

# IMPACTO AMBIENTAL DE LA VARIACIÓN DEL OCTANAJE DE LA GASOLINA EN UN MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA CON CONVERTIDOR CATALÍTICO.

*Luis Fred Pule C.*

Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, Universidad Técnica del Norte, Avenida 17 de Julio 5-21, Ibarra, Imbabura, Ecuador. Lfredpulec16@hotmail.com

**Resumen.** En la actualidad, los índices de contaminación se han ido incrementando, por ello, los gobiernos se ven a adoptar varias restricciones en relación al tema ambiental. El mayor aporte para el incremento, se debe a la quema de combustible fósiles, esto, debido a que el principal medio de transporte utilizado en todo el mundo, es el automóvil. Uno de los principales inconvenientes con los combustibles, es la calidad de combustible, siendo responsables de ello las distintas refinerías del planeta encargadas de ese trabajo. El número de octanos de un combustible indica la calidad del mismo, entre mayor sea este valor, se dirá que el combustible es de mejor calidad; con ello la contaminación generada al medio ambiente es de menor impacto. La gasolina es un tipo de combustible, generalmente utilizado para el funcionamiento en motores de combustión interna. Durante el desarrollo de este trabajo se emplearán cuatro muestras de gasolina, dos locales y dos del país vecino de Colombia, determinando con ello cuál de estas muestras tiene un mayor y menor impacto al medio ambiente, a pesar del bajo índice de octano con el que cuentan las gasolinas colombianas se evidenció que el nivel de monóxido de carbono se encuentra por debajo del límite establecido, los niveles de emisiones de las gasolinas ecuatorianas son inferiores a las colombianas se debe principalmente por el número de octanos que influye en el rendimiento del motor y por lo tanto en las emisiones, el caso de las gasolinas ecuatorianas también se registró una disminución del porcentaje de oxígeno, debido al aumento del régimen del motor sin embargo, hay que mencionar que al contar con mayor octanaje el porcentaje de oxígeno presente en las emisiones es mucho mayor que el registrado por las gasolinas colombianas, De todas las emisiones producidas tras la combustión en el interior del motor, son tres los gases emitidos que deben ser tratados por su alta toxicidad, estos son: el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NOx) y los hidrocarburos (HC), con el fin de controlar el índice contaminante generado por los vehículos los fabricantes se vieron en la obligación de implementar sistemas dispositivos para reducir dichas emisiones, con motores menos contaminantes, los fabricantes decidieron utilizar un convertidor catalítico, que es encargado en tratar los gases resultantes de la combustión antes de que salga a la atmósfera.

## Palabras Claves

Combustible, motor, gasolina, aditivos

## 1. Introducción

La mayoría de vehículos dentro de una ciudad disponen de un motor a gasolina, dicho motor no es más que una máquina termodinámica formada por un conjunto de piezas y mecanismos fijos y móviles. La producción de gasolina de bajo octanaje por parte de las refinerías, hace que los sistemas de inyección electrónica y elementos como el catalizador no cumplan con su función, ya que no van a trabajar bajo las condiciones para las que fueron diseñados.

El principal objetivo del presente estudio, radica en determinar la importancia del número de octanos de un combustible, verificando el impacto que puede ocasionar la quema de un combustible con un bajo número de octanos.

Al mismo tiempo, se considera como una investigación bibliográfica, ya que requiere de información proveniente de documentos, en donde se indiquen aspectos como la variación del impacto ambiental en relación al número de octanos de un combustible, de igual manera, es considerada como una investigación científica, esto, debido a que durante su desarrollo se realiza el análisis de datos generados por las pruebas que se llevan a cabo con varias muestras de gasolina en un motor con catalizador mediante un analizador de gases

Durante el desarrollo se emplearán cuatro muestras de gasolina, cada una de ellas presenta un distinto número de octanos. Las emisiones generadas con cada muestra serán sometidas a un analizador de gases, para determinar cómo incide el octanaje de un combustible en el impacto ambiental durante la quema de combustibles fósiles. De los resultados en el análisis experimental con gasolina extra ecuatoriana y colombiana de 87 octanos, se determina que la gasolina ecuatoriana permite un mejor rendimiento del motor, al

mismo tiempo que sus niveles de emisiones fueron menores.

Con 81 y 87 octanos la gasolina colombiana corriente y extra respectivamente; presenta mayor presencia de gases contaminantes que la gasolina ecuatoriana, que posee mayor octanaje y menor contaminante, con los siguientes porcentajes de contaminación:

Al final se podrá concluir cuáles son los beneficios de utilizar un combustible de mejor calidad. Cada usuario de un vehículo de combustión interna debería exigirlo, ya que además de disminuir la contaminación ambiental, otro de los beneficios que ellos reciben directamente, se da en la prolongación del mantenimiento al motor de su vehículo.

## 2. Marco teórico

Petroecuador, (2015), menciona que a finales del año 2011, se presentaron las primeras importaciones de gasolina de 95 octanos, esta, fue mezclada y procesada en las refinerías del país con la gasolina que se tenía anteriormente, con ello, se consiguió mejorar el octanaje de las gasolinas presentes en el mercado, así pues, la gasolina extra pasó de 81 a 87 octanos, mientras que la gasolina súper pasó de 90 a 92 octanos

### 2.1 Combustibles

La calidad de un combustible es medido en relación a su grado de octanos, sin embargo, además de indicar su calidad, da a conocer la capacidad de consumo del combustible; es decir, en el caso de una gasolina con mayor grado de octanos, mejorará la potencia y rendimiento de un motor y al mismo tiempo el consumo de combustible se verá aminorado.

(Ecopetrol, 2011), menciona que a principios del presente año, se comercializará en las distribuidoras de combustible, la segunda generación de gasolina verde, en donde se destaca el aumento del número de octanos, es así, que la gasolina corriente pasó de 78 a 83 octanos, mientras que la gasolina extra subió de 81 a 87 octanos. Los beneficios de la gasolina con mayor octanaje son notables, además, por cada mil metros sobre el nivel del mar, se obtiene una ganancia que varía de 2 a 3 unidades de octano, esto se debe principalmente por la menor densidad que presenta el oxígeno en la atmósfera.

#### 2.1.1 Gasolina

La gasolina es un tipo de combustible, generalmente utilizado para el funcionamiento en motores de combustión interna. Es una mezcla de cadenas de hidrocarburos de cinco a nueve átomos de carbono de relativa volatilidad. Es obtenida del petróleo por destilación fraccionada. Es conocida en algunos países bajo el nombre de nafta o bencina. Tiene una densidad de 760 g/L.

#### 2.1.2 Aditivos ecológicos

Los aditivos más utilizados son el MTBE y el TAME, esto ya que poseen un alto valor de octano, una baja presión de vapor y sobre todo una alta disponibilidad. Para su elaboración se emplea el metanol, butano, butilenos, isobutilenos e isoamileno, estos elementos son materia prima dentro del proceso de refinación, por lo que representa una ventaja económica.

Tipo de oxigenado	0% EtOH		10% vol. EtOH		15% vol. EtOH	
	Magna	Premium	Magna	Premium	Magna	Premium
ETBE <sup>1</sup>	<0.1	0.2±0.0	<0.1	0.2±0.0	<0.1	<0.1
EtOH <sup>2</sup>	<0.1	<0.1	9.8±0.2	11.3±0.1	15.1±1.0	16.1±0.3
MTBE <sup>3</sup>	10.5±0.1	17.9±0.0	9.7±0.1	16.0±0.0	9.6±0.8	15.2±0.1
tBa <sup>4</sup>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Oxígeno total experimental	1.9±0.0	3.3±0.0	5.2±0.1	6.8±0.1	7.0±0.5	8.4±0.1
Oxígeno total teórico	1.9±0.0	3.3±0.0	5.2±0.1	6.9±0.1	7.0±0.5	8.4±0.1

<sup>1</sup> Etil ter-butil éter, <sup>2</sup> Etanol, <sup>3</sup> Metil ter-butil éter, <sup>4</sup> Ter-butil alcohol

### 2.1.3 Motores a inyección electrónica

La medición de la temperatura es una de las más Su principal diferencia en relación a los motores de carburador, es que se integra un sistema de inyección controlado por una ECU, esta es la encargada de controlar el factor lambda, el consumo de combustible y las emisiones hacia la atmósfera.

El funcionamiento del sistema de inyección se basa en la información recolectada por los sensores, misma que es procesada por la ECU. La medición del caudal y temperatura del aire aspirado por el motor en relación de la posición del acelerador, ello determinará la cantidad adecuada de combustible, incluyendo en ello el régimen del motor.

### 2.2 Toxicidad de los gases de escape

Como producto resultante del proceso de combustión de una mezcla aire/combustible, se producen gases tóxicos que resultan nocivos para el ser humano y también para el medio ambiente.

Durante el proceso de combustión se generan las siguientes sustancias tóxicas: monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, hollín, sustancias cancerígenas, compuestos de azufre y de plomo. Además los motores de combustión interna son responsables de otras sustancias tóxicas, como es el caso de los gases del cárter y la evaporación del combustible, todos ellos emitidos hacia la atmósfera.

**Emisiones:** Dentro de las principales emisiones generadas por un motor de combustión interna, tenemos:

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).** Su unidad de medida es el porcentaje de volumen. Se genera al quemar combustibles compuestos de carbono.

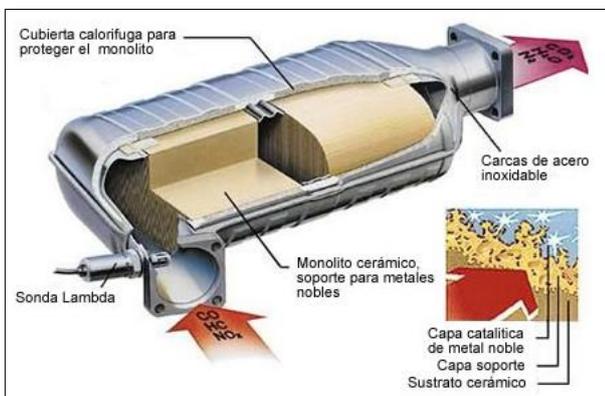
**Vapor de agua (H<sub>2</sub>O).** En este caso el hidrógeno de la gasolina entra en reacción con el oxígeno del aire para formar vapor de agua.

**Monóxido de carbono (CO).** Su unidad de medida es el porcentaje en volumen. Se produce al existir poca presencia de oxígeno al interior de la cámara de combustión, por lo tanto la oxidación completa del carbono no se lleva a cabo.

**Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>).** Se considera que el 78 % del aire es nitrógeno. No reacciona con este a temperaturas normales, sin embargo cuando se lleva a cabo el proceso de combustión donde hay altas temperaturas y presiones, se produce una reacción de la cual se forma monóxido de nitrógeno

### 2.2.3 Convertidor catalítico

Con el fin de controlar el índice contaminante generado por los vehículos, se han creado leyes que limitan la cantidad de emisiones que pueden producirse con un automóvil, en vista de ello, los fabricantes se vieron en la obligación de implementar sistemas o dispositivos que ayuden a reducir dichas emisiones



De todas las emisiones producidas tras la combustión en el interior del motor, son tres los gases emitidos que deben ser tratados por su alta toxicidad, estos son: el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y los hidrocarburos (HC), para que ello sea posible los gases que llegan al catalizador deben alcanzar una temperatura de 500 °C.

### 2.5 Ahorro de combustible

Existen algunas opciones disponibles para que el usuario ahorre una determinada cantidad de combustible, dentro de ello se tiene:

**Altura:** La altura en relación al nivel del mar influye en el consumo de combustible y rendimiento del motor. En el caso de un vehículo ubicado en una ciudad sobre los 2 000 msnm, este perderá hasta un 30 % de potencia. Por lo cual en ciudades cercanas al mar el consumo será menor debido principalmente a la densidad del aire.

**Velocidad:** Evitar altas velocidades, si el usuario se desplaza a 100 km/h en lugar de a 120km/h, el consumo se reducirá en un 60 % al recorrer la misma distancia.

**Acelerar o frenar:** Tanto la aceleración como la frenada deben realizarse suavemente de manera progresiva, es decir de menos a más, con ello se puede ahorrar hasta un 20 % de combustible.

**Presión de los neumáticos:** Mantener la presión de aire correcta en los neumáticos es muy importante, al tener un neumático cuyo inflado sea de menos 2 psi en relación al resto, el consumo de combustible se verá incrementado en 1 %. La presión adecuada se encuentre entre los 28 y 30 psi.

**Mantenimiento:** El buen estado del vehículo juega un papel importante, es por ello que se debe realizar una revisión cada cierto tiempo para prevenir daños, esto sin duda, ayudará en el ahorro del combustible.

### 2.3. Impacto ambiental

(Torres M., 2005), menciona que los combustibles causan contaminación durante su uso, producción y traslado. Las grandes cantidades de CO<sub>2</sub> emitidas diariamente hacia la atmósfera, se consideran como uno de los responsables del calentamiento global, situación que de continuar sin un mayor control puede ocasionar cambios climáticos que podrían ser catastróficos para el planeta y sus habitantes.

#### 2.3.1. Calidad del Aire en el Ecuador

(El Ministerio del Ambiente, 2010), menciona que a pesar de carecer de estudios que detallen la calidad de aire del Ecuador, es posible mencionar la calidad del mismo en algunas de sus principales ciudades. Para Quito se determinó que el promedio de carboxihemoglobina es superior a los valores aceptables (COHB 5%), esto indica que el riesgo de presentar infecciones respiratorias agudas altas es cuatro veces mayor.

#### 2.3.2. Analizador de gases

(Gómez J., 2010), menciona que el analizador de gases es una herramienta de diagnóstico. Se encarga de

analizar la composición de los gases de escape tomando como referencia una base que le permite determinar la composición porcentual volumétrica de los gases resultantes de la combustión.

### 2.3.2. Límites de emisiones permitidas en Ecuador

(INEN, 2012), menciona que todo vehículo con motor a gasolina, durante su funcionamiento en ralentí bajo una temperatura normal de funcionamiento, no deberá emitir monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC), superiores a los señalados en la tabla 3.

Año	% CO		ppm HC	
	0 - 1 500	1 500-3 000	0 - 1 500	1 500-3 000
2010 y posteriores	0,6	0,6	160	160
2 000 a 2009	1	1	200	200
1 990 a 1 999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1 000	1 200

Todo vehículo con motor a gasolina no podrá emitir hacia la atmósfera monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (Nox) y emisiones evaporativas, en niveles superiores a los especificados en la tabla 3.

## 3. Resultados

Mediante este método se verifica y obtiene información generada por un analizador de gases, una vez que se empleen distintos tipos de gasolina con diferente octanaje en un motor a inyección con convertidor catalítico.

- Las pruebas se realizaron en la provincia Imbabura, cantón Ibarra.

- La localización del taller automotriz se ubica en la ciudad de Ibarra a una temperatura de 20 ° C

- Se realizaron cuatro pruebas, una con cada combustible con igual procedimiento que permitió caracterizar los indicadores de calidad de la gasolina

### 3.1 Simulación de funcionamiento

Para ello se emplean cuatro muestras de gasolina con distinto octanaje para el funcionamiento de un motor a inyección con catalizador.

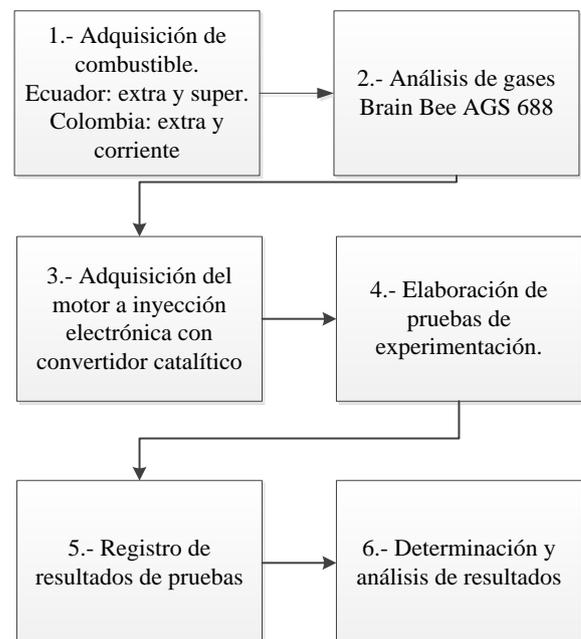
El motor a inyección se utiliza para verificar su rendimiento y niveles de emisiones al utilizar distintas gasolinas para su funcionamiento.

Se utiliza cuatro muestras de gasolina de distinto octanaje, mediante ellas se determina el impacto ambiental que pueden ocasionar.

- Súper Ibarra - Ecuador
- Extra Ibarra – Ecuador
- Corriente Pasto – Colombia
- Extra Ipiales – Colombia

## 4. Propuesta

Resultados de las pruebas realizadas con muestras de gasolina de distinto octanaje en un motor con convertidor catalítico para determinar la variación del impacto ambiental en relación a cada una de ellas.



### 4.2. Especificaciones

Para dar cumplimiento a la propuesta planteada, se adquirió cuatro muestras de gasolina, cada una de ellas de distinto octanaje, con las siguientes características:

- 5 galones de gasolina corriente de 87 octanos (Pasto - Colombia).
- 5 galones de gasolina extra de 81 octanos (Ipiales - Colombia).
- 5 galones de gasolina extra de 87 octanos (Ibarra - Ecuador).
- 5 galones de gasolina súper de 92 octanos (Ibarra - Ecuador).

Una vez adquiridas las muestras de gasolina, el proceso experimental se realiza con un motor a inyección electrónica que dispusiera de un convertidor catalítico. El motor es Chevrolet del vehículo Sail del año 2014.

El “Chevrolet Sail es un sedán compacto con un amplio interior. Este auto es fabricado en China. Cuenta con un exterior elegante y un equipamiento de nivel”.

- Equipa una motorización 1.4 DOHC 16 válvulas, con una potencia de 102 caballos de fuerza (76 kW) a 6000 rpm y torque de 131 Nm a 4200 rpm.

- Su caja de velocidades puede ser manual de 5 marchas más reversa (versión LS), y manual o automática de cuatro velocidades; dependiendo de la elección del propietario (versión LTZ)

La velocidad máxima declarada es de 175 km/h, y la aceleración de 0 a 100 km/h es de 12,4 segundos. Chevrolet declara un consumo mixto de 5,3 litros/100 kilómetros.

### 4.3. Síntesis

El número de octanos de un combustible influye directamente en los resultados de un análisis de gases. El combustible que contenga un mayor número de octanos ocasionará un menor impacto ambiental, tanto en sus emisiones como en sus consecuencias sobre los seres humanos.

Uno de los aspectos que más llamo la atención al momento de realizar las pruebas fue que tanto la gasolina extra de Ecuador como la extra de Colombia, registrarían los mismos resultados, puesto que el número de octanos de ambas gasolinas es el mismo (87 octanos), sin embargo, en la práctica no fue así y los resultados emitidos indican que la gasolinas ecuatoriana es de mejor calidad al emitir un menor porcentaje de contaminantes.

El régimen de operación del motor también influye sobre los resultados de las emisiones, durante el proceso en que se llevaron a cabo las pruebas, se pudo notar que en bajas revoluciones (800 rpm) las emisiones contaminantes aumentan, a diferencia de los valores registrados en altas revoluciones (2 500 rpm).

En el caso de los niveles de oxígeno contenido en las emisiones, se pudo notar que mientras más bajo sea el régimen de operación mayor presencia de oxígeno existirá puesto que la mezcla suministrada al motor es pobre, a diferencia, cuando el motor opera en altas revoluciones, donde sucede lo contrario.

El factor lambda se ve directamente afectado por el régimen al que opera el motor, ya que la proporción de la mezcla aire/combustible está controlado por la ECU, y debe adaptarse en tiempo real al cambio de régimen del motor, procurando siempre acercarse lo más posible al factor lambda ideal.

### 4.4. Óxido de nitrógeno (NOX)

Los óxidos de nitrógeno o también conocidos como Nox, es otro de los residuos de la combustión, sin embargo, hay que mencionar que la medida de estos no se pudo llevar a cabo, puesto que la medición de este tipo de emisión es de alto costo, al mismo tiempo que requiere de un equipamiento especial.

En los países de Latinoamérica, los Nox prácticamente no se miden, por las condiciones antes mencionadas, en su lugar se presta mayor atención a tres de las emisiones resultantes de la combustión, los cuales son: CO, HC y CO<sub>2</sub>.

De los resultados se determina que no cumple con los requerimientos básicos de calidad, por lo siguientes aspectos:

- Con una relación “lambda = 1”, se obtiene una combustión perfecta porque el aire aspirado coincide con el teórico (el aire aspirado es el 100 % del teórico necesario).

- Con una relación “lambda < 1”, por ejemplo 0,8 indica escasez de aire por lo que la mezcla resulta rica de combustible (el aire aspirado es solo el 80 % del necesario).

- Con una relación “lambda > 1”, por ejemplo 1,20 indica exceso de aire, por consiguiente una mezcla pobre (el aire aspirado es un 120 % del teórico, es decir un 20 % más del necesario).

## 5. Conclusiones

- Las gasolinas de Ecuador presentar un grado de octanaje mayor, la gasolina súper (Ibarra-Ecuador), tiene un numero de 92 octanos, mientras que la gasolina extra (Ibarra-Ecuador) su número es de 87 octanos; con respecto a las gasolinas de Colombia que tiene menor octanaje, la gasolina extra (Pasto-Colombia) tiene un numero de 87 octanos, mientras que la gasolina corriente (Ipiales-Colombia) presenta un numero de 81 octanos.
- Las emisiones de Monóxido de Carbono, realizado las pruebas con las cuatro muestras de gasolinas ecuatorianas y colombianas, dentro de los valores registrados, se obtuvo un valor máximo de 0,23 % de CO, correspondiente a la gasolina corriente de Colombia, registrada al operar a un régimen de 800 rpm; por otro lado, el valor más bajo registrado corresponde a 0,03 % de CO, para la gasolina súper de Ecuador bajo un régimen de 2 500 rpm. Para este caso se tiene un promedio de 0,12 % de CO.
- Las emisiones de dióxido de carbono, realizado las pruebas con las cuatro muestras

ecuatorianas y colombianas, se obtuvo un valor máximo de aproximadamente 16 % de CO<sub>2</sub>, correspondiente a la gasolina corriente de Colombia, registrada al operar a un régimen de 800 rpm; por otro lado, el valor más bajo registrado fue de 11,7 % de CO<sub>2</sub>, para la gasolina súper de Ecuador bajo un régimen de 2 500 rpm. Para este caso se tiene un promedio de 13,7 % de CO<sub>2</sub>.

- Las emisiones de Hidrocarburos, realizado con las cuatro muestras ecuatorianas y colombianas, se obtuvo un valor máximo de 52 ppm, correspondiente a la gasolina corriente de Colombia, registrada al operar a un régimen de 800 rpm; por otro lado, el valor más bajo registrado corresponde a 31 ppm, para la gasolina súper de Ecuador bajo un régimen de 2 500 rpm. Para este caso se tiene un promedio de 43 ppm de HC.
- Para el caso del motor Chevrolet Sail utilizado durante las pruebas, el motor del mismo opera en una relación de 10,2:1 (alta compresión). Cuando se utilizó gasolina colombiana corriente de 81 octanos, al pasar los 2000 rpm, el combustible empezó a auto-ignición, ocasionando un cascabeleo en el motor debido a las explosiones prematuras. Por otro lado, la gasolina extra colombiana de 87 octanos, auto-ignición por sí misma cuando el motor pasaba las 2500 rpm, provocando el mismo efecto en el motor.

Luis Fred

## 6. Referencias

- Alonso Pérez, J. M. (2004). Técnicas del automóvil. Inyección de Ficha gasolina y dispositivos anticontaminación. Barcelona, Madrid: Paraninfo.
- Chevrolet. (2014). Chevrolet Sail. Recuperado el 20 de noviembre de 2015, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Chevrolet\\_Sail](https://es.wikipedia.org/wiki/Chevrolet_Sail)
- Ecopetrol. (11 de Junio de 2011). Gasolina en Colombia. Obtenido de <http://www.potencialimite.com/smf/index.php?topic=28543.0>
- El Mercurio. (13 de enero de 2010). Ecuador arranca venta de biocombustible - BBC. Recuperado el 18 de diciembre de 2015, de [http://www.elmercurio.com.ec/227858-con-biogasolina-el-ecuador-ahorra-32-millones-al-ano-e-impulsa-la-agroindustria/#.Vo6MGk83K\\_Q](http://www.elmercurio.com.ec/227858-con-biogasolina-el-ecuador-ahorra-32-millones-al-ano-e-impulsa-la-agroindustria/#.Vo6MGk83K_Q)
- Gómez J. (12 de Julio de 2010). Analizador de gases. Obtenido de [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001766/Temas/General/15\\_AnalisisGases.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001766/Temas/General/15_AnalisisGases.htm)
- Herrera J. (31 de Octubre de 2012). Análisis de la reducción en la emisión de contaminantes del aire.

- Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6044/1/T-ESPE-034548.pdf>
- INEN. (02 de Septiembre de 2012). Gestión ambiental, aire, vehículos automotores, límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina. Obtenido de [https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&ccd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAAahUKEwik07Ly98THAhWH2R4KHZTiAr8&url=http%3A%2F%2Fwww.ant.gob.ec%2Fold%2Findex.php%2Fmanuales-zimbra%2Fdoc\\_download%2F293-norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-2-20](https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&ccd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAAahUKEwik07Ly98THAhWH2R4KHZTiAr8&url=http%3A%2F%2Fwww.ant.gob.ec%2Fold%2Findex.php%2Fmanuales-zimbra%2Fdoc_download%2F293-norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-2-20)
- López Vicente, J. (2007). Manual del automóvil. Reparación y Eicha mantenimiento: el motor de gasolina. Barcelona, España: Cultural, S. A.
- López, M. (2003). Manual del automóvil. Reparación y Eicha mantenimiento: el motor de gasolina. Madrid, España: Cultural S. A..

## 6. ACERCA DEL AUTOR

**Luis Fred**, PULE CALDERÓN, Nació el 16 de 1984, en la parroquia de San Isidro, provincia del Carchi. La instrucción primaria la realicé en la escuela 9 de Octubre de San Isidro, en la ciudad de Mira en el Colegio Fiscomisional León Ruales, título obtenido como bachiller en la especialidad de Físico Matemático, ingresé a la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte para obtener el título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz.