

ESTUDIO DE LA DEGRADACIÓN DE LA Sonda LAMBDA EN FUNCIÓN AL KILOMETRAJE DEL VEHÍCULO Y SUREPERCUSIÓN EN LA EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES

Quito-Tapia Darwin¹, Caiza-Quishpe Luis², Otero-Potosí Santiago³, Fraga-Portilla Jorge⁴.
mauryquito9@gmail.com¹, {lcaiza², sotero³, jfraga⁴}@ist17dejulio.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9878-6704>¹, <https://orcid.org/0000-0003-4343-7280>², <https://orcid.org/0000-0002-3823-9522>³, <https://orcid.org/0000-0001-5236-1148>⁴
Instituto Superior Tecnológico “17 de Julio”

Recibido (06/12/19), Aceptado (021/12/19)

Resumen: Este estudio determinó los efectos de la sonda lambda en las emisiones de gases contaminantes en vehículos que circulan en la provincia de Imbabura país Ecuador adquiridos en el último lustro; la cual se basa en indagar la degradación del material base del sensor de oxígeno en diferentes kilometrajes de recorrido y caracterizar el desgaste de este en función de los gases contaminantes que son emanados al medio ambiente. En este caso como referencia se utilizaron los parámetros de revisión técnica vehicular que utiliza la agencia nacional de tránsito. Luego de la comparativa se aprecia que la degradación de la sonda lambda afecta en la emisión de gases contaminantes entre 1% a 5% en vehículos cuyo kilometraje excede los 110.000 km de recorrido y a medida que este kilometraje aumenta la degradación de igual manera, hasta alcanzar un 15 % en aumento de consumo de combustible y emisiones contaminantes en automotores que exceden los 300.000 km

Palabras Clave: Sonda Lambda, Polución, Residuos de Combustión, Degradación.

STUDY OF THE DEGRADATION OF THE LAMBDA PROBE BASED ON THE MILEAGE OF THE VEHICLE AND ITS IMPACT ON THE EMISSION OF POLLUTING GASES

Abstract: This study determined the effects of the lambda probe on the emissions of polluting gases in vehicles that circulate in the province of Imbabura, Ecuador, acquired in the last five years; which is based on investigating the degradation of the oxygen sensor base material in different mileage and characterize its wear depending on the polluting gases that are emitted into the environment. In this case, the vehicle technical review parameters used by the national transit agency were used as a reference. After the comparison, it can be seen that the degradation of the lambda probe affects the emission of polluting gases between 1% to 5% in vehicles whose mileage exceeds 110,000 km of travel and as this mileage increases the degradation in the same way, until reaching 15% increase in fuel consumption and pollutant emissions in motor vehicles that exceed 300,000 km

Keywords: Lambda Sensor, Pollution, Combustion Waste, Degradation.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las afecciones al medio ambiente ocasionadas por el aumento de las emisiones de gases contaminantes son producidas en su gran mayoría por los automóviles [1]. Estas son relacionadas a fenómenos naturales como es el efecto invernadero [2] donde intervienen partículas contaminantes como (CO) monóxido de carbono, (CO₂) dióxido de carbono, (NO_x) óxidos de nitrógeno, (SO_x) óxido de azufre adicional, adicional el vehículo emana algunos gases debido a su proceso de combustión como (O₂) oxígeno, (HC) hidrocarburos [3]. Como lo afirma el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos en sus fuentes oficiales [4], en estos datos se evidencia un crecimiento de vehículos matriculados de 8,8% entre el año 2016 y 2017 con respecto a años anteriores.

Un dato especial, se registra una tasa de vehículos matriculados por cada mil habitantes con un total de 111 automotores pertenecientes a la zona norte del Ecuador hasta finales del año 2017; destacándose en el país la presencia de marcas reconocidas las cuales son enfocadas al servicio público en la provincia de Imbabura, encabezando la lista la marca Chevrolet con 631 mil vehículos los cuales representan el 28,2 %, Hyundai con 143.724 vehículos con el 6.4% y el resto de marcas automotrices, la diferencia de porcentaje [5].

Esta investigación tiene como objetivo estudiar la importancia de la sonda lambda por medio del comportamiento del motor, con una comparación cuando se evidencia un deterioro y correcto funcionamiento en el sensor O₂ con variaciones de kilometraje recorrido, para determinar el aumento en emisiones contaminantes, adicional se evidencia la selección de vehículos de distintas marcas y kilometraje recorrido para la medición de la sonda, mediante equipos calificados y a diferentes parámetros de funcionamiento, realizando una metodología experimental para encontrar los resultados en las diferentes pruebas

II. DESARROLLO

Se realizó la selección de vehículos con base a la distancia recorrida medida en kilómetros, año de fabricación y el tipo de sonda lambda presente. Los vehículos utilizados para esta investigación son exclusivamente de servicio público liviano (taxis) en la provincia de Imbabura con mayor énfasis en la ciudad de Ibarra al ser esta la capital. Por ende, es la que posee mayor población vehicular. Se desarrolló un proceso de toma de mediciones para cada caso, estableciendo horarios y días determinados, a partir de la recepción de estos, para ello se procedió a realizar la vinculación del sistema OBD II del vehículo con el escáner automotriz para

leer algunos datos esenciales para la determinación de las pruebas realizadas. Una vez que ya se estableció la comunicación con el sistema de diagnóstico abordo, se procedió a hacer uso del analizador de gases de escape con dos pruebas repetitivas a diferentes parámetros de revoluciones obteniendo así la primera al mínimo considerada a ralenti definida en valores de 750 y 900 rpm; y la prueba al máximo que sería considerada en valores de 2500 rpm durante un tiempo establecido por medio del software de 30 segundos [1] [2] [3].

III. METODOLOGÍA

Se realizó un trabajo experimental, en el cual para la toma de mediciones fue necesario que el vehículo se encuentre a su temperatura nominal de trabajo para evitar medidas erróneas o incorrectas generadas por la variación de agentes mecánicos. Una vez realizada cada una de las pruebas se procedió a congelar los datos tomados para posteriormente emitir informes técnicos de los valores registrados de tal manera que sean fáciles de analizar y tabular para certificar la investigación de manera correcta, con los datos obtenidos se realizó la toma de mediciones de manera repetitiva de tal forma que se pueda determinar la media ideal para su respectiva representación e interpretación grafica por consiguiente se obtuvo un análisis para cada caso refiriéndose así a los tres gases como son: O₂, HC, CO.

Es importante mencionar que para el estudio de este tema se ha priorizado el comportamiento de dos gases HC y Co entre los principales residuos de combustión [4] [5], se detalla como los hidrocarburos HC y el monóxido de carbono CO como cenizas volátiles que repercutan ambientalmente y tienen mayor impacto en la salud, al ser estos residuos de combustión de motores de encendido provocado es mayor la influencia que se ocasiona ambientalmente, por tal razón se comprende que si se detecta la emisión de estos contaminantes en aumento se debe crear elementos que disminuyan esta emisión, es por tal que existen procesos amigables con el ambiente que reducen o disminuyen estos residuos, como son generadores eléctricos [6] [7] [8].

Una referencia utilizada para la comparación de los datos obtenidos fue la tabla I, de valoración de gases de escape utilizada por la empresa de revisión técnica vehicular [9], la cual es estandarizada para cada provincia dependiendo así los valores de las características físicas (altitud) del lugar.

TABLA I. Índices de gases de escape en vehículos a gasolina ralentí y altas RPM.

VEHÍCULOS GASOLINA RALENTÍ Y ALTAS RPM				
Año	HC en PM	CO EN %	O ₂ en %	Tipo de falta
Del 2000 en adelante	$0 \leq X < 160$	$0 < X < 0,6$	$0 \leq X < 3$	0
	$160 \leq X < 180$	$0,6 \leq X < 0,8$	$3 \leq X < 4$	1
	$180 \leq X < 200$	$0,8 \leq X < 1$	$4 \leq X < 5$	2
	$X \geq 200$	$X > = 1$	$X \geq 5$	3
De 1990 a 1999	$0 \leq X < 650$	$0 < X < 3,5$	$0 \leq X < 3$	0
	$650 \leq X < 750$	$3,5 \leq X < 4$	$3 \leq X < 4$	1
	$700 \leq X < 750$	$4 \leq X < 4,5$	$4 \leq X < 5$	2
	$X \geq 750$	$X > = 4,5$	$X \geq 5$	3

Para las pruebas realizadas se utilizaron equipos como: Un escáner launch X- 431 PRO para determinar las estadísticas y el régimen de funcionamiento del motor, un analizador de gases AGS-688 para un diagnóstico y análisis de las emisiones contaminantes.

A.Scanner Launch y Analizador de Gases de Escape



Figura 1. Scanner launch X- 431 PRO y Analizador de gases Brain Bee AGS- 688

En la figura 1 se puede apreciar el escáner launch (a) con el que se realizó la determinación de parámetros como temperatura, rpm, carga del motor, estado y funcionamiento de la sonda [10] y el analizador de gases (b) el cual incluye una pantalla con display LCD para mostrar los valores de los gases medidos, así como los datos de RPM del motor [10].

B.Selección de vehículos

La selección de los vehículos se realizó con bases características representativas de predominio en el mercado automotor de la provincia de Imbabura tomando considerablemente las características de fabricación como año y el kilometraje recorrido.

En la Tabla II se detallan las especificaciones de los vehículos seleccionados para la investigación con las variaciones de años y kilometraje de recorrido.

TABLA II. Especificaciones Técnicas de Vehículos

Tipos	Sin calefactor	Con calefactor	Aislada
Temperatura	A partir de 350°C	A partir de 350°C	A partir de 350°C
Ubicación	Su ubicación es muy cerca del múltiple de escape	Su ubicación puede estar en cualquier lugar del tubo de escape	Su ubicación puede estar en cualquier lugar del tubo de escape
Tipo de diseño	finger	finger o planar	finger o planar
No. De cables.	Tiene un cable de color negro, donde envía señal	Tiene tres o cuatro cables	Tiene tres o cuatro cables
Intervalo de cambio	Recomendado de 80 – 100 mil km	recomendado 160 mil km	recomendado 160 mil km

C. Tipos de sensores lambda

Los tipos de sensores varían acorde a la marca del vehículo y el año de fabricación y cumple un rol fundamental debido al incremento de tecnología y descubrimiento de nuevos materiales que pueden aumentar o disminuir el deterioro del sensor en estudio con un por-

centaje entre el 0.2% al 1,5% en gases como O₂ y CO.

En el mercado ecuatoriano se puede encontrar algunos tipos de sensores lambda con diferentes características constructivas y de funcionamiento que se evidencian a continuación en la tabla III.

TABLA III. Tipos y características sensores lambda, Bosch.

Especificación	Vehículo 1 (Kia Rio R)	Vehículo 2 (Hyundai Accent)	Vehículo 3 (Kia Rio R)
Año	2016	2009	2017
Kilometraje	265351	572238	219497
Posición del motor	Delantero transversal	Delantero transversal	Delantero transversal
No. De cilindros	4 en Línea	4 en Línea	4 en Línea
Transmisión	Manual	Manual	Manual
Cilindrada (cm³)	1600 cm ³	1.600 cm ³	1600 cm ³
Potencia (Hp@rpm)	137 hp @ 6300 rpm	110 hp @ 6000 rpm	137 hp @ 6300 rpm
Torque (Nm@rpm)	13.8971Nm @ 4850rpm	134 Nm @ 4500 rpm	13.8971 Nm @ 4850rpm
Relación de compresión	11.0:1	10:1	11.0:1

IV. RESULTADOS

A. Prueba al mínimo

El análisis estadístico en base al factor de error promedio alrededor de un 12% al 16% en cada prueba a realizar ya que se obtiene un valor entre el valor máximo alcanzado y un valor promedio en cada prueba, es por tal que se valida el uso de esta herramienta como método de investigación.

En esta prueba al mínimo se dio la toma de mediciones a cada vehículo con un ralenti estable en valores de entre 750 y 900 rpm, con la respectiva revisión del sistema de escape garantizando las cero fugas de gases en un tiempo estimado de 30 segundos y con varias repeticiones por cada caso para garantizar la veracidad de datos obtenidos [9]. Para la representación de cada caso se tomó en consideración el kilometraje y los gases estudiados como se aprecia en la tabla IV.

TABLA IV. Índices de CO al mínimo según la marca, kilometraje y año de fabricación.

MARCA	CO	AÑO	KILOMETRAJE
KIA	0,11	2016	265351
HYUNDAI	0,13	2009	572238
KIA	0,47	2017	219497
HYUNDAI	0,1	2018	84825
KIA	0,38	2016	127740
CHEVROLET	0,1	2006	2012
NISSAN	0	2012	192605

Para los análisis estadísticos se aprecia el índice de convergencia entre la distancia de recorrido y la emisión de gases contaminantes residuos de combustión, como la dispersión entre las muestras a estudiar que permiten identificar las variaciones de cada muestra, es por tal que la investigación se encamina en buscar la mejor relación entre degradación de la sonda lambda y los factores de contaminación de cada residuo.

Iñiguez [12] en su estudio menciona que el Monóxido de carbono (CO) es un gas que en tiende a disminuir su emisión en función de las revoluciones por minuto a las que el automotor se encuentre sometido, caso que se corrobora con los resultados arrojados ya que

en pruebas en ralentí los índices de CO son menores en comparación con los de carga media a 2500 rpm aproximadamente, [13] realizando un protocolo de pruebas en mínima carga y carga media donde de igual manera la tendencia a mayor revoluciones por minuto es a aumentar la emisión de este gas [14]. El factor de degradación del elemento base de la sonda lambda aumenta a medida que transcurre el kilometraje de recorrido o uso de la misma [14], donde se aprecia que el deterioro es por parte del zirconio que rige como elemento base, en esta variación la tendencia es a aumentar las emisiones en razón directa al desgaste del sensor de oxígeno, como se aprecia en la figura 2.

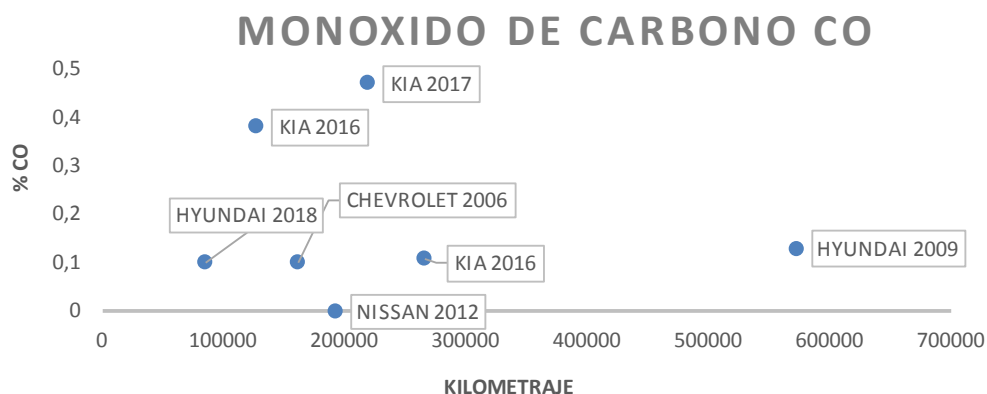


Figura 2. Índices de Monóxido de Carbono al mínimo según la marca y el kilometraje recorrido.

En este caso se puede identificar que no importa el año de procedencia del vehículo, más bien el kilometraje recorrido que describiría el estado del sensor, de manera adicional cabe resaltar que en el vehículo Hyundai 2009 se realizó el cambio de este, previa a la medición de tal manera, se puede demostrar que en base al kilometraje recorrido el sensor lambda va degradándose de

manera proporcional como se menciona en el manuscrito efectos adversos en el sensor de oxígeno lambda [15] confirmándose la reducción de sensibilidad y asimismo la lectura de información errónea al sistema eléctrico, afectando de manera inevitable los procesos químicos del motor de combustión interna evidenciándose en la tabla V.

TABLA V. índices de HC al mínimo según marca, año y kilometraje.

MARCA	HC	AÑO	KILOMETRAJE
KIA	107	2016	265351
HYUNDAI	119	2009	572238
KIA	158	2017	219497
HYUNDAI	48	2018	84825
KIA	84825	2016	127740
CHEVROLET	48	2006	162260
NISSAN	8	2012	192605

Reyes et. al. [1] mencionan que el índice de hidrocarburos tiende a aumentar en relación con la altitud o metros sobre nivel del mar, siendo esto factor esencial en la toma de medidas y análisis de resultados obtenidos. Un análisis de emisiones relevantes permite indicar que los hidrocarburos son elementos notables en las

emisiones de gases contaminantes, pero de igual manera el factor de desgaste es importante a sabiendas que si existe mayor kilometraje de recorrido el porcentaje de contaminación es mayor apreciándose en la figura 3 [4].

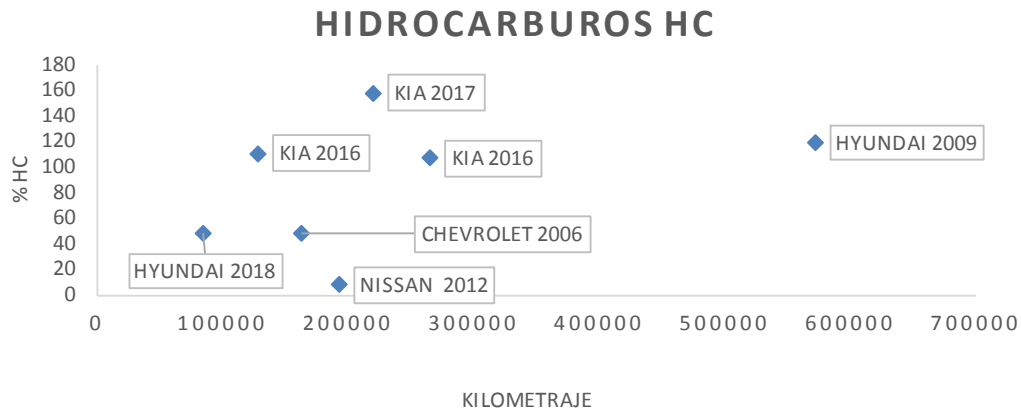


Figura 3. Índices de HC al mínimo según la marca y el kilometraje.

Para este gas se determina que todos los vehículos en estudio cumplen con los parámetros estandarizados y que de igual manera al primer caso la degradación de la sonda lambda es coherente al kilometraje de funcionamiento con respecto a la instalación en cada automotor con la particularidad del vehículo mencionado anteriormente, pero en este gas analizado se puede resaltar que es un causante más para la degradación del sensor, puesto que por la mala combustión se obstruyen los conductos del sensor O2 con mayor rapidez afectando

así a la sensibilidad en la toma de mediciones [14]; adicionalmente tiene pequeñas repercusiones en la temperatura adecuada de funcionamiento puesto que dificulta el trabajo de los electrones donantes proporcionado por la ionización interfiriendo en la película de detección utilizados en sensores a base de zirconio, de modo que afecte el tiempo de transferencia información en el sistema de control de la mezcla estequiométrica como se evidencian en la tabla VI y figura 4 [16]

TABLA VI. índices de O2 al mínimo según marca, año y kilometraje.

MARCA	O2	AÑO	KILOMETRAJE
KIA	1,38	2016	265351
HYUNDAI	0,51	2009	572238
KIA	0,76	2017	219497
HYUNDAI	0,22	2018	84825
KIA	0,84	2016	127740
CHEVROLET	4,92	2006	2012
NISSAN	0,27	2012	192605

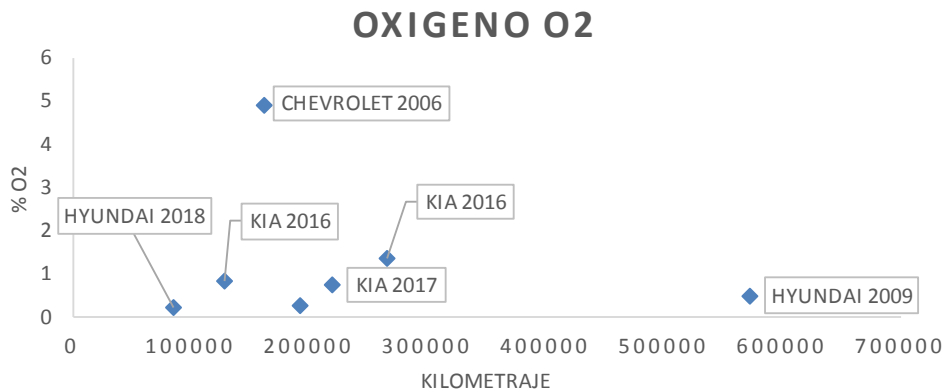


Figura 4. índices de O2 al mínimo según la marca y el kilometraje.

A.Prueba al máximo

La distancia de recorrido de un automotor es una base fundamental que determina la degradación de la sonda lambda Luetin [19], menciona que el deterioro de los sistemas que comprenden un vehículo, afecta relativamente al correcto funcionamiento del mismo. Es por tal que Bosch [20] relaciona la degradación de los diferentes sensores que comprenden un vehículo con el tiempo de uso, que a su vez se relacionan directamente

con el kilometraje de recorrido. El caso de este estudio, arroja un 5% de error en la toma de medidas, que es un rango bajo y no afecta en el desarrollo de la investigación.

Para la prueba al máximo se la realiza posterior a la primera que es al mínimo estableciendo una aceleración en su mayoría estable de 2500 rpm durante 30 segundos para la toma de mediciones.

TABLA VII. índices de CO al máximo según la marca, año y kilometraje.

MARCA	CO	AÑO	KILOMETRAJE
KIA	1,45	2016	265351
HYUNDAI	0,33	2009	572238
KIA	0,68	2017	219497
HYUNDAI	0,12	2018	84825
KIA	0,6	2016	127740
CHEVROLET	0,42	2006	2012
NISSAN	0,03	2012	192605

Para este caso se aprecia que un solo vehículo identificado como Kia 2016 tabla VII, no cumple los parámetros establecidos como se aprecia en la tabla IX que debe ser inferior a 1,00 excediendo con un valor de 1,45 y más notorio el deterioro referente a propiedades físicas y químicas estables del sensor de oxígeno produciendo alteraciones en la estructura química de ma-

nera que se deforma la estructura porosa interna como lo asevera Maolin Zhang [15] evidenciándose la certeza de ese trabajo con la experimentación realizada de manera técnica como se lo ha llevado a cabo en este trabajo de investigación. Por lo contrario, se menciona que satisfactoriamente más del 80% de casos si cumplen con los parámetros permisibles [13]

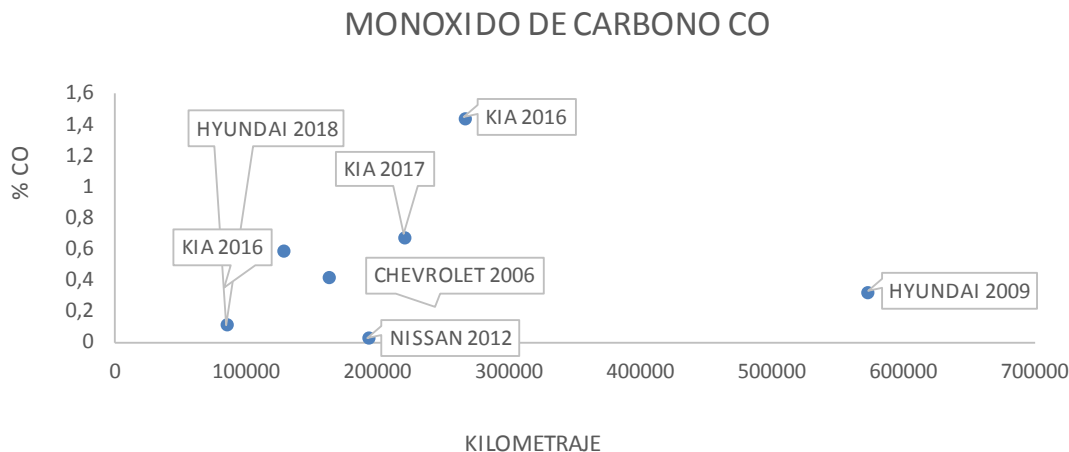


Figura 5. índices de CO al máximo según el kilometraje recorrido.

TABLA VIII. índices de HC al máximo según la marca, año y kilometraje recorrido.

MARCA	HC	AÑO	KILOMETRAJE
KIA	166	2016	265351
HYUNDAI	114	2009	572238
KIA	181	2017	219497
HYUNDAI	74	2018	84825
KIA	126	2016	127740
CHEVROLET	85	2006	162260
NISSAN	18	2012	192605

Este es un caso en el que el 100% de los vehículos estudiados cumplen con los índices permisibles es decir que no representarían amenazas de contaminación con este tipo de gas cuando el caso sea que el vehículo en funcionamiento esto puede darse como resultado del estado físico (altitud) del lugar en donde se desarrolló el estudio lo que refleja una similitud con un estudio realizado en la capital del Ecuador en una delimitación

temporal simultáneamente paralela a esta indagación de manera que en ambos casos se certifique la veracidad del trabajo de investigación y es por ello que tanto los agentes físicos del medioambiente como los agentes químicos de la combustión conspiran en la eficiencia de los procesos de combustión de la mezcla aire combustible [16] [14].

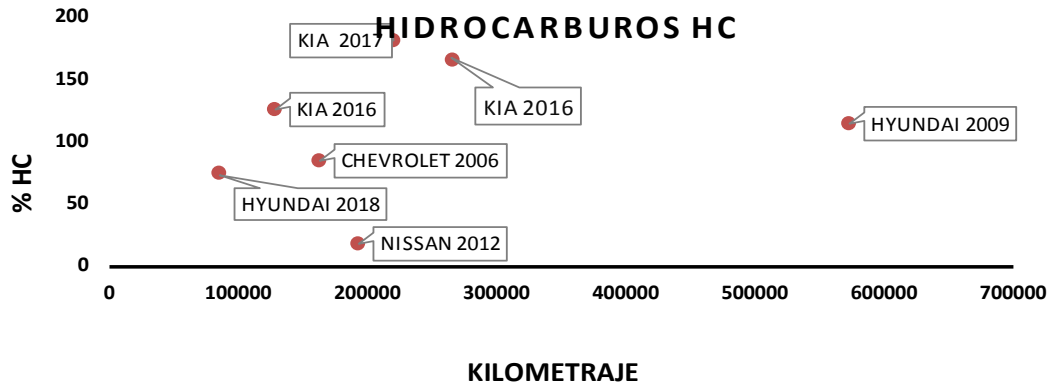


Figura 6. índices de HC al máximo según el kilometraje recorrido.

TABLA IX. Índices de O2 al máximo según la marca de vehículos, año y distancia recorrida.

MARCA	O2	AÑO	KILOMETRAJE
KIA	0,52	2016	265351
HYUNDAI	0,57	2009	572238
KIA	1,05	2017	219497
HYUNDAI	0,07	2018	84825
KIA	0,92	2016	127740
CHEVROLET	1,12	2006	2012
NISSAN	0,09	2012	192605

En esta representación gráfica se demuestra que de la misma manera todos los casos cumplen con la normativa a pesar del kilometraje en funcionamiento del vehículo y por ende del sensor con un énfasis en este punto en el sistema de encendido puesto que a modo que el kilometraje del vehículo va ascendiendo también se podría degradar otros componentes que intervienen

en la combustión del motor de combustión interna [17] y este es el caso del sistema de encendido para ser más específicos de las bujías por ello también se dice que el resultado de este gas analizado pudo haber sido favorecido por el estado óptimo del sistema de encendido de cada automotor [18].

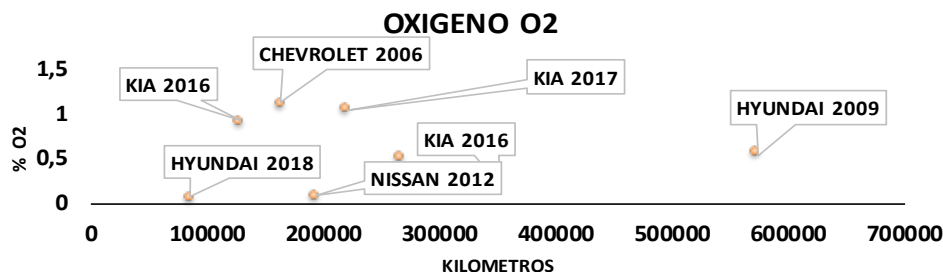


Figura 7. índices de O2 al máximo según la marca y kilometraje

Se debe considerar que la relación entre el rendimiento de un motor de combustión interna tiene un rendimiento de hasta el 40%. Con respecto al combustible. Y la sonda lambda está diseñada para funcionar un promedio de 100 000 km con un motor afinado.

Los mantenimientos óptimos de la sonda lambda son:

- 1.- Utilizar el combustible con mayor octanaje para tener un buen encendido
- 2.- Hacer el cambio de filtros de aire y combustible periódicamente
- 3.- Realizar el cambio periódico de bujías recomendadas por el fabricante.
- 4.- La sonda lambda se debe de hacer una limpieza de carbonilla a los 50 000km y un cambio de la misma a partir de los 160 000 km.

V.CONCLUSIONES

El tipo de mantenimiento del vehículo y la manera idónea de conducción influyen directamente en la vida útil de la sonda lambda y de manera simultánea el estado e del sensor influirá en el rendimiento del motor del vehículo.

A medida que el kilometraje de los automotores en estudio incrementa de igual manera va aumentando el índice de degradación del material base del sensor de oxígeno.

El sensor de oxígeno es un componente esencial en el vehículo puesto que desde su introducción en el campo automotriz cumple un rol importante como es el de reducir el índice de emisiones contaminantes y de igual manera garantizar que se cumpla la relación de aire y combustible y mantenerse en un nivel estequiométrico.

Los niveles de los diferentes gases en estudio pueden agilizar el proceso de degradación del sensor dependiendo los índices de presencia en los gases que mide el sensor O₂.

En algunos casos de esta investigación se apreció que el estado excesivo de degradación del sensor influiría a la ECU (Unidad de control electrónico) del vehículo a someterse en un estado de emergencia enviando una sola señal que daría como resultado una mezcla de aire combustible rica para evitar deficiencias en el funcionamiento del motor.

REFERENCIAS

- [1]G. Reyes , J. Iñiguez , C. Soria y J. Yopez, «Estudio de emisiones contaminantes utilizando mezcla de gasolina e hidrogeno como combustible en un motor de combustión interna a 2800 m.s.n.m.» Revista Científica y Tecnológica UPSE, pp. 19-28, 2018.
- [2]Augusto, «Uso del sensor de sonda lambda como

sensor de presión,» Blucher Proceedings, pp. 1-2, 2017.

[3]M. Zhang, T. Ning, P. Sun, Y. Yan, D. Zhang y Z. Li, «Sonda lambda en variación de materiales,» Elsevier, pp. 2-4, 2017.

[4] A. Ghofur, S. A. Hadi y M. Dharma Putr, «Potential fly ash waste as catalytic converter for reduction of HC and CO emissions,» Sustainable Environment Research, vol. 28, n° Issue 6, pp. 357-362, 2018.

[5]Y. Long, G. Li, Z. Zhang, J. Liang, L. Mao y Y. Li , «Effects of reformed exhaust gas recirculation on the HC and CO emissions of a spark-ignition engine fueled with LNG,» International Journal of Hydrogen Energy, vol. 43, n° Issue 45, pp. 21070-21078, 2018.

[6]A. Hasan, A. Abu-Jrai, A. Al-Muhtaseb, A. Tsolakis y H. Xu, «HC, CO and NOx emissions reduction efficiency of a prototype catalyst in gasoline bi-mode SI/HCCI engine,» Journal of Environmental Chemical, vol. 4, n° Issue 2, pp. 2410-2416, 2016.

[7]L. A. Caiza-Quishpe, «Caracterización de erosión de bujías después del servicio de campo en motores gasolina,» MEMORIAS DEL CONGRESO REDU VI 2018, vol. 6, p. 125, 2018.

[8]C. Gallardo-Naula, D. Cardoso-Totoy, L. A. Caiza-Quishpe y S. Otero-Potosi, «IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR EÓLICO DE EJE VERTICAL SAVÓNICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 120 V,» Ciencia y Tecnología, vol. 23, n° 93, pp. 55-64, 2018.

[9]Globaltech, «Globaltech,» [En línea]. Available: <https://globaltech-car.com/producto/analizador-de-gases-brain-bee-modelo-ags-688/#dfp>.

[10]Globaltech, «Catalogo analisis de gases y equipos para revisión tecnica vehicular,» Quito, 2015.

[11]Reviplus, «Centro de Inspección Tecnica Vehicular,» Reviplus, 01 Noviembre 2018. [En línea]. Available: <http://reviplus.com>.

[12]L. Tipanluisa, A. Remache, C. Ayabaca y S. Reina , «Emisiones contaminantes de un motor de gasolina funcionando a dos cotas de combustible de dos calidades,» Informacion Tecnologica, pp. 3-12, 2017.

[13]M. Zhang , T. Ning, P. Sun, D. Zhang, Y. Yan y Z. Li, «Lambda oxygen sensor degradation mechanism,» Elsevier, pp. 1-7, 2018.

[14]M. Zhang, X. Ji, Z. Li, Y. Yan y Y. Huang , «Adverse effects on the lambda oxygen sensor,» Sensors and actuators, pp. 3-5, 2017.

[15]J. C. Rocha, E. Llanes-Cedeño, J. Andrade , L. A. Caiza-Quishpe y J. Leguisamo, «Incidencia del uso de gasolina extra y mezcla al 5 % con etanol anhidro en los microfiltros de los inyectores multipunto,» Enfoque UTE, vol. 10, pp. 28-38, 2018.

[16]S. A. Otero Potosi, «Motor de Combustión Inter-

na,» de Manual Básico del Automovil y su Motor, Ibarra, IST 17 de Julio, 2017, p. 17.

[17]L. A. Caiza , «Caracterización de erosión de bujias despues de servicio de campo en motores gasolina,» Congreso REDU VI, nº VI, p. 125, 2018.

[18]Bosch, «Bosch Sensores,» 26 octubre 2019. [En línea]. Available: https://es.bosch-automotive.com/es/internet/parts/parts_and_accessories/electronics_and_accessories/sensors_17/sensors_18.html. [Último acceso: 10 Octubre 2019].

[19]I. Garbayo, A. Morata , D. Pla, M. Salleras, N. Se-

bate , A. Tarancón y J. Morante , «Zirconia Sensor de Oxigeno,» Elsevier, pp. 1-4, 2014.

[20] J. Iñiguez Izquierdo, G. Gorky Reyes, C. Rivera Rivera y E. Vera Orbe , «Estudio de emisiones contaminantes producidas por un motor otto con el uso de gasolina y un combustible a base de 95% de gasolina t 5% Etanol,» INNOVA Research Journal, pp. 11-18, 2017.

[21]Tecnofuel, «Launch,» Tecnofuel Launch x-341, 2015. [En línea]. Available: http://www.tecnofuelsoporte.com.mx/assets/manual_x_431_pro.pdf.