	45	45
3	-	Soportes de cámara SONY con ventosa ajustable y tornillo de sujeción de 6 mm.	15	45
3	-	Amarras plásticas.	0,60	1,80
1	-	Cinta duct tape.	4,50	4,50
3	Metro	Manguera flexible de poliuretano de 6 mm de diámetro	4	12
1	Metro	Extensión USB de 2 m.	1,50	3
1	-	Spray limpia carburador	2,85	2,85
1	-	Filtro de aire	6,50	6,50
TOTAL (USD)				\$120,65

Recursos

► Presupuesto

RECURSO	COSTO (USD)
Recursos Tecnológicos	1685
Recursos Materiales	120,65
TOTAL	1805,65

► Financiamiento

El financiamiento de la investigación desarrollada fue proporcionado en su totalidad por parte del investigador.

8. CONCLUSIONES

Pruebas por cambio de marcha a distinto régimen de motor:

- ▶ Al realizar los cambios de marcha a 4000 RPM, el consumo de combustible se incrementa en 12,96% en el Chevrolet Sail y 19,17% en el Chevrolet Aveo, respecto a realizar los cambios de velocidad a 2000 RPM durante el ciclo de conducción de 25,55 Km.
- ▶ Las emisiones de gases contaminantes aumentan al realizar los cambios de marcha a 4000 RPM, alcanzando incrementos en la concentración promedio de CO en 54,28%, HC en 35,29% para el Chevrolet Sail y valores de CO en 50%, HC en 58,06% para el Chevrolet Aveo; respecto al realizar los cambios de marcha a 2000 RPM durante el ciclo de conducción de 25,55 Km. .

Pruebas por nivel de experiencia del conductor

- ▶ La conducción de nivel estudiante consume una mayor cantidad de combustible alcanzando porcentajes de incremento 10,42% para el Chevrolet Sail y 7,38% para el Chevrolet Aveo respecto a la conducción de nivel profesional.
- ▶ Las emisiones de gases contaminantes aumentan en la conducción de nivel estudiante alcanzando incrementos en la concentración promedio de CO en 80%, HC en 42,85% para el Chevrolet Sail y valores de CO en 46,66%, HC en 33,33% para el Chevrolet Aveo; respecto a la conducción de nivel profesional.

CONCLUSIONES

General

- ▶ El aumento de consumo de combustible y emisión de gases contaminantes es causado principalmente por el alto régimen de motor durante la conducción en la ruta establecida, en las pruebas de cambio de marcha a 4000 RPM y nivel estudiante, esto incide de forma negativa en parámetros como mayor pérdida por fricción y consumo de potencia de sistemas auxiliares, barrido de mezcla durante traslape, extinción de llama, variación excesiva de carga calculada de motor, variación de lambda, tiempo total en que el control de mezcla entra en ciclo abierto y una alta velocidad de circulación.
- ▶ Una alta variación de velocidad de circulación que va desde 0 km/h hasta 38-55 km/h en un kilómetro de recorrido aumenta el consumo de combustible en 0,1 lt
- ▶ La variación excesiva de carga calculada de motor se presenta en periodos de aceleración brusca, picos de velocidad de circulación y velocidad de motor, esto provoca que la carga se situé en valores de 40 a 95% en un rango de revoluciones del motor de 1000 a 3600 RPM, lo que influye en el aumento del consumo de combustible.

CONCLUSIONES

General

- ▶ La concentración de CO₂ disminuye un promedio de 13,33% respecto de la máxima concentración en ambos vehículos, como resultado de conducir realizando los cambios de marcha a 4000 RPM o conducir con los hábitos y características de nivel estudiante, al ser un indicador de la eficiencia de la combustión indica que la mezcla aire combustible no ha logrado acercarse al valor estequiométrico.
- ▶ La concentración de oxígeno residual aumenta de la misma forma que lambda, esto indica la directa relación entre el contenido de oxígeno en los gases de escape y la mezcla aire combustible, se origina un aumento promedio de la concentración de O₂ de 4,02%, lambda promedio de 1.253 en el Chevrolet Sail y O₂ de 3,13%, lambda promedio de 1.182 en el Chevrolet Aveo.
- ▶ A mayor tiempo en segundos en que el control de mezcla entre en ciclo abierto, el consumo de combustible aumenta, como se observa un aumento de 263 segundos en la prueba de nivel estudiante respecto a la prueba a 2000 RPM.
- ▶ Comparando las mediciones obtenidas entre ambos automóviles durante la realización de ambos tipos de pruebas, el vehículo Chevrolet Aveo consume en promedio 10,86% más combustible y emite más emisiones de gases contaminantes con una concentración promedio de CO de 50,6%, y HC de 49,65%; que el Chevrolet Sail, esto se debe principalmente a la diferencia en cilindraje de alrededor de 100 cc y 20 kg de peso bruto vehicular.

CONCLUSIONES

Protocolo de Conducción Eficiente:

- ▶ Limitando el cambio de marcha a 2000 RPM a todo momento permite que el vehículo acelere de forma gradual manteniendo el régimen motor a bajas revoluciones entre cambios, además que el vehículo mantenga una velocidad constante a lo largo de la ruta establecida; siendo este el principal factor que influye en la reducción de consumo de combustible y emisiones contaminantes.
- ▶ El protocolo de conducción eficiente reduce el consumo de combustible en un promedio general entre la totalidad de las pruebas de 8,45% en el Chevrolet Sail y 8,77%, en el Chevrolet Aveo.
- ▶ Las emisiones de gases contaminantes se reducen en concentración promedio general entre la totalidad de las pruebas de CO en 64,70%, HC en 28,20% para el Chevrolet Sail y valores de reducción de CO en 58,06%, HC en 64,55% para el Chevrolet Aveo al aplicar el protocolo de conducción eficiente.

RECOMENDACIONES

- ▶ La evidencia gráfica contenida en los 10 videos de las pruebas de conducción contiene material experimental de gran valor para un futuro análisis y correlación entre los diferentes parámetros de funcionamiento del motor, comportamiento del vehículo y accionamiento específico del conductor al usar el automotor.
- ▶ Adaptar el protocolo de pruebas para su estudio en las camionetas a diésel que forman parte de la flota de vehículos de la Escuela de conducción, haciendo énfasis en la emisión de óxidos de nitrógeno Nox.
- ▶ Realizar pruebas usando el ciclo de conducción consumiendo el volumen existente en el tanque de combustible de forma progresiva hasta que solo quede 10% de contenido para encontrar una relación entre reducción de peso y consumo de combustible.
- ▶ Realizar las pruebas usando el mismo protocolo con diferentes estudiantes para obtener información más detallada de la variación de consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes de persona a persona.
- ▶ Agregar una variable más a la investigación al encender el aire acondicionado durante la ejecución de la prueba para establecer la influencia en el consumo y emisiones.

ANEXO A

ANÁLISIS ECONÓMICO

- ▶ Costos de combustible por prueba
- ▶ Con las cantidades de consumo en litros obtenidas en la prueba de nivel estudiante y en la prueba con el protocolo de conducción eficiente, se calcula el costo de combustible consumido por prueba, para esto se usan los siguientes datos:
 - ▶ • Gasolina Extra de 87 Octanos
 - ▶ • Precio en Comercializadora (Petrocomercial): \$1,48 por galón.

- ▶ Usando la siguiente ecuación se obtiene:

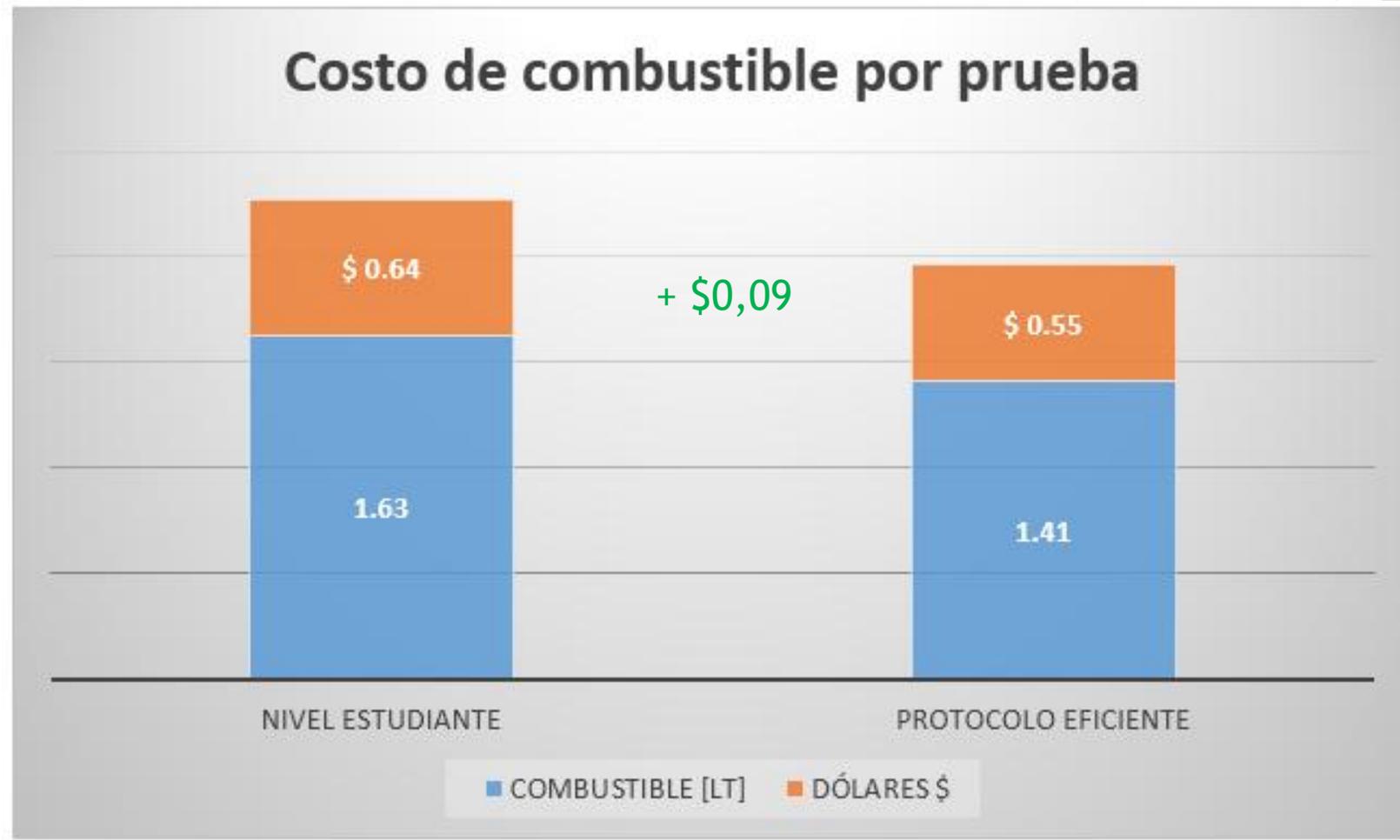
$$X = C * \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \text{ lt}} * \frac{\$1,48}{1 \text{ gal}}$$

Donde:

X: Cantidad en dólares

C: Cantidad total de combustible [lt]

Costo de combustible por prueba



Costo en dólares a largo plazo



COSTO POR LLENADO DE TANQUE



COSTO POR LLENADO DE TANQUE



+ \$0,13
\$ 11,7
45 lt/11,88 gal
/\$17,58 (llenado)



LINKOGRAFÍA DE IMAGENES

- ▶ <http://www.autoevolution.com/news/the-longest-traffic-jam-in-history-12-days-62-mile-long-47237.html>
- ▶ <http://w3.racc.es/index.php?mod=fundacion&mem=novedad&id=1089&relcategoria=>
- ▶ <http://segundoenfoque.com/onu-argentina-viola-ddhh-06-294684/>
- ▶ <http://comunidadgreen.com/noticias-green/onu-pidio-la-gestion-responsable-de-los-recursos-del-planeta-en-el-dia-mundial-del-ambiente/>
- ▶ <https://www.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.1340904a2df84e62fe47421ca6108a0c/?vgnextoid=0efe984cd97b3210VgnVCM10000097030a0aRCRD&vgnextchannel=fd90d77bacc1c110VgnVCM1000006a01a8c0RCRD&i18n.http.lang=es>
- ▶ <http://www.buscadordealleres.com/blog/la-conduccion-eficiente-10-claves-para-conseguirla/>
- ▶ <https://atlanticagarantia.com/noticias/ver/11024/atlantica-garantia-conduccion-eficiente-las-diez-claves-para-lograr-una-conduccion-eficiente>
- ▶ <http://garagewire.co.uk/news/customer-motorist/petrol/fuel-efficient-driving-tips-from-smmt/>
- ▶ <https://www.pinterest.com/pin/265430971758347079/>
- ▶ <http://lasalamandra.info/2016/10/16/medio-ambiente-y-ecologia-en-moratalaz/>
- ▶ <http://www.chilesomostodos.gov.cl/noticias/se-abren-votaciones-para-candidatos-al-consejo-de-la-sociedad-civil-del-ministerio-de-rr-ee/>
- ▶ <http://blog.availablecar.com/green-driving-made-easy/>
- ▶ <http://www.waltoninc.com/investing-fuel-savings-back-home/>
- ▶ <http://dealerserviceacademy.com/2012/04/service-advisor-training-building-relationships-by-providing-fuel-savings-tips/>
- ▶ <http://waxs.com.ar/blog/?p=309>
- ▶ <https://www.pakwheels.com/blog/exhaust-emissions/>
- ▶ <https://www.safety.com/blog/carbon-monoxide-detector-placement-where-to-place-co-alarms-in-your-home/>
- ▶ <http://www.1reservoir.com/awow-1166>
- ▶ <http://www.offshoreenergytoday.com/norwegian-shelf-nox-emission-to-remain-stable-in-the-years-to-come/>
- ▶ <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Organic/hydrocarbon.html>
- ▶ http://www.123rf.com/photo_31529545_stock-illustration-illustration-of-oxygen-molecule-on-isolated-white-background.html
- ▶ <http://www.clipartkid.com/cartoon-cars-cliparts/>
- ▶ http://www.motorauthority.com/image/100302467_gear-shift
- ▶ http://www.deviantart.com/browse/all/?offset=10&view_mode=2&order=14&q=gallery%3AArthurT2013%2F26037433
- ▶ http://www.ircservices.com/como-ajustar-la-velocidad-de-ralenti-de-un-honda-accord_a35amvN3/
- ▶ <http://www.espautomotive.co.uk/pc-based-tools/elmscan-compact-obd2-scantool-usb-with-obdwiz-software-p-29.html>
- ▶ <http://www.carscoops.com/2015/08/european-study-finds-seven-types-of.html>

LINKOGRAFÍA DE IMAGENES

- ▶ <http://especiales.autocosmos.com.mx/tipsyconsejos/noticias/2010/10/27/conoce-los-diferentes-tipos-de-conductor>
- ▶ <http://clearpathgps.com/clearpathgps-benefits/>
- ▶ <http://bobbyjoneslaw.com/home/aggressive-driving-and-road-rage-in-florida/>
- ▶ <http://cameronweeden.blogspot.com/2014/02/top-15-annoying-things-people-do-while.html>
- ▶ <http://www.carscoops.com/2013/06/tailgating-and-middle-lane-hogging-will.html>
- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=exuGs5j7usU>
- ▶ <http://www.tirerack.com/tires/tiretech/techpage.jsp?techid=261>
- ▶ <http://www.volvotrucks.com/trucks/india-market/en-in/services/top-services/Pages/DriverDevelopment.aspx>
- ▶ <http://explore.drivealertnow.com/simple-things-even-experienced-drivers-didnt-know-they-were-doing-wrong>
- ▶ <http://www.canadianfuels.ca/Blog/September-2016/Smart-Drive-hits-the-streets-drivers-reducing-fuel-use/>
- ▶ <https://www.carmudi.lk/journal/important-car-maintenance-habits/>
- ▶ http://www.ledinside.com/knowledge/2015/8/keeping_cars_in_sight_with_laser_and_ir_led_technology
- ▶ <http://www.expertreviews.co.uk/cars/50856/how-autonomous-emergency-braking-in-cars-can-save-lives>
- ▶ <http://www.tommangan.net/twoheeldrive/hikehacker/?p=177>
- ▶ <http://gasturbinespower.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?articleid=1660754>
- ▶ <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photo-limit-engine-speed-rev-counter-close-up-tachometer-blur-effect-needle-pointing-just-below-red-image33232255>
- ▶ <http://philschatz.com/physics-book/contents/m42151.html>