

Evaluación del rendimiento en consumo de combustible y emisiones contaminantes del vehículo segmento A, aplicando la simulación de ciclo IM 240 en la ciudad de Riobamba.

Evaluation of the performance in fuel consumption and polluting emissions of the segment A vehicle, applying the IM 240 cycle simulation in the city of Riobamba.

- ¹ Jorge Oswaldo Molina López  <https://orcid.org/0000-0001-7922-4063>
Ingeniero Automotriz, Investigador, Facultad de Mecánica
oswaldo.molina@epoch.edu.ec
- ² Javier Milton Solís Santamaría  <https://orcid.org/0000-0002-9291-1906>
Maestría en Ingeniería Mecánica Mención Sistemas de Transporte, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Mecánica
oswaldo.molina@epoch.edu.ec
- ³ Ángel Guillermo Masaquiza Yanzapanta.  <https://orcid.org/0000-0003-1592-0822>
Magister en Diseño Mecánico mención en fabricación de autopartes, Instituto Superior Tecnológico Tungurahua,
amasquiza.istt@gmail.com
- ⁴ Juan Carlos Rocha Hoyos  <https://orcid.org/0000-0003-0660-7199>
Ingeniero Automotriz, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Mecánica.
juan.rocha@epoch.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 11/05/2022

Revisado: 21/06/2022

Aceptado: 29/07/2022

Publicado: 29/08/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v4i3.1.264>

Cítese:

Molina López, J. O., Solís Santamaria J. M., Masaquiza Yanzapanta, Ángel G., & Rocha Hoyos, J. C. (2022). Evaluación del rendimiento en consumo de combustible y emisiones contaminantes del vehículo segmento A, aplicando la simulación de ciclo IM 240 en la ciudad de Riobamba. AlfaPublicaciones, 4(3.1), 365–388. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i3.1.264>



ALFA PUBLICACIONES, es una Revista Multidisciplinar, **Trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

vehículo, ciclo
de inspección y
mantenimiento,
motor de
encendido
provocado,
factor de
emisión,
condición de
altura.

Keywords:

<vehicle>
<inspection and
maintenance
cycle>
<ignition
engine>
<emission
factor> <height
condition>.

Resumen

En base a estudios previos de emisiones de gases a nivel mundial, partió el objetivo de análisis de los factores de emisión originados por los combustibles Super y Extra en un vehículo de segmento A; al cual se le someterá a pruebas en un dinamómetro, bajo las características de simulación de conducción IM240, también se utilizó el analizador de gases MAHA, y un recipiente presurizado para evaluar el rendimiento bajo la condición de altura de 2754 msnm de la ciudad de Riobamba. Una vez estimados los factores de emisión de CO, HC y NOx para cada combustible (g/km) se realizó el análisis estadístico mediante el software STATGRAPHICS, donde con el análisis de varianza (ANOVA) y el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Se determinó que existe una diferencia representativa en la generación de CO para ambos combustibles, pero con un comportamiento similar para HC Y NOx con un nivel de confianza del 95%. Además, el rendimiento del líquido operante es más eficiente con el combustible Super, con un 11% adicional en su autonomía.

Abstract

Based on previous studies of gas emissions worldwide, the objective of analyzing the emission factors caused by Super and Extra fuels in a segment A vehicle started, which will be tested on a dynamometer, lowered the IM240 driving simulation characteristics, the MAHA gas analyzer was also used, and a pressurized container to evaluate the performance under the condition of 2754 meters above sea level in the city of Riobamba. Once the CO, HC and NOx emission factors for each fuel (g/km) were estimated, the statistical analysis was performed using the STATGRAPHICS software, where with the analysis of variance (ANOVA) and the least significant difference procedure (LSD) Fisher's. It was determined that there is a representative difference in the generation of CO for both fuels, but with a similar behavior for HC and NOx with a confidence level of 95%. In addition, the performance of the working liquid is more efficient with Super fuel, with an additional 11% in its autonomy.

Introducción

China, Estados Unidos, Rusia, India y Japón encabezan el ranking en la generación de CO₂ a la atmósfera, y representan más del 57% de las 36 gigatoneladas generadas en el mundo en 2016 (Ambientum, 2020). Las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire publicadas en 2005 ofrecen orientación general relativa a umbrales y límites para contaminantes atmosféricos clave que entrañan riesgos sanitarios. Las Directrices señalan que mediante la reducción de la contaminación con partículas (PM₁₀) de 70 a 20 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) es posible reducir en un 15% el número de defunciones relacionadas con la contaminación del aire. Las Directrices se aplican en todo el mundo y se basan en la evaluación, realizada por expertos, de las pruebas científicas actuales concernientes a: partículas (PM); ozono (O₃); dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂), en todas las regiones de la OMS.

Una de las más importantes fuentes de emisiones de sustancias nocivas que se encuentran presentes en el aire es el medio de transporte, cuyo daño, efectos y desventajas no solo afectan a la salud de los ciudadanos, sino que incluyen mucho más sobre la calidad del clima. Donde los vehículos de zonas urbanas ocupan el mayor porcentaje de producción de gases contaminantes, incrementándose notoriamente cada año al igual que los peatones. En los últimos años los vehículos comerciales pequeños han crecido de forma exponencial y masiva en todas las ciudades del Ecuador, de este modo contribuyen al aumento de problemas de contaminación atmosférica como consecuencia de sus emisiones de gases contaminantes los cuales se pueden presentar de manera sólida, líquida o gaseosa. La tabla 1 muestra los valores de manera actual (agosto 2020) del número de vehículos presentes en Ecuador, de esta manera el valor perteneciente a automóviles livianos enfocados al objetivo de este proyecto es el número de 1.106.957 vehículos.

Tabla 1:

Numero de vehículos livianos en Ecuador en el año 2020.

Número de Vehículos	
Automóvil	1.106.957
SUV	539.584
Camioneta	612.564
TOTAL	2.259.105

De acuerdo al inventario de emisiones en el distrito metropolitano de Quito en el año 2003 se determinó que el 97% de las emisiones de CO es aportado por las fuentes móviles. Por otro lado, el 56% de las emisiones de SO₂ tuvieron su origen en fuentes móviles y un

25.7% de las otras fuentes fijas corresponden a los centrales de generación termoeléctrica. Con un 80% de las divisiones de NOx procediendo de fuentes móviles, principalmente de buses y transporte pesado (42%) y particularmente liviano como taxi camionetas (35%) y otra fuente significativos son los centrales de generación termoeléctrica con un (17%) (Flacso-Sede Ecuador, MAE y PNUMA, 2008).

Se tiene conocimiento que a nivel mundial el gran problema que impacta en los gases de combustibles fósiles incrementa de manera abrupta diariamente, en nuestro país tenemos en cuenta que algunas autoridades que tienen conocimientos técnicos o ingenieros pertenecientes a asociaciones de empresas en el parque automotor han mencionado las normativas que deben tener los combustibles y los vehículos que ingresan al Ecuador. Como guía de la investigación, considera el dato técnico las emisiones de gases evaluadas en función de condiciones de altura, es así que existen fuentes estadísticas de los inventarios de emisiones de gases en el distrito metropolitano de Quito, siendo este de 2800 msnm y en la ciudad de Riobamba poseemos 2754 msnm.

Efectivamente todo esto va de la mano de la modernización diaria en el parque automotor y de la vida cotidiana del ser humano, cada día existen nuevas tecnologías de transporte autónomo, sin embargo las grandes empresas y monopolios de diferentes países, incluido Ecuador manejan la producción de combustibles fósiles, dando como resultado su economía y generación de fuentes de trabajo que producen las mismas, es por eso que se necesita saber los datos reales cuales son los márgenes de contaminación. El analizar las emisiones de escape del vehículo segmento A, con respecto a un ciclo de conducción mediante un dinamómetro ciclo IM240, para evaluarse su rendimiento y margen de contaminación, en la ciudad de Riobamba.

Metodología

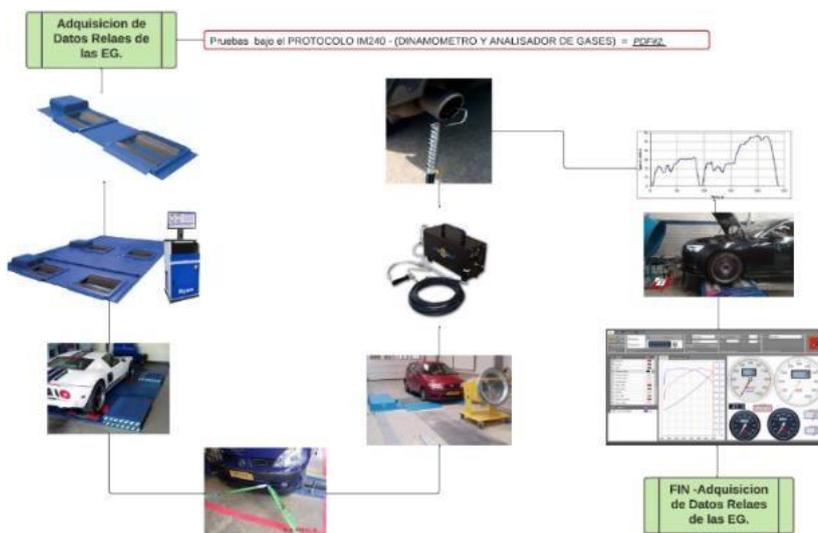
Esta investigación se enmarca en un carácter deductivo (Rojas, 2015), para la evaluación de manera cuantitativa del comportamiento y generación de las emisiones de gases en contraste a dos tipos de combustible, extra y super, en un vehículo de segmento A, bajo el ciclo de conducción IM240. Para el desarrollo experimental del proyecto fue necesario seleccionar el vehículo de prueba según la base de datos de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE) en el año 2019, en su anuario presenta que la marca más vendida es Kia y en la ciudad de Riobamba el vehículo con más porcentaje de ventas es el modelo Picanto 1.0 DPi GT-Line 5 puertas (A1).

Una efectiva comprensión del alcance y desarrollo de esta investigación, se caracteriza de manera sistemática y ordenada en el siguiente esquema, cuyos procesos componen todo el método de adquisición de datos de emisiones fundamentados en el marco teórico de esta investigación. Todo el método general se basa en tres etapas; la primera etapa es el montaje del vehículo en el dinamómetro, para lo cual debe cumplir con el anclaje al chasis

bajo la norma de seguridad ya mencionada en el marco teórico (capítulo I), la segunda etapa es la instalación de la sonda del analizador de gases MAHA; MET 6.3 en el tubo de escape del vehículo y la última etapa es el proceso de encendido del vehículo bajo las condiciones de conducción del ciclo IM240, obteniendo las composiciones en porcentaje de volumen de los componentes de las emisiones de gases en función a cada segundo, dependientemente a la curva de conducción del motor en su ciclo de conducción, para por consiguiente tabular los estos datos reales en base a cada tipo de combustible (figura 2).

Figura 2:

Esquema General para el Desarrollo de la Prueba.



Características de los Combustibles:

Los diferentes tipos de combustible utilizados en esta investigación son de origen fósil, cuya composición va desde hidrocarburos con carbonos C5 hasta C11, usados para generar la energía requerida en la transportación vehicular que emplean motores de ignición por chispa de combustión. En función a la gasolina extra de la Refinería de Esmeraldas, cuya composición aproximada de naftas es: 22% alto octano 93 RON (NAO), 21% tratada 92 RON (NT), 15% reformada 70-92 RON (NR), 15% pesada 54 RON (NP), 8% liviana 73 RON y 22% otras gasolinas, dando como producto final la gasolina de 87 octanos (EP PetroEcuador, 2019). En la tabla 3 se muestra el número de octanos y la densidad de los dos combustibles en análisis:

Tabla 2:

Densidad de los Combustibles.

Propiedad Combustible	NTE INEM: 935:2012	EXTRA	SUPER
Número de octanos	87 min	88,3	92
Densidad (kg/m3)	--	748	750 - 775

Técnicamente todo estos datos puntuales, conforman los requisitos establecidos por la Norma (INEN, 2016b), documento que establece las exigencias que debe tener los combustibles en el país para un acorde funcionamiento en motores de encendido provocado, en la tabla 4 se indican los requisitos más relevantes de los combustibles utilizados en las pruebas de generación de gases.

Tabla 3:

Datos de control de los combustibles por Norma ASTM y INEN.

Propiedades del combustible	Norma	Gasolina 87 Octanos	Gasolina 92 Octanos	Norma INEN:935
Número de Octanos	ASTM D2699	88,3	92	87 min.
Curva de destilación		-	-	-
T10-10% evap. °C		50	54	70 max.
T10-50% evap. °C		99	105	77-121
T10-90% evap. °C	ASTM D88	163	168	189 max.
Residuos %		98,5	98,8	98 min.
Presión vapor Reid, Kpa	ASTM D4953	58,6	62	60 max.
Corrosión a la lámina de cobre (3hat 50°C)	ASTM D130	1	1	1
Contenido de azufre (ppm)	ASTM D7220	169	-	650 max.
Contenido de gomas (mg/cm3)	ASTM D381	1	1	3 max.

Condiciones Atmosféricas:

El lugar donde toma desarrollo este proyecto es en la ciudad Riobamba (geografía en condiciones de altura), de ahí parte las referencias para la fuente de datos, ubicado según su altitud por encima de los 2500 msnm, muy similar a la ciudad de Quito. Cuyas características atmosféricas se señalan en la tabla 5.

Tabla 5:

Condiciones Atmosféricas de la ciudad de Riobamba.

Condición Atmosférica	valor	unidad
Presión Atm.	10250 0	Pa
Temperatura	17	°C
Humedad	60	%
Altura	2754	m
Velocidad del viento	15	Km/h

Características del Vehículo de Prueba:

En la tabla 6, se describen los datos particulares de la ficha técnica del ejemplar, el cual cumple con las especificaciones de un auto de segmento A, con inyección electrónica multi punto, además que posee un manteniendo efectivo, con un correcto cambio de aceite, filtro de aire y gasolina, bujías de encendido e inyectores en perfecto estado, siendo considerado este proceso preventivo como un requisito fundamental para la ejecución de las pruebas dinámicas.

Tabla 6:

Datos Técnicos A1.

Picanto 1.0 DPi GT-Line 5 Puertas			
Combustible:	Gasolina	Potencia:	67 CV
Caja:	Manual	Puertas:	5
Cilindrada:	998	CO2:	100 g/km
# Cilindros:	3	Sobrealimentado:	...
Par:	98 Nm	Potencia:	49 KW
Aceleración:	(0-100) =14.60 s	Velicad Max:	161 km/h
Deposito C.	35 litros	Consumo Urbano:	0.0 l/100 km

Tabla 6:

Datos Técnicos A1. (continuación)

Picanto 1.0 DPi GT-Line 5 Puertas			
Consumo Medio:	0.0 l/100 km	Consumo Carretera:	0.0 l/100 km
Batalla:	2400 mm	Ancho:	1595 mm
Peso/Masa Max:	1400 kg	Largo:	3595mm

Protocolo IM240:

Es un proceso que utiliza un dinamómetro con un ciclo de tipo transitorio para medir y registrar las emisiones de vehículos livianos en movimiento, pero ante las pruebas ejecutadas no en función de velocidades constante, más bien con un ciclo de recorrido de 3.1km, sometiendo a aceleraciones y desaceleraciones. Este protocolo se divide en dos fases, la primera con los primeros 505 segundos en una etapa denominada período transitorio de primer ciclo con arranque en frío y por consiguiente se efectúa una parada de 10 minutos para seguir con una nueva prueba, llamada fase 2 en un arranque en caliente (Rojas y Argoti, 2015).

De acuerdo al diagrama base del ciclo de prueba (grafico 2) se obtiene los datos en la tabla 7, estableciendo un recorrido de acuerdo a una velocidad en función del tiempo ejecutada en una fuente móvil.

Tabla 7-1:

Características de manejo de la prueba IM-240

Tiempo total, en ralentí	% en ralentí del tiempo total de la prueba	Velocidad media(km/h)	Velocidad promedio en movimiento (km/h)	Velocidad máxima (km/h)
11	4,58	30	49	91

Protocolo de Pruebas Dinámicas de Inspección y Mantenimiento ciclo IM240:

El ciclo IM240 seleccionado, consta de pruebas dinámicas de inspección y mantenimiento (figura 3), realizadas en un Dinamómetro Dynocom, FX500 (ANEXO G), cuyas pruebas duran alrededor de 240 segundos con una ruta aproximadamente de 3 kma una velocidad promedio 47.3 km/h y una velocidad máxima de 91 km/h (Rocha-Hoyos et al., 2018).

Figura 3:

Esquema de toma de muestras, Dinamómetro.



Los resultados se analizaron bajo el NT INEN 2204, sobre los límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres a gasolina, evaluando como gases ponderables al CO y HC (Rocha-Hoyos et al., 2018).

Por consiguiente, se despliega todos los pasos que conforman el procedimiento general de obtención de emisiones de gases mediante una prueba dinámica Verificar que el Sistema de Escape (original), físicamente no posea perforaciones ni oxidación.

Pasos a seguir: Verificar que la presión de los neumáticos sea la correcta, según fabricante; Verificar que el automóvil posea filtro de aire, gasolina y componentes del sistema de inyección efectivos; Colocar el combustible específico para cada prueba en el tanque original del vehículo; Realizar el anclaje del vehículo en el Dinamómetro AWD-5000-FX; Instalar y colocar el analizador de gases MAHA, MET 6 en la punta de la salida de los gases; Encender el vehículo y calentar hasta que alcance una temperatura de operación (95° C); Revisar que los accesorios del vehículo estén desactivados; Instalar un escáner automotriz en el puerto OBD2 para obtener el PID del sistema de inyección; Ingresar los datos técnicos en el dinamómetro y analizador; Iniciar el ciclo de conducción IM240; Grabar los datos según su unidad de la composición de los gases de escape; Repetir el procedimiento general para cada tipo de combustible. Nota: Se realizaron tres pruebas de cada tipo de combustible, para determinar si existe alguna diferencia significativa en la generación de emisiones de gases.

Equipos utilizados en la evaluación de gases:

La tecnología para el análisis de emisiones en esta investigación se indica en la siguiente tabla 8:

Tabla 4:

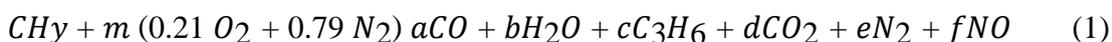
Equipos utilizados para el análisis de Gases.

Equipo	Características	Función
Analizador de gases	MAHA, MET 6.3 serie # 50362	Medición de concentraciones de gases (CO ₂ , CO, NO _x , HC)
Dinamómetro de Chasis	DYNOCOM AWD-5000-FX	Simulación del ciclo IM240
Recipiente Externo Presurizado	LIQUI MOLY, Jet Clean Plus	Suministro de combustión bajo presión específica.

Estimación de Factores de Emisión de Gases:

Se establece como base el modelo simplificado de la combustión aire – combustible, con el cual se determina las variables dependientes e independientes del experimento. Los valores que se determinan experimentalmente son las concentraciones de volumen expresadas en (%) de NO, HC, CO y CO₂.

El análisis dinámico del comportamiento de los gases de escape en los vehículos se expresa en la Ecuación 1, las variables a, b, c, d, e, f y m corresponden a coeficientes estequiométricos desconocidos y determinados por mol de combustible consumido. El balance de masa para el carbono se puede escribir como la Ecuación 1 (Llanes Cedeño et al., 2018; Frey y Eichenberger, 1997).



Donde cada termino corresponde a:

m = moles de aire consumido por mol de combustible consumido. a = moles formados de CO por mol de combustible consumido.

b = moles formados de H₂O por mol de combustible consumido. c = moles formados de C₃H₆ por mol de combustible consumido. d = moles formados de CO₂ por mol de combustible consumido. e = moles formadas de N₂ por mol de combustible consumido.

f = moles formados de NO por mol de combustible consumido.

Al ser el CO₂ el gas predominante, en los residuos de combustión se pretende relacionar

este gas con el resto de residuos que son indispensables en la relación de este estudio, para tal se presenta las Ecuaciones 2, 3, 4 y 5, según (Caiza y Portilla, 2011; Llanes Cedeño et al., 2018). Del mismo modo mediante el trabajo que se realiza con el analizador MAHA, obtenemos datos en cada segundo de todo el periodo del ciclo de conducción, en contraste de una base de volumen de todos los resultados analizados en la combustión, estos vínculos preliminares se aplican para obtener la porción de CO_2 , indicada en la Ecuación 5 (Llanes Cedeño et al., 2018):

$$1 = a + 3c + d \quad (2)$$

$$a = d * R_{CO} \quad (3)$$

$$c = d * R_{HC} \quad (4)$$

$$d = \frac{1}{R_{CO} + 3R_{HC} + 1} \quad R_{HC} = \text{relación de HC respecto a } CO_2 \text{ en porcentaje (\%).}$$

Donde cada termino corresponde a:

$$R_{CO} = \text{relación de CO respecto a } CO_2 \text{ en porcentaje (\%).} \quad (5)$$

Bajo el seguimiento de la metodología de la investigación base mencionada en el inicio de este apartado, por medio de la Ecuación 6, se determina el factor de emisión (FE_i) medida en gramos de contaminante por kilómetro simulado.

$$FE_i = \frac{R_i}{R_{CO} + 3R_{HC} + 1} \times \frac{MW_i}{MW_{comb}} \times \rho \times c.c \quad (6)$$

Resultados y Discusión:

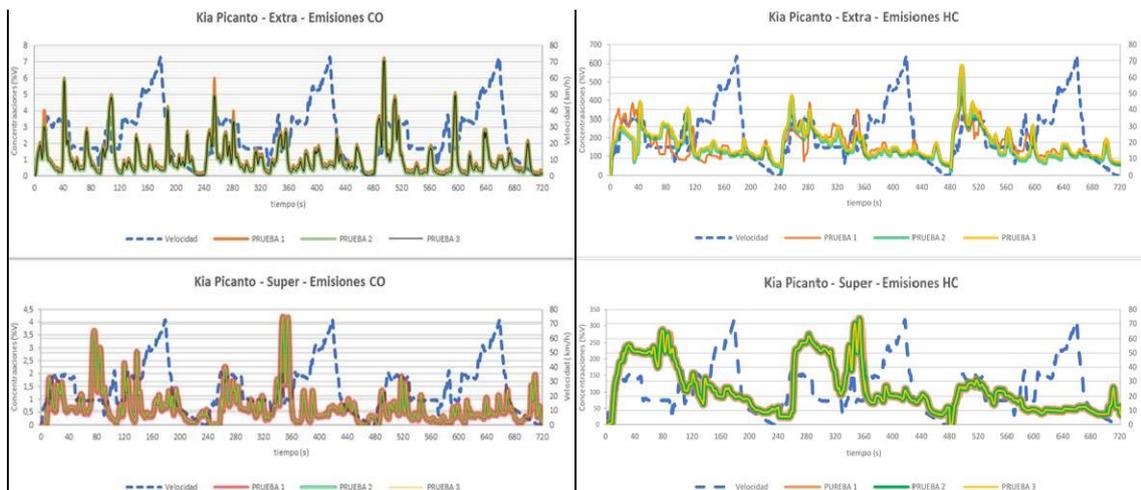
Resultados de las emisiones contaminantes:

En la gráfica 3 se muestra los resultados de las pruebas referentes a los gases de emisiones en función al combustible extra y super, cuyos valores fueron proporcionados por el software los cuales son más fáciles de analizar en el instante de generación de cada contaminante presente en la combustión del motor. Referente al gas CO para extra se observa una variación de las oscilaciones en los primeros segundos de cada prueba y en el paso del tiempo decrece hasta valores entre 0.5 % y 1%, además la tendencia de los porcentajes en función a la velocidad del ciclo de conducción tiene el mismo comportamiento en las tres pruebas realizadas. También se observa un análisis de las partes por millón del gas de escape HC para combustible extra y super, en referencia a extra y la velocidad media 30-40 km/h presenta una inestabilidad en los primeros 120 s

decada prueba y en el resto de tiempo se aprecia un comportamiento estable en función al incremento de la velocidad. El comportamiento del NO describe la misma tendencia que el gas HC, es decir un comportamiento inestable a una velocidad media y un comportamiento estable en el proceso de alcanzar una velocidad máxima para combustible extra, de igual manera la diferencia del comportamiento de este gas CO₂ con estos dos combustibles tienen un impacto directo en la calidad del combustible. Y finalmente el valor de lambda se debe acercar a 1, debido a que es el reflejo de una mezcla ideal tanto de un porcentaje de combustible y de aire requerido por el motor. En la figura 3 el valor de A1E para lambda fluctúa entre 0.9 - 1.2 y para A1S entre 0.9 – 1.3.

Grafica 1:

Comportamiento de Emisiones.



Resultados del Consumo de Combustible:

La elaboración del cálculo bajo las medidas del consumo en litros al inicio y al final de cada prueba y el cálculo de la densidad se ven reflejados en los ANEXOS I y ANEXOS J de esta investigación. En la tabla 10 se presentan los promedios de dichas mediciones y bajo el recorrido de 8760 metros también se presenta el rendimiento de cada prueba en km/lt.

Tabla 10:

Valores Promedios de consumo y rendimiento A1E y A1S.

	EX TR A				SU PE R			
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Consumo en litros	0,40	0,400	0,377	0,390	0,325	0,360	0,360	0,348

	EX TR A				SU PE R			
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Rendimiento (Km/lt)	22,18	21,90	23,24	22,437	26,95	24,33	24,33	25,206

Discusión de resultados en los factores de emisión:

Una vez establecida la fuente de datos con la respectiva conversión de porcentajes de volumen (%V), partes por millón ppm a gramos sobre kilómetro (g/km). Para determinar la existencia entre los grupos experimentales de una diferencia significativa, siendo esta la hipótesis principal para el análisis estadístico y teniendo en cuenta una hipótesis nula al no poseer alguna diferencia, en cuanto a los factores de emisión se aplica el análisis ANOVA.

Se descompone la varianza de CONCENTRACIONES(g/km) de A1S Y A1E en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de CONCENTRACIONES(g/km) entre un nivel de F EMISIONES y otro, con un nivel del 5% de significación. De esta manera se rechaza la hipótesis nula mediante este análisis de varianzas, descartando que entre las medias de concentraciones en (g/km) no exista variación alguna. Para ampliar y determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, se aplica el método de Pruebas de

Múltiples Rangos, denominada LSD (Least Significant Difference).

Esta tabla 12 se aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado del par de comparación CO (g/km) indica que ese par muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles pertenecientes a A1S Y A1E para HC y NOx (g/km).

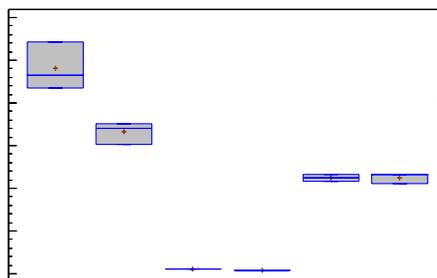
Tabla 12:

Pruebas de Múltiple Rangos para CONCENTRACIONES.

F EMISIONES	Casos	Media	Grupos Homogéneos
2 A1S FHC	3	0,0804798	X
2 A1E FHC	3	0,108964	X
3 A1E FNOX	3	2,24375	X
3 A1S FNOX	3	2,25721	X
1 A1S FCO	3	3,31711	X
1 A1E FCO	3	4,80412	X
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 A1E FCO - 1 A1S FCO		1,48701	0,458385
2 A1E FHC - 2 A1S FHC		0,0284846	0,458385
3 A1E FNOX - 3 A1S FNOX		-0,01346	0,458385

Grafica 6:

Factores de Emisión del Ciclo IM-240.



Estos datos estadísticos tienen igual comportamiento con los resultados de las investigaciones (Llanes Cedeño et al., 2018) y (Calero et al., 2018) , donde en base al mismo análisis Anova y Fisher, no presentan cambios mínimos en relación de A1S y A1E para factores de HC Y NOx, a pesar que las condiciones de campo donde se realizó la investigación de Calero et al., (2018) fue ejecutada de manera on-board , pero coinciden que el factor FCO, posee una variación de la diferencia de esta emisión de gas presente

en los valores de A1S y A1E de FCO de manera opuesta, es decir en este proyecto de investigación efectuada con una altitud de 2754 metros (m) el FCO de A1E es mayor que el FCO de A1S. Contrario a lo que sucede en (Llanes Cedeño et al., 2018) donde el FCO de A1E es menor que el FCO de A1S, estas diferencias se sustentan con el cambio de altitud 2850 metros (m), cilindraje del motor (999cc – 1.6cc), humedad, valor de lambda muy cercano a 1 para pruebas dinámicas (Rocha-Hoyos et al., 2018).

En la investigación (Guzmán et al., 2018) los factores de emisión de CO con A1E bajo los parámetros de condición de altura (2850 msnm), presión atmosférica (72852 Pa) pero diferente ciclo de conducción, presentan comportamientos similares a los factores de emisiones obtenidos en esta investigación, es decir que el factor de emisión CO para combustible súper es menor en consideración que CO para combustible extra, teniendo este último factores ascendentes. No obstante, para los factores de HC y NOx no existe diferencia notable respecto a la investigación citada.

En estudios realizados con gasolina extra y mezclas con biocombustibles, alcoholes y etanol (Portilla y Campuzano, 2015; Freire Romero, 2013; Chalá y Ñacato, 2008; Caiza et al., 2019) , respecto a los factores de emisión se puede argumentar que el comportamiento es similar a los factores de emisión CO obtenidos en esta investigación, mientras que los factores de emisión de HC y NOx no existe diferencia notable para A1S y A1E. Esto relaciona las conclusiones presentadas en la investigación (Lapuerta et al., 2006), en dónde se menciona que la altitud sobre el nivel del mar produce efectos en la presión y temperatura atmosférica en contraste a las concentraciones de oxígeno en el aire y la composición de la mezcla estequiométrica del motor.

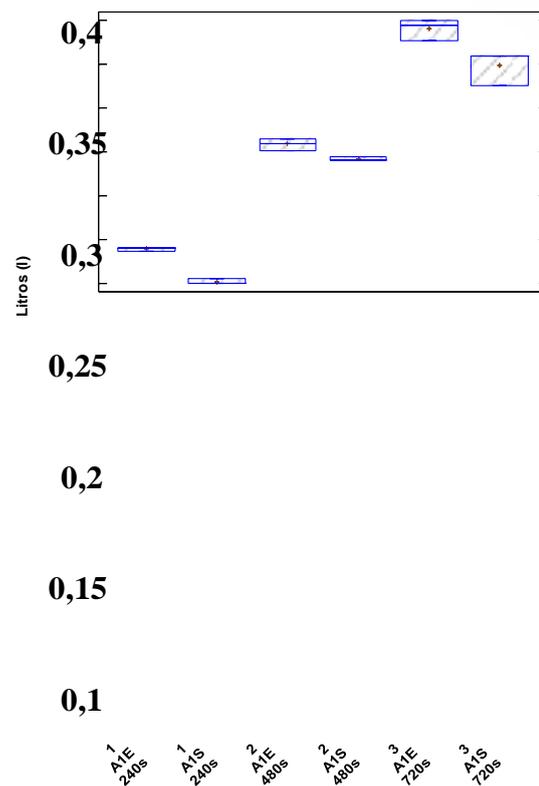
Discusión de resultados del consumo de Combustible:

El análisis ANOVA descompone la varianza de CONSUMO en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 372,439, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de CONSUMO entre un nivel de CICLO IM 240 y otro, con un nivel del 5% de significación. Esta tabla 14 se aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares (c.c - 240s – c.c - 720s) indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. Por otro lado, no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles pertenecientes a c.c - 480 segundos.

Tabla 14:

Pruebas de Múltiple Rangos para CONSUMO por CICLO IM 240.

CICLO IM 240	Casos	Media	Grupos Homogéneos	
1 A1S 240s	3	0,101667	X	
1 A1E 240s	3	0,139	X	
2 A1S 480s	3	0,241667	X	
2 A1E 480s	3	0,259	X	
3 A1S 720s	3	0,348333	X	
3 A1E 720s	3	0,390667	X	
Contraste		Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 A1E 240s - 1 A1S 240s		*	0,0373333	0,0180451
2 A1E 480s - 2 A1S 480s			0,0173333	0,0180451
3 A1E 720s - 3 A1S 720s		*	0,0423333	0,0180451



Grafica 8: Consumo en Litros (240s - 480s - 720s).

Todo estos análisis apuntan que el consumo con gasolina super A1S es menor que el consumo con gasolina super A1E, tal como se menciona a continuación: “El motor consumió menos combustible en la ruta con la gasolina Súper con 0.842 l, en cambio consumió más combustible con la mezcla de gasolina Súper 50% V con Extra 50% V, 1.202 l, la mezcla de gasolina Súper 70% V con Extra 30% V tuvo un consumo similar a la gasolina Súper, y la Extra un valor intermedio con 0.967 l”, (Guzmán et al., 2018). Fundamentos que se justifican que a pesar que la relación entre estas dos investigaciones

es efectuadas de manera dinámica y en ruta, cumplen con parámetros de estudio similares al consumo de A1S y A1E.

Por otro lado y en relación a los estudios presentado por: (Portilla y Campuzano, 2015; Freire Romero, 2013), se muestra que los resultados del consumo de dichos combustibles modificados presentan resultados opuestos a los resultados de consumo obtenidos por A1S y A1E en esta investigación, a consecuencia del ciclo de conducción IM240, calidad del combustible y altitud dónde se ejerció la prueba. Referente a la investigación elaborada por (Guzmán et al., 2018) donde realizaron pruebas dinámicas pero con un protocolo de velocidad diferente, concuerdan los resultados del consumo con esta investigación, de tal manera el combustible extra generará más consumo que el combustible súper.

Conclusiones:

- Los porcentajes de componentes dañinos correspondientes a cada tipo de combustible con parámetros de un ciclo de conducción IM240 en condiciones de altura mayor a 250msnm (Riobamba); mismas que nos permite concluir que los factores de emisiones de CO, emisiones de HC y emisiones NO_x con generación de combustible super (A1S - 93 octanos) se obtuvo un valor máx. 3.509 (g/km), 0.083 (g/km) y 2.329 (g/km) respectivamente, representando un comportamiento más bajo y más estable que las emisiones generadas por el combustible extra (A1E - 87 octanos) que presenta valores máx 5.429 (g/km), 0.111 (g/km) y 2.317 (g/km) respectivamente, es decir que el trabajo efectuado por un motor de encendido provocado de segmento Tipo A con el combustible super es menos contaminante atribuyendo este análisis a la calidad del combustible.
- La generación de gases de escape para cada muestra del vehículo tipo (A1), se obtuvo mediante la simulación del ciclo de conducción; inspección y mantenimiento IM240, a través del dinamómetro DYNOCO FX5000 donde se verificó el mismo cambio de marcha y velocidad promedio en cada instante durante todo el periodo de la prueba, resaltando que por estándares de fiabilidad y estabilidad, ocasionadas por las condiciones y parámetros en el campo de generación de emisiones. Por otro lado, un parámetro específico que justifico de manera real la ejecución del mismo protocolo en todas la pruebas fue el consumo de combustible, donde cada valor del líquido operante respectivo (S – E) en función del tiempo (240 – 480 -720 segundos) tiene una tendencia de proporcionalidad homogénea igual, considerando el primer valor obtenido de cada prueba de 0.13 (l) y 0.11(l) como el incremento de consumo entre cada muestra, de esta manera se concluye que el protocolo fue el mismo en cada prueba de la investigación.

- A través del análisis estadístico ANOVA para factores de emisiones de las tres variables y consumo de los dos combustibles (3 casos), se concluye que existe una diferencia significativa en el análisis de las varianzas y a través de las pruebas de múltiples rangos, denominada LCD (Least Significant Difference) de Fisher, se determinó que la diferencia significativa de 1.48701* (g/km) se encuentra en el grupo homogéneo perteneciente al factor CO de A1S – A1E. Caso contrario sucede con la existencia de una diferencia mínima descartable de 0.028 (g/km) y -0.1346 (g/km), pertenecientes a los grupos homogéneos de HC y NO_x de A1S – A1E (tabla 3-3). Del mismo modo dentro de los grupos homogéneos del consumo de combustible, se evidenció en relación al tiempo transcurrido en cada prueba (240 - 480 - 720 segundos) que existe una diferencia significativa de 0.037 (l), 0.017 (l) y 0.042 (l), determinado un mayor consumo para A1E (extra) y menor consumo para A1S (super).

Bibliografía

- AEADE. Boletín Mercado automotor regional. [en línea], 2019. [Consulta: 30 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.aeade.net/publicaciones/mercado-automotor-regional/>.
- AEADE. Boletín Sector en cifras 50. Sector Automotriz en cifras, 2020, no. 50.
- AEADE. Regional Automotive Market Dynamics. , 2021, no. 47, pp. 9-14.
- AGUILAR, A., VALVERDE, Y., COTO, R., GUARDIÁN, R. y CHAVES, C. Manual de productos 2016. [en línea], 2016. [Consulta: 30 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.recope.go.cr/wp-content/uploads/2019/06/Manual-de-Productos-2019.pdf>.
- AGUILAR, E. ANALISIS DE PRUEBAS DE MOTOR KIA PICANTO 1.0MPI PARA HOMOLOGAR KIT DE CONVERSION DE GLP DE QUINTA GENERACION (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). Universidad Cesar Vallejo, Mecánica. CHICLAYO. 2017.Ucv, pp. 358.
- AGUIRRE, G. y VACA, L. ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LAGASOLINA EXTRA ADITIVADA CON ALCOHOLES, EN LA REFINERÍA
- ESMERALDAS (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). Universidad Central del Ecuador, Química. Quito - Ecuador. 2017. S.l.: s.n. ISBN 1717012353.
- AL-AWAD, N.A., ABBASS, A.M. y DUBKH, M.E. "PID controller design for a

magnetic levitation system using an intelligent optimisation algorithm. *International Journal of Simulation: Systems, Science and Technology*". Research Gate, 2018, vol. 19, no. 1, pp. 6.1-6.8. ISSN 1473804X. DOI 10.5013/IJSSST.a.19.01.06.

AMBIENTUM. ¿Qué países emiten más CO2? - Ambientum Portal Lider Medioambiente.

[en línea], 2020. [Consulta: 30 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.ambientum.com/ambientum/contaminacion/que-paises-emiten-mas-co2.asp>.

ARTAMONOV, J.D., HENAO, S.A. y MOSQUERA, J.C. "ANÁLISIS DE EMISIONES DE CO2 PARA DIFERENTES COMBUSTIBLES EN LA POBLACION DE TAXIS EN PEREIRA Y DOSQUEBRADAS. ANÁLISIS DE EMISIONES DE CO2 PARA DIFERENTES COMBUSTIBLES EN LA POBLACION DE TAXIS EN PEREIRA Y DOSQUEBRADAS". Research Gate, 2010, pp. págs. 141-146. ISSN 0122-1701. DOI10.22517/23447214.385.

BALLESTER, F. "Contaminación atmosférica, cambio climático y salud". Research Gate, 2005. S.l.: s.n. .ISS 11355727 .DOI 10.1590/S1135-57272005000200005.

CABALLERO, A. Análisis de emisiones de vehículos livianos según ciclos de conducción específicos para la región metropolitana. [en línea], 2011. pp. 185. Disponible en: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-caballero_mm/pdfAmont/cf-19caballero_mm.pdf.

CAIZA, P.G. y PORTILLA, Á.A. Determinación de la Influencia de la Altura en Emisiones Contaminantes de un Vehículo con Motor de Ciclo Otto, de Inyección Electrónica de Gasolina (Trabajo de Titulación) (Maestría). ESPN, Mecánica. Quito-Ecuador. 2011.

CALERO, E., CAMPOVERDE, H., LLANES CEDEÑO, E., CELI, S., PERALTA, D. y

ROCHA, J.C. "Evaluación en Ruta de las Emisiones Vehiculares en Frío a 2850 msnm con Oxigenación de Gasolina a Base de Etanol". Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE, 2018, vol. 13, no. 1. ISSN 1390-4663. DOI 10.24133/cctespe.v13i1.571.

CAMPAÑA, I. ¿A mayor contaminación ambiental, mayor mortalidad? - Opción S. [en línea], 2019. S.l.: [Consulta: 30 noviembre 2020]. Disponible en: <https://opcions.ec/portal/2019/08/01/a-mayor-contaminacion-ambiental-mayor-mortalidad/>.

CASA, E.G. y LÉON, E.S. "ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE INFORMACIÓN DE

DIAGNÓSTICOS PID's Y AJUSTES DE COMBUSTIBLE LFT-SFT MEDIANTE EL USO DEL ESCÁNER EN VEHÍCULOS DE LA MARCA CHEVROLET D-MAX 3.0 PERTENECIENTES A LA ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA" (Trabajo de Titulación) (Tecnología). ESPE, Mecánica. Latacunga-Ecuador. 2012.

CASTILLO, J. ¿Qué es Octanaje? [en línea], 2013. S.l.: [Consulta: 5 enero 2021]. Disponible en: www.ref.pemex.com/octanaje/que.htm.

CONCHA, G. Emisiones de dióxido de carbono producidos por diferentes mezclas de etanol y gasolina. [en línea], 2018.[Consulta: 30 noviembre 2020]. Disponible en: https://issuu.com/gusstockconchaflores/docs/emisiones_de_di_xido_de_carbono_pr_o.

DYNOCOM. "Dynocom industries inc". [en línea], 2000.[Consulta: 28 noviembre 2020], vol. 1, no. 866. Disponible en: <https://dynocom.net>.

EL COMERCIO. Ajuste en los motores por regla ambiental | El Comercio. [en línea], 2017. [Consulta: 1 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/ajuste-motores-reglaambiental-autos.html>.

EP PETROECUADOR. "Memoria de Sostenibilidad 2018". Journal of Chemical Information and Modeling [en línea], 2019, vol. 53, no. 9, pp. 1689-1699. ISSN 1098-6596.

FLACSO-SEDE ECUADOR, MAE y PNUMA. GEO Ecuador 2008: Informe sobre el estado del medio ambiente. Flacso-Mae-Pnuma, 2008.

FRANCO, V., KOUSOULIDOU, M., MUNTEAN, M., NTZIACHRISTOS, L., HAUSBERGER,

S. y DILARA, P. "Road vehicle emission factors development: A review. Atmospheric Environment" [en línea], 2013, vol. 70, pp. 84-97. ISSN 13522310. DOI 10.1016/j.atmosenv.2013.01.006. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.01.006>.

FREIRE ROMERO, D.R. Comportamiento de un motor a gasolina utilizando alcohol anhidro como combustible de aporte. [en línea], 2013, pp. 151. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5799/1/CD-4686.pdf>.

FREY, C. y EICHENBERGER, D. Remote Sensing of Mobile Source Air Pollutant

- Emissions: Variability and Uncertainty in On-Road Emissions Estimates of Carbon Monoxide and Hydrocarbons for School and Transit Buses. 1997, USA, no. June, pp.168.
- GONZÁLEZ, R. Motores Térmicos y sus Sistemas Auxiliares. [en línea]. [Consulta: 5 enero 2021], 2015. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/313895542_Motores_Termicos_y_sus_Sistemas_Auxiliares.
- GUZMÁN, A.R., CUEVA, E., PERALVO, A., REVELO, M. y ARMAS, A. Estudio del rendimiento dinámico de un motor Otto al utilizar mezclas de dos tipos de gasolinas: “Extra” y “Súper”. Enfoque UTE, 2018, vol. 9, no. 4, pp. 208-220. ISSN 1390-9363. DOI 10.29019/enfoqueute.v9n4.335.
- INEC. Anuario de Estadísticas de Transporte 2017 Diciembre, 2018. [en línea], 2017, pp. 12-12. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica_de_Transporte/2017/2017_TRANSPORTE_PRESENTACION.pdf.
- INEN. Norma Técnica Ecuatoriana Ecuatoriana NTE INEN 2204. Inen [en línea], 2016, Disponible en: <http://www.aeade.net/wp-content/uploads/2016/12/PROYECTO-A2- NTE-INEN-2204.pdf>.
- INEN. Productos derivados del petróleo. Gasolina. Requisitos. [en línea], 2016, pp. 9. Disponible en: <http://www.controlhidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/06/nte-inen-935-9.pdf>.
- LAPUERTA, M., ARMAS, O., AGUDELO, J.R. y SÁNCHEZ, C.A. Estudio del efecto de la altitud sobre el comportamiento de motores de combustión interna. Parte 1: Funcionamiento. Información Tecnológica [en línea], 2016, vol. 17, no. 5, pp. 21-30. [Consulta: 17 marzo 2021]. ISSN 07168756. DOI 10.4067/s0718-07642006000500005. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642006000500005&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- LEOBARDO, L. Estimación De Factores De Emisión Para Vehículos Automotores De Gasolina (Trabajo de Titulación) (Docencia). UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO, México. 2002, pp. 129.
- LLANES CEDEÑO, E., ROCHA HOYOS, J.C., PERALTA ZURITA, D.B. y LEGUÍSAMO
- MILLA, J.C. Evaluación de emisiones de gases en un vehículo liviano a gasolina en condiciones de altura. Caso de estudio Quito, Ecuador. Enfoque UTE, 2018, vol.

9, no. 2, pp. 149-158. ISSN 1390-9363. DOI 10.29019/enfoqueute.v9n2.201.

LOAIZA, Y. ¿Respiramos aire contaminado en las ciudades del Ecuador? [en línea], 2019. S.l.: [Consulta: 30 noviembre 2020]. Disponible en: <https://gk.city/2019/09/16/aire-contaminado-ecuador-ciudades/>.

MERCEDES, Y., MORALES, R. y HERNÁNDEZ, A. Caracterización De Un Motor De Combustión Interna Con Dos Tipos De Combustible. Imt - Sct [en línea], 2014, vol. 417, no. 417, pp. 1-85. ISSN 0188-7297. Disponible en: <http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt417.pdf>.

NOVAES MURTA, M.H. Simulação Do Ciclo Padrão De Emissões U . S . Ftp-75 en Dinamometro de Bancada (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte. 2008, vol. 75.

OECD y UNEP. Older Gasoline Vehicles In Developing Countries and Economies in Transition: Their Importance and the Policy Options for Addressing Them. Paris- Francia, 1999, no. 33.

OMS. Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. [en línea], 2018. [Consulta: 30 noviembre 2020]. Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).

PEIXOTO, Y. As leis da termodinâmica. Brazil: Sumário 1, 2019, pp. 2-54.

PILCO, G. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RADIOSONDA DE TRANSMISIÓN DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS PARA EL “PROGRAMA INTEGRADO DE MONITOREO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE

RIOBAMBA USANDO MODELOS MATEMÁTICOS” (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). UNACH, Riobamba-Ecuador. 2016.

PORTILLA, A. y CAMPUZANO, M. "Evaluación del Comportamiento de Motores Otto y Diésel con el Uso de Biocombustibles en la Ciudad de Quito". Research Gate, 2015, 21 Ecuador, no. September.

ROCHA-HOYOS, J., TIPANLUISA, L. y ZAMBRANO, V. "Estudio de un Motor a Gasolina en Condiciones de Altura con Mezclas de Estudio de un Motor a Gasolina en Condiciones de Altura con Mezclas de Aditivo Orgánico en el Combustible Study of a Gasoline Engine in Altitude Conditions with Mixtures containing Org". Research Gate, 2018, no. October. DOI 10.4067/S0718-07642018000500325.

ROCHA-HOYOS, J., ZAMBRANO, D., PORTILLA, A., ERAZO, G., TORRES, G. y LLANES

CEDEÑO, E. "Análisis de Gases del Motor de un Vehículo a través de Pruebas Estáticas y Dinámicas". Revista Ciencia UNEMI, 2018. ISBN: 0000000306607.

ROCHA-HOYOS, J.C., LLANES CEDEÑO, E.A., PERALTA, D. y CELI, S. "Efecto de la

Adición de Biodiésel en el Rendimiento y la Opacidad de un Motor Efecto de la Adición de Biodiésel en el Rendimiento y la Opacidad de un Motor Diésel Effect of the Addition of Biodiesel on the Performance and Opacity of a Diesel Engine". Research Gate, 2019 , no. June. DOI 10.4067/S0718-07642019000300137.

ROJAS, M. Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. Revista Electronica de Veterinaria [en línea],2015, vol. 16, no. 1, pp. 1-14. ISSN 16957504. Disponible en:
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet2015Volumen16No01->
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010115.html>.

ROJAS, N. y ARGOTI, V. Análisis De Emisiones En Vehículos a Gasolina Utilizando Pruebas Estacionaria Y Dinámica Mediante Ciclo Im-240 (Trabajo de Titulación) (Maestría). ESPN, Mecánica, Quito-Ecuador. 2015, pp. 1-168.

TOYOTA TECHNICAL. Advanced Emissions & Driveability Diagnosis-Course 972. Chicago: Toyota Edition, 2015, pp. 15-28.

VALLEJO, M., JÁUREGUI-RENAUD, K., HERMOSILLO, A.G., MÁRQUEZ, M.F. y

CÁRDENAS, M. "Efectos de la contaminación atmosférica en la salud y su importancia en la ciudad de México". Gaceta Medica de México, 2013, México, vol. 139, no. 1, pp.57-63. ISSN 00163813.

YEPEZ, R. Estudio De Factibilidad Para La Creación Y Operación De Una Estación De Servicio En La Vía Aloag – Tandapi, Parroquia Manuel Cornejo Astorja (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). ESPE, Sangolquí-Ecuador. 2013.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Indexaciones

