

---

**Uso de aditivos en el sistema de inyección de gasohol para incrementar el rendimiento efectivo del motor Nissan GA 16DNE, SENATI, Chimbote 2015.****Use of additives in the injection system of gasohol to increase the effective performance of the engine Nissan GA 16DNE, SENATI, Chimbote 2015.****Uso de preservativos no sistema de injeção de Gasohol para aumentar o rendimento efetivo do motor Nissan GA 16DNE, SENATI, Chimbote 2015.****Raúl Huayanay Carranza<sup>1</sup>, Jaime Gutiérrez Ascón<sup>1</sup>, Robert Guevara Chinchayán<sup>2</sup>, Roberto Chucuya Huallpachque<sup>2</sup>**

---

**Resumen**

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la medida en que el uso de aditivos en el sistema de inyección de gasohol influye en el incremento del rendimiento efectivo del motor; se aplicó pruebas en proporciones de forma científica y técnica, durante el desarrollo de la presente investigación se ha demostrado el proceso de la combustión, lo cual se determina por la ecuación de combustión completa  $C_8H_{18} + 12.5(O_2 + 3.76 N_2) \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O + 47 N_2$ . Los resultados obtenidos son potencia efectiva de 78.050 KW a 5000 rpm, un rendimiento efectivo de 30%, un torque de 151,094 N.m a 4000 rpm y un consumo efectivo de combustible promedio de 265,669 g/KW.h. superiores a las muestras sin aditivo, en excepción al consumo de combustible que se ha reducido, se ha logrado incrementar el rendimiento efectivo del motor en un 3%, una potencia efectiva en 8,58 KW que representa el 12,35% de incremento de potencia efectiva, un torque efectivo en 15,476 N.m que representa el 10,72%, además reducir considerablemente el consumo específico de combustible en 21,344 g/KW.h que representa el 7,44%, dando mayor disponibilidad mecánica y alargar la vida útil de los componentes.

**Palabras clave:** *Inyección de gasohol – dosificación – rendimiento efectivo – proporción de aditivo y gasohol.*

**Abstract**

The present work of investigation(research) had as aim(lens) determine the measure in which the use of additives in the system of injection of gasohol influences the increase of the effective performance yield of the engine, tests(proofs) were applied in proportions of scientific and technical form, during the development of the present investigation research there has demonstrated the process of the combustion, which decides for the equation of complete combustion  $C_8H_{18} + 12.5(O_2 + 3.76 N_2) \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O + 47 N_2$ . The obtained results are an effective power of 78.050 KW to 5000 rpm, an effective performance(yield) of 30 %, a torque of 151,094 N.m to 4000 rpm and an effective consumption of average fuel of 265,669 g/KW.h. superior to sample without additive, in exception to the consumption of fuel that has diminished, it has been achieved to increase.

**Keywords:** *Injection of gasohol - dosing - effective performance yield - proportion of additive and gasohol.*

**Resumo**

O trabalho de investigação presente teve como objetivo para determinar a medida dentro que o uso de preservativos no sistema de injeção de influências de gasohol no incremento do rendimento efetivo do motor, era testes aplicados em proporções de um modo científico e técnico, durante o desenvolvimento da investigação presente foi demonstrado o processo da combustão, que que é determinado pela equação de combustão completa  $C_8H_{18} + 12.5(O_2 + 3.76 N_2) \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O + 47 N_2$ . Os resultados obtidos são poder efetivo de 78.050 KW. para 5000 rpm, um rendimento efetivo de 30%, uma torque de 151,094 N.m para 4000 rpm e um consumo efetivo de média de combustível de 265,669 g / KW..h. superiores para as amostras sem preservativo, em exceção para o consumo de combustível que diminuiu, foram possíveis aumentar.

**Palavras-chave:** *Injeção de gasohol. dosagem. rendimento efetivo. proporção preservativa e gasohol.*

---

<sup>1</sup>Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad César Vallejo. Chimbote, Perú, [rahuaca@hotmail.com](mailto:rahuaca@hotmail.com)

<sup>2</sup>Escuela de Ingeniería en Energía. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú.

Recibido: 14 de diciembre del 2015  
Aceptado: 18 de diciembre del 2015

## Introducción

El uso de aditivos en el sistema de inyección de gasohol en nuestro parque automotor trae consigo grandes beneficios tales como la reducción consumo de combustible y emisiones gases contaminantes, mayor rendimiento efectivo, potencia efectiva torque del motor Nissan GA 16 DNE, en el mundo automotor se usan los biocombustibles líquidos, los cuales tienen una antigüedad casi igual que la de los combustibles fósiles. Cuando Henry Ford hizo el primer diseño de su automóvil Modelo T en 1908, esperaba utilizar el etanol como combustible. De hecho, de 1920 a 1924, la Standard Oil Company comercializó un 25 % de etanol en la gasolina. Sin embargo, cuando el petróleo irrumpió en el mercado era barato, razonablemente eficiente y fácilmente disponible. Uno de sus derivados, el gasóleo, rápidamente se convirtió en el combustible más utilizado en el motor diésel. A esto se suma también los precios elevados de los insumos para la producción de etanol y las dificultades de almacenamiento y transporte.

Los aditivos automotrices son de gran importancia en los sistemas de inyección del gasohol al limpiar los inyectores, donde el aditivo genera una micro dispersión y disolución de residuos y carbonilla por un proceso químico que reduce el tamaño de las partículas quedando una sustancia impalpable que se elimina fácilmente en la combustión sin que produzca atascos en el sistema. Además éste limpiador genera una película lubricante en los componentes del sistema de inyección, siendo esto igual de importante que limpiar un inyector de forma eficaz, ya que los carburantes y otros factores que se producen en la combustión van quitando lubricación al sistema de inyección, lo que provoca que la fricción entre piezas mecánicas sea mayor, aumentando la temperatura y el riesgo de gripaje o rotura.

Es fundamental determinar que el presente trabajo es un aporte valioso para el sector vehicular, y dentro de nuestras posibilidades como profesionales del ámbito de mecánica, nuestra preocupación nos conlleva a proponer una alternativa de solución a los constantes paradas de vehículos de nuestro puerto de Chimbote, sobre todo del sector de transporte público que viene afectando parte de los componentes del sistema de distribución, del sistema de inyección de combustible de gasolina durante la combustión. La mezcla aire-combustible de un motor se quema en la cámara de combustión, no se combustiona de manera completa. Una parte de esta se queda entre los componentes del sistema de inyección de combustible y otra se interpone entre válvulas y guías formándose como una laca (barnices), produciendo el agarrotamiento de válvulas y posterior alabeo, provocando una parada innecesaria.

Por tal motivo es necesario determinar y conocer de una forma científica y técnica, el coeficiente de incidencias de problemas de agarrotamiento de componentes, obstrucciones del sistema de combustible por uso de Gasohol (Gasolina – Etanol) en vehículos que son los de mayor existencia en nuestra ciudad, en donde se pueden considerar factores que influyen tanto en el aumento de consumo de combustible y gases contaminantes.

Por tanto, para reducir considerablemente las incidencias de problemas de motores a gasolina planteamos, como una alternativa de solución a las paradas innecesarias, el uso de aditivos de sistemas de inyección de gasolina (limpia inyectores), en lo cual el aditivo genera una micro dispersión y disolución de los residuos y carbonillas mediante un proceso químico que reduce el tamaño de las partículas quedando una sustancia impalpable que se elimina fácilmente en la combustión sin que produzca atascos en el sistema; además, éste limpiador genera una película lubricante en los componentes del sistema de inyección, siendo esto igual de importante que limpiar un inyector de forma eficaz, ya que los carburantes y otros factores que se producen en la combustión van quitando lubricación al sistema de inyección, lo que provoca que la fricción entre piezas mecánicas sea mayor, aumentando la temperatura y el riesgo de gripaje o rotura.

Para conseguir la respuesta al problema general en este proyecto de tesis, se tuvo en cuenta aspectos reales que se están suscitando en nuestro parque automotor en la ciudad de Chimbote, los cuales nos sirvan de soporte en el desarrollo del presente documento, el cual conlleve a conseguir las respuestas inmediatas mediante los siguientes objetivos: Programar una dosificación de combustible correcta para incrementar el rendimiento efectivo, también se busca analizar como la relación aire-combustible influye en el incremento del rendimiento efectivo del motor, igualmente determinar en qué medida la

protección de los componentes del sistema de inyección influye en el incremento del rendimiento efectivo del motor Nissan GA 16DNE, SENATI – Chimbote 2015.

En esta investigación se propone el uso de estos aditivos ya que brinda beneficios como la reducción del consumo de combustible, debido a la correcta inyección, disminuyendo los tirones, mejorando el rendimiento y potencia del vehículo restaurándolo a sus parámetros originales; además limpia y protege los asientos de válvula, cámara de combustión y las válvulas de escape; corrige la mala pulverización del inyector generada por suciedad, elimina restos, barnices, carbonillas y evita depósitos en el sistema de inyección.

Las dificultades y problemas que se suscitan en los motores de combustión interna a gasolina en las partes mecánicas y sobre todo en los componentes del sistema de inyección de combustible me conlleva a explicar y concientizar la importancia que tienen los diferentes aditivos en las partes mecánicas de los motores equipos o maquinas, y ser capaz de reducir el deterioro prematuro extendiendo su vida útil de las mismas, de esta manera alcanzaremos a controlar las pérdidas económicas por parte de los usuarios por reparaciones por agarrotamiento de componentes, también determinaremos correcta, de acuerdo a especificaciones técnicas, alcanzar mayor rendimiento efectivo del motor; por lo tanto, el aporte de esta investigación contribuirá en la preservación del medio ambiente.

En el presente artículo que considera un proceso lógico-científico donde, a nivel de proyecto en la investigación, se ha probado si usamos aditivos en el sistema de inyección de gasohol; entonces, incrementaremos el rendimiento efectivo del motor Nissan GA 16DNE, Senati - Chimbote 2015.

Actualmente, podemos observar que hay muchos países que usan el gasohol por diversas razones, como el cuidado del medio ambiente, un mejor rendimiento, entre otras ventajas. Lo que llama la atención es la proporción de combinación que varía. En el caso de EE.UU y Europa se usa E85, mientras que hay casos en Brasil donde los vehículos utilizan E100, es decir etanol puro. Según (El Comercio), en nuestro país en julio de 2011, un nuevo combustible entró al mercado y se dijo que beneficiará al medio ambiente. ¿De qué estamos hablando? Se trata del Gasohol. Ya se inició el uso de este combustible desde el 2010 en provincias como Tumbes, Piura, Lambayeque, Ancash, Cajamarca, Pasco, Junín, entre otras. Ahora le toca el turno a Lima y Callao, y se ha dispuesto la implementación de este combustible en más de mil grifos en la capital. Asimismo, se tiene en consideración que, luego de la capital, en el mes de diciembre aproximadamente, se empezará a trabajar con el sur del país.

Para el caso del Perú, la proporción de etanol es de 7.8% frente a un 92.2% de gasolina. En esos casos no es necesario hacer ninguna modificación en el motor. Según Luis Quispe, presidente de la ONG Luz Ámbar, esta mezcla de etanol con gasolina permite una mayor potencia en nuestro auto por que eleva el nivel de octanaje, ventaja que aparece sin que se tengan que hacer modificaciones en él. Su ventaja principal guarda relación con la conservación del medio ambiente, pues el gasohol produce una combustión completa sin liberar ningún gas contaminante, ni tóxico. En el puerto de Chimbote, podemos percibir la falta de conocimientos con respecto a las funciones y aplicaciones de los diferentes aditivos de combustibles en el parque automotor, ya que los aditivos influyen directamente en las funciones de los componentes del sistema de inyección de gasohol, además en su protección de componentes y generalmente en la vida útil del motor Nissan GA 16DNE

Sabiendo que el cuidado y mantenimiento de un automóvil es de suma importancia, para economizar y evitar grandes gastos en reparaciones, nuestra preocupación nos conlleva a proponer una alternativa de solución a los constantes paradas de vehículos de nuestro puerto de Chimbote, sobre todo del sector de transporte público que viene afectando parte de los componentes del sistema de distribución y sobre todo del sistema de inyección de combustible de gasolina durante la combustión, la mezcla aire-combustible de un motor que se quema en la cámara de combustión, no se combustiona de manera completa, una parte de esta se queda entre los componentes del sistema de inyección de combustible y otra se interpone entre válvulas y guías formándose como una laca (barnices), produciendo el agarrotamiento de válvulas y posterior alabeo de componentes, provocando una parada innecesaria del vehículo para su reparación respectiva.

Es fundamental determinar que el presente trabajo es un aporte valioso para el sector vehicular, y dentro de nuestras posibilidades, como profesionales del ámbito de la mecánica, nos conlleva a proponer una alternativa de solución a los constantes paradas de vehículos de nuestro puerto de Chimbote, sobre todo del sector de transporte público que viene afectando parte de los componentes del sistema de distribución y del sistema de inyección de combustible de gasolina durante la combustión. La mezcla aire-combustible de un motor se quema en la cámara de combustión no se combustiona de manera completa, una parte de esta se queda entre los componentes del sistema de inyección de combustible y otra se interpone entre válvulas y guías formándose como una laca (barnices), produciendo el agarrotamiento de válvulas y posterior alabeo, provocando una parada innecesaria.

Por tal motivo es necesario determinar y conocer de una forma científica y técnica, el coeficiente de incidencias de problemas de agarrotamiento de componentes, obstrucciones del sistema de combustible por uso de Gasohol (Gasolina – Etanol) en vehículos que son los de mayor existencia en nuestra ciudad, en donde se pueden considerar factores que influyen tanto en el aumento de consumo de combustible y gases contaminantes.

Por tanto, para reducir considerablemente las incidencias de problemas de motores a gasolina planteamos como una alternativa de solución a las paradas innecesarias, el uso de aditivos de sistemas de inyección de gasolina (limpia inyectores), en lo cual el aditivo genera una micro dispersión y disolución de los residuos y carbonillas mediante un proceso químico que reduce el tamaño de las partículas quedando una sustancia impalpable que se elimina fácilmente en la combustión sin que produzca atascos en el sistema; además éste limpiador genera una película lubricante en los componentes del sistema de inyección, siendo esto igual de importante que limpiar un inyector de forma eficaz, ya que los carburantes y otros factores que se producen en la combustión van quitando lubricación al sistema de inyección, lo que provoca que la fricción entre piezas mecánicas sea mayor, aumentando la temperatura y el riesgo de gripaje o rotura.

Es importante el uso de estos aditivos ya que esto traerá a los usuarios las ventajas y beneficios como reducción del consumo de combustible debido a la correcta inyección, disminuyendo los tirones, mejorando el rendimiento y potencia del vehículo, restaurándolo a sus parámetros originales, además limpia y protege los asientos de válvula, cámara de combustión y las válvulas de escape; corrige la mala pulverización del inyector generada por suciedad, elimina restos, barnices, carbonillas y evita depósitos en el sistema de inyección.

Es por ello que a continuación se presenta partes fundamentales del trabajo de investigación, haciendo mención desde lo general a lo específico para cada uno de los casos, ya sean problemas, hipótesis y objetivos.

Dar a conocer la importancia que tienen los aditivos automotrices en las partes mecánicas y en el sistema de inyección de gasohol, por tal motivo, es necesario dar a conocer a nuestra sociedad especialmente a los dueños de vehículos, una alternativa de solución a las paradas innecesarias, el uso de aditivos de sistemas de inyección de gasohol (limpia inyectores), por lo cual el aditivo genera una micro dispersión y disolución de los residuos y carbonillas mediante un proceso químico que reduce el tamaño de las partículas quedando una sustancia impalpable que se elimina fácilmente en la combustión sin que produzca atascos en el sistema, además éste limpiador genera una película lubricante en los componentes del sistema de inyección, siendo esto igual de importante que limpiar un inyector de forma eficaz, ya que los carburantes y otros factores que se producen en la combustión van quitando lubricación al sistema de inyección, lo que provoca que la fricción entre piezas mecánicas sea mayor, aumentando la temperatura y el riesgo de gripaje o rotura.

A continuación en el trabajo realizado por Encalada Cajisaca Franklin R. y Nauta Azhca Pablo Gustavo (2010), en su tesis denominado "Incidencia del tipo de gasolinas, aditivos y equipos optimizadores de combustible comercializados en la ciudad de Cuenca, sobre las emisiones contaminantes emitidas al aire", plantean que en Cuenca (Ecuador), al igual que otras ciudades del mundo, registran altos índices de contaminación de su medio ambiente a causa de la emisión de los gases nocivos al aire, por su creciente automotor, las industrias y otros sectores de actividad que utilizan combustibles fósiles como los derivados del petróleo, es decir la gasolina – gasohol. Dicha

investigación aporta información relevante, como la mezcla aire combustible de un motor se quema en la cámara de combustión, pero no se combustiona de manera completa. Una parte de esta sale por el escape, resultando en emisiones tóxicas, que contribuyen a la contaminación ambiental. Lo cual concluyen los autores: “La eficiencia de los aditivos a la hora de reducir las emisiones contaminantes producidas por el motor del vehículo, va a depender del estado óptimo, una correcta puesta a punto y el mantenimiento del mismo, además en cuanto a los beneficios del equipo optimizador de combustible se comprobó una variación favorable en condiciones a velocidad alta del motor, disminuyendo considerablemente el porcentaje de ppm de los HC”.

Del mismo modo otra investigación realizada por Ruiz Muñoz Francisco José (2007); denominada “Efectos de la composición de mezclas gasolina - alcohol en un motor de combustión interna” en la facultad de ingeniería en la escuela de mecánica Universidad de Chile. El autor sostiene: “El objetivo de la presente investigación, es determinar la óptima composición de mezcla entre gasolina y etanol, la cual será utilizada en un motor sin modificar, midiendo en éste los efectos en las prestaciones del mismo (potencia, consumo, temperatura de los gases de escape), para lo cual hubo que construir un banco de pruebas con un generador eléctrico conectado a un motor de 5,5 HP en dónde se realizaron las distintas mediciones. Una vez realizadas las mediciones y analizados los datos, se puede concluir que no hubo una notoria diferencia en el comportamiento mostrado por los motores, en el rango comprendido entre 0% y 15% de etanol, destacando las mezclas con 10 y 15%, sin registrarse variaciones notorias en la potencia y consumo, junto a una leve disminución de la temperatura al escape, lo que coincide plenamente con la hipótesis planteada para la realización de ésta investigación”. De lo recientemente expuesto se desprende que la utilización y producción de etanol, es totalmente factible desde el punto de vista del desempeño del motor, lo que quedó de manifiesto una vez concluida esta investigación. Es importante conocer el octanaje óptimo que cada fabricante de motores recomienda, y al usar mezclas de gasolina con etanol, es necesario utilizar una gasolina con índice octano menor, para no sobrepasar en gran magnitud lo indicado para un determinado motor.

### Material y método

La presente investigación es correlacional porque hemos demostrado como el rendimiento efectivo del motor Nissan GA 16DNE, SENATI – Chimbote 2015, está influenciada por el uso de aditivos en el sistema de inyección de gasohol.

El diseño es pre experimental, porque se ha manipulado la variable independiente al describir el comportamiento cuando se ha medido los parámetros químico- mecánico, para incrementar el rendimiento efectivo del motor, donde la variable de observación e interés es el uso de aditivos en el sistema de inyección de gasohol.

La población en esta investigación considera a los sujetos como dueños del problema N=72 personas entre aprendices y monitores de la especialidad de automotores y el objeto de la investigación es un motor Nissan GA 16 DNE. El muestreo se ha realizado al  $(1-\alpha)=95\%$  de nivel de confianza.

Por otra parte, en la presente investigación se considera los sujetos involucrados directos del problema lo cual de N = 72 de acuerdo a una selección de muestra estratificada ajustada se considera n=33 los cuales constan de 19 aprendices y 14 monitores de empresas de servicios técnicos mecánicos.

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{(e^2 * (N-1)) + (Z^2 * p * q)} \quad \text{ecuación (1)}$$

La confiabilidad interna del cuestionario realizado, respecto a nuestra matriz de operacionalización de nuestro proyecto de investigación “Uso de aditivos en el sistema de inyección de gasohol para incrementar el rendimiento efectivo del motor Nissan GA 16DNE, SENATI - CHIMBOTE 2015”, será validado estadísticamente empleando el modelo de fiabilidad interna de  $\alpha$  de Cronbach cuya ecuación es:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \cdot \left( \frac{1 - \sum V_i}{V_t} \right) \quad \text{ecuación (2)}$$

Durante el desarrollo de la presente investigación se ha demostrado el proceso de la combustión que se realiza en los motores de combustión interna (M.C.I.) es un proceso físico-químico completo, sin

embargo la potencia del motor, el rendimiento económico (consumo) se ven afectados por la regularidad del desprendimiento del calor, el cambio de presión y temperatura dentro del cilindro afectado por dicho desprendimiento, lo cual se determina por la ecuación de combustión completa en que todos los elementos oxidables del combustible se oxidan (se combinan con el oxígeno) completamente: esto es el C se oxida hasta CO<sub>2</sub> y el H hasta H<sub>2</sub>O que se pretende alcanzar:



Además, hemos comprobado para que resulte una combustión completa, debemos tener en cuenta los ajustes con exactitud, la inyección de combustible y obtener la máxima eficiencia y la mínima emisión de gases tóxicos, mediante una dosificación correcta de combustible, los cuales mejorarán los factores que influyen en el proceso de combustión, y sirven para modificar el tiempo de apertura del inyector a la cantidad exacta y se calculará mediante la ecuación:

$$Q_p = f_{s.e} \sqrt{\frac{2}{\rho_c} (p_p - p_{cil})} \quad \text{ecuación (4)}$$

Además, será necesario calcular la cantidad másica de combustible suministrada por cada inyector mediante la ecuación:

$$G_{cc} = \rho_c \cdot V_{sc} \quad \text{ecuación (5)}$$

Los ensayos se han realizado en un banco de pruebas de motores de ciclo Otto, dotado con el equipamiento técnico necesario para realizar mediciones en motores de encendido por Chispa. Sus especificaciones técnicas más importantes.

Desde el punto de vista termodinámico siempre se ha querido que la eficiencia de un motor sea la más alta posible y dicha eficiencia es la relación entre la cantidad de energía empleada expresada por el consumo de combustible y la potencia útil entregada por la máquina térmica.

La medición de la potencia implica un trabajo por unidad de tiempo y este trabajo representa el producto de una fuerza por una distancia o torque multiplicado por la velocidad angular.

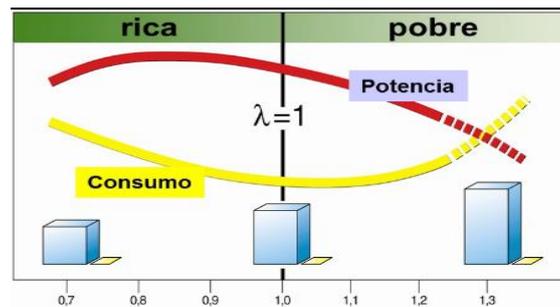
En el diseño de un motor, se seleccionan componentes tales como el cigüeñal, el múltiple de admisión, el sistema de escape y las válvulas, para optimizar la potencia y las curvas de torque. Así mismo la potencia toma gran importancia cuando hablamos de contaminación ambiental y consumo de combustible, ya que los motores que han perdido potencia, tienden a contaminar más.

## Resultados

En la presente investigación se ha logrado elevar considerablemente la disponibilidad mecánica del motor, lo cual se va ver reflejado en extender los intervalos de mantenimiento al sistema de inyección de gasohol y alargar la vida útil de los componentes, corrigiendo la mala pulverización del inyector generada por suciedad, elimina restos, barnices, carbonillas y evita depósitos en el sistema de inyección, reducirá el consumo de gasohol debido a la correcta inyección, disminuyendo los tirones, mejorando el rendimiento y potencia del vehículo restaurándolo a sus parámetros originales. Así mismo, se optimizará el equilibrio de la inyección, limpiando sin desmontar los componentes del sistema de inyección de gasohol, y protegiendo los asientos de válvula, cámara de combustión y las válvulas de escape, dosificando una micro película lubricante, protegiendo el sistema de combustible del riesgo de sufrir corrosión, gripaje y evitará que se adhiera la suciedad tan fácilmente.

Asimismo, se ha mejorado la combustión y la eficacia del motor, prolongando la funcionalidad y duración de los catalizadores y sondas Lambda. Por lo que este sistema funcionará bien si a régimen de funcionamiento constante se mantiene la relación aire / combustible, es decir el factor Lambda cercana a la estequiométrica (Factor Lambda = 1).

Esto se ha comprobado con un análisis de los gases de combustión, lo cual permitirá inyectar el caudal de combustible correcto conforme al régimen de funcionamiento del motor, dosificar mediante inyección la cantidad de combustible requerida por esta cantidad de aire, necesaria para que la combustión sea lo más completa posible, es decir guardando en la medida de lo posible la proporción estequiométrica 14.7 : 1, dentro de los límites del factor Lambda o sensor de oxígeno.



**Figura 01:** Comparación de mezclas en combustión  
Fuente: Elaboración propia

El primer problema relaciona una dosificación correcta de combustible para incrementar el rendimiento efectivo del motor Nissan GA 16DNE, de esta manera se consideró la recopilación de los datos establecidos en el manual de especificaciones técnicas del fabricante y que nos servirá para tener en cuenta los valores óptimos de funcionamiento al agregar el aditivo al gasohol en condiciones normales de funcionamiento.

**Cuadro 01: Datos técnicos del motor Nissan GA-16DNE**

Marca y modelo	Nissan Sentra GA16DNE
Tipo de motor	Motor gasolinero
Número de cilindros	04 cilindros
Disposición de cilindros	En línea
Número de válvulas	16 válvulas (DOHC)
Tipo de refrigeración	Enfriado por agua
Diámetro x Carrera (mm)	76,0 X 88,0
Cilindrada (cc)	1596 aprox. 1600
Potencia máx. (kw/rpm)	78/4600
Torque máx. (N.m/rpm)	168/4200
Relación de compresión	9,5 : 1
Sistema de alimentación de combustible	Control electrónico de inyección, ECCS.
Volumen de sistema de enfriamiento (L)	4,5
Volumen del tanque de combustible (L)	50
Régimen de Ralentí (rpm)	625 ± 50
Presión de compresión kPa (bar)	1,324 (13,24)

**Fuente:** Manual de servicio técnico NISSAN Company S.A.

Los cálculos presentados a continuación ayudarán a formar un criterio de valores de funcionamiento óptimo para el motor, y el rendimiento efectivo desarrollado del motor, cuando este dosifica el combustible correctamente. A continuación se procede a desarrollar los cálculos de tiempo de inyección, frecuencia y presión de inyección.

$$m_f = \int_{t_1}^{t_2} C_{D1} \cdot A_1 \cdot \rho_g \cdot C_1 dt \quad \text{Ecuación (6)}$$

**Cuadro 02: Valores de tiempos de inyección del motor Nissan GA 16DNE de cada inyector y su media aritmética.**

Rpm del motor	temperatura de refrigerante del motor en °C	tiempo de inyección iny N° 1 (ms)	tiempo de inyección iny N° 2 (ms)	tiempo de inyección iny N° 3 (ms)	tiempo de inyección iny N° 4 (ms)	media aritmética de tiempo de inyección (ms)
600	75	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
4800	86	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4

**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

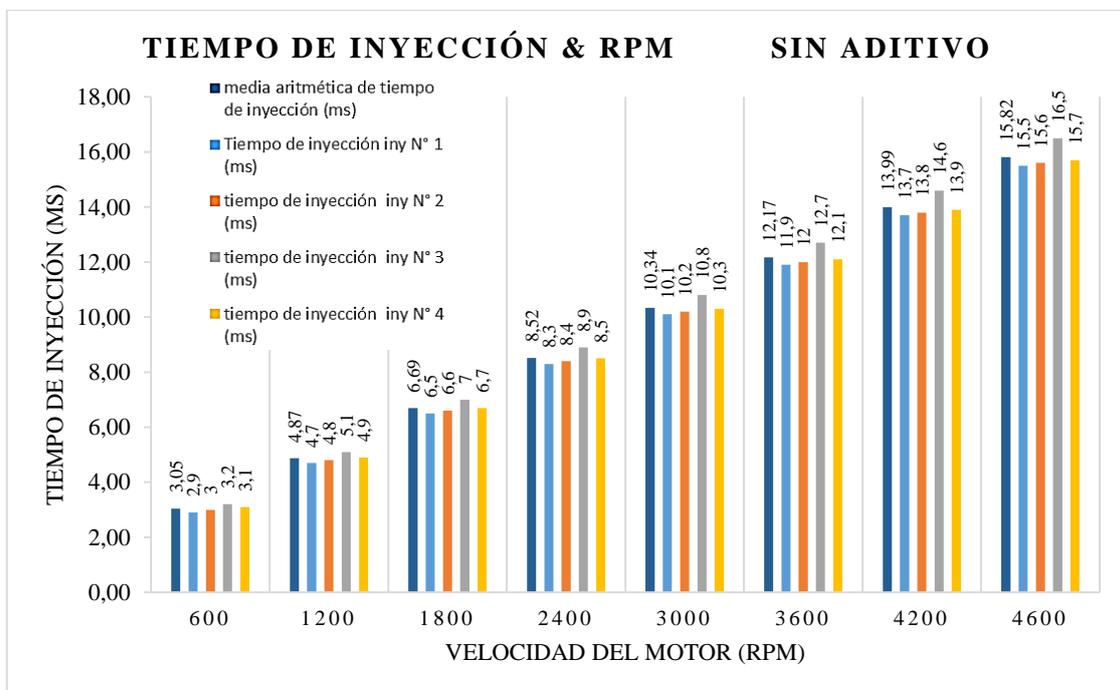
La toma de datos se realizó conectando a la computadora (ECM) un scanner automotriz de diagnóstico, mediante un conector OBD II, se procedió a dar arranque para que el motor gire y llegue a una temperatura normal de funcionamiento por un espacio de 10 minutos, a continuación se empezó a ser el test y se fue tomando los datos de acuerdo a diferentes regímenes de velocidad del motor.

**Toma de muestras en el motor SIN USO DE ADITIVOS (Tiempo de inyección).**- Durante las mediciones se consideró la temperatura del refrigerante del motor, por ser quien está en contacto directo con la zona de combustión y los componentes implicados en el tema de tiempo de inyección; a continuación detallan las siguientes lecturas a cada inyector en diferentes regímenes de velocidad, con las cuales luego de un proceso matemático se logra cumplir con el primer objetivo de la investigación, que es demostrar cómo la dosificación correcta de combustible influye en el incremento del rendimiento efectivo del motor.

**Cuadro 03: Lecturas de tiempo de inyección del motor Nissan GA 16DNE por cada inyector**

Rpm del motor	Temperatura de refrigerante del motor en °c	Tiempo de inyección iny, n° 1 (ms)	Tiempo de inyección iny, n° 2 (ms)	Tiempo de inyección iny n° 3 (ms)	Tiempo de inyección iny, n° 4 (ms)	Media aritmética de tiempo de inyección (ms)
600	77	2,9	3	3,2	3,1	3,05
1200	82	4,7	4,8	5,1	4,9	4,87
1800	82	6,5	6,6	7	6,7	6,69
2400	84	8,3	8,4	8,9	8,5	8,52
3000	84	10,1	10,2	10,8	10,3	10,34
3600	86	11,9	12	12,7	12,1	12,17
4200	86	13,7	13,8	14,6	13,9	13,99
4800	86	15,5	15,6	16,5	15,7	15,82

**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)



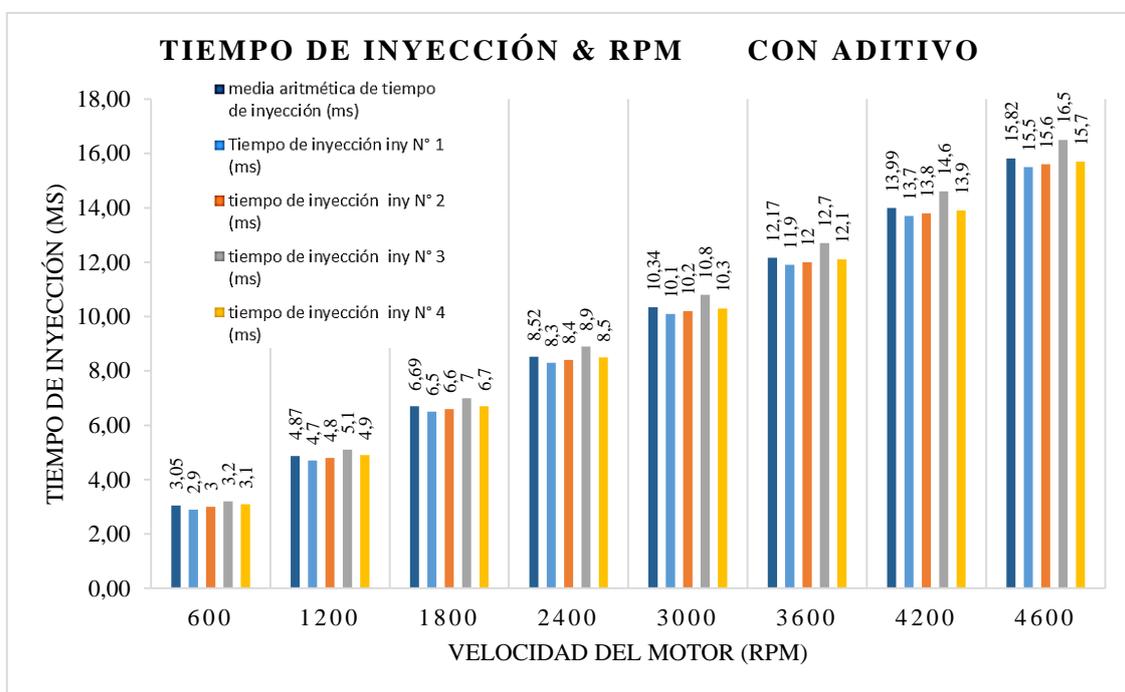
**Figura 02: Diagramas de tiempo de inyección Vs. revoluciones del motor 600 - 4800**

**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

**Toma de muestras en el motor con el USO DE ADITIVOS (tiempo de inyección)****Cuadro 04: Lecturas de tiempo de inyección del motor Nissan GA 16DNE por cada inyector**

Rpm del motor	Temperatura refrigerante en °c	Tiempo de iny. iny, n° 1 (ms)	Tiempo de iny. n° 2 (ms)	Tiempo de iny. iny n° 3 (ms)	Tiempo de iny. iny, n° 4 (ms)	Media aritmética de tiempo de iny. (ms)
600	75	2,6	2,7	2,9	2,8	2,75
1200	80	4,4	4,5	4,8	4,6	4,57
1800	82	6,2	6,3	6,6	6,4	6,37
2400	82	8	8,1	8,4	8,2	8,17
3000	82	9,8	9,9	10,2	10	9,97
3600	84	11,6	11,7	12	11,8	11,77
4200	84	13,4	13,5	13,8	13,6	13,57
4800	86	15,2	15,3	15,6	15,4	15,37

**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

**Figura 03: Diagramas de tiempo de inyección Vs, revoluciones del motor 600 - 4800**

**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

**Desarrollo de las muestras de tiempo y presión de inyección, obtenidas para determinar la potencia efectiva del motor Nissan GA 16DNE.**

Durante las mediciones se consideró la temperatura del refrigerante del motor por ser quien está en contacto directo con la zona de combustión y los componentes implicados en el tema de tiempo de inyección. A continuación detallan las siguientes lecturas a cada inyector en diferentes regímenes de velocidad, con las cuales luego de un proceso matemático se logrará cumplir el primer objetivo de la investigación que es demostrar como la dosificación correcta de combustible influye en el incremento del rendimiento efectivo del motor.

TENIENDO EN CUENTA LOS VALORES HALLAMOS LOS PARÁMETROS INDICADOS DEL CICLO OPERATIVO DEL MOTOR:

La Presión Media Indicada Teórica:

$$P_i^I = \frac{P_c}{\epsilon - 1} \left[ \frac{\lambda}{n_2 - 1} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon^{n_1 - 1}} \right) \right] \quad \text{ecuación (7)}$$

**Sin aditivo.** Realizando las operaciones obtenemos los siguientes valores en 4 regímenes de velocidad del motor. Los demás cálculos se han hecho mediante la hoja de cálculo en Excel.

**Cuadro 05: Presión media indicada teórica del motor Nissan GA 16DNE por rpm.**

N	1000	4000	6000	6500
$P_i^I$	1,063	1,291	1,126	1,011

**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

**Con aditivo** a una proporción de 40 ml de STP por cada 5 galones de gasohol de 90 octanos.

$$P_i^I = \frac{1,260}{9.5 - 1} \left[ \frac{3.56}{1.260 - 1} \left( 1 - \frac{1}{9.5^{1.260 - 1}} \right) - \frac{1}{1.374 - 1} \left( 1 - \frac{1}{9.5^{1.374 - 1}} \right) \right]$$

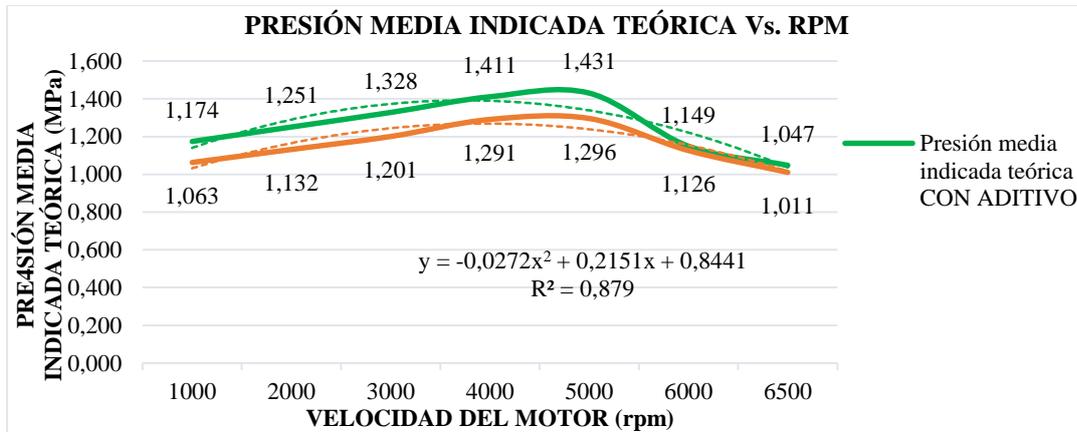
$$P_i^I = 1.174 \text{ MPa}$$

Realizando las operaciones obtenemos los siguientes valores en 4 regímenes de velocidad del motor. Los demás cálculos se han hecho mediante la hoja de cálculo en Excel.

**Cuadro 06: Presión media indicada teórica del motor Nissan GA 16DNE por rpm.**

n	1000	4000	6000	6500
$P_i^I$	1.174	1,411	1,149	1,047

**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)



**Figura 04: Presión media indicada teórica Vs. revoluciones del motor 1000 - 6500**

**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

**La presión media indicada:**  $P_i = \varphi_d \cdot P_i^I = 0.96 P_i^I$

**Sin aditivo**  $P_i = 1,021 \text{ MPa}$

**Cuadro 07: Presión media indicada del motor Nissan GA 16DNE por rpm.**

n	1000	4000	6000	6500
$P_i$	1,021	1,240	1,081	0,970

**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

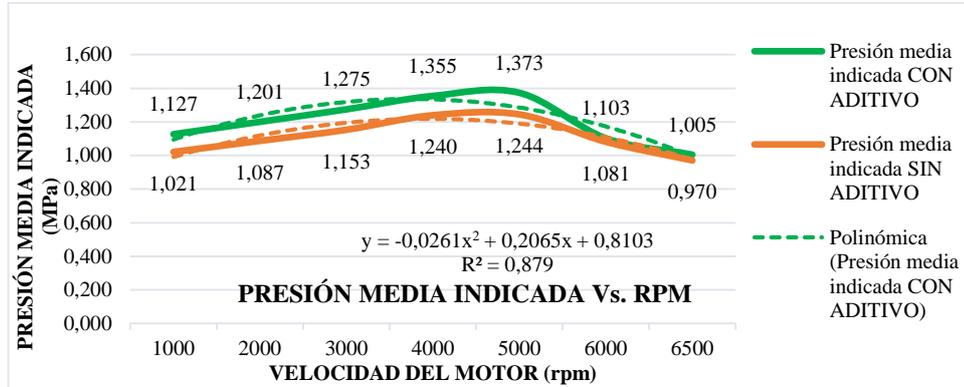
**Con aditivo** a una proporción de 40 ml de STP por cada 5 galones de gasohol de 90 octanos.

$$P_i = 0,96 * 1,174 \quad P_i = 1,127 \text{ MPa}$$

**Cuadro 08: Presión media indicada del motor Nissan GA 16DNE por rpm.**

n	1000	4000	6000	6500
P <sub>i</sub>	1,127	1,355	1,103	1,005

Fuente: Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)



**Figura 05: Diagrama de presión media indicada Vs. revoluciones del motor 1000 - 6500**

Fuente: Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

El rendimiento indicado y el gasto específico indicado de combustible:

$$\eta_i = \frac{P_i \cdot l_o \cdot \alpha}{(Hu \cdot \rho_o \cdot \eta_v)} \qquad g_i = \frac{3600}{(Hu \cdot \eta_i)}$$

Sin aditivo

$$\eta_i = \frac{1,021 \cdot 14,957 \cdot 0,86}{(43,930 \cdot 1,189 \cdot 0,869)} \qquad g_i = \frac{3600}{(43,930 \cdot 0,289)}$$

$$\eta_i = 0,289 = 28,9\% \qquad g_i = 283 \left( \frac{g}{kW \cdot h} \right)$$

**Cuadro 09: Rendimiento indicado y el gasto específico indicado de combustible del motor Nissan GA 16DNE por rpm.**

n	η <sub>i</sub>	g <sub>i</sub>
1000	0,289	283
4000	0,369	222
6000	0,333	246
6500	0,241	340

Fuente: Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

Con aditivo a una proporción de 40 ml de STP por cada 5 galones de gasohol de 90 octanos.

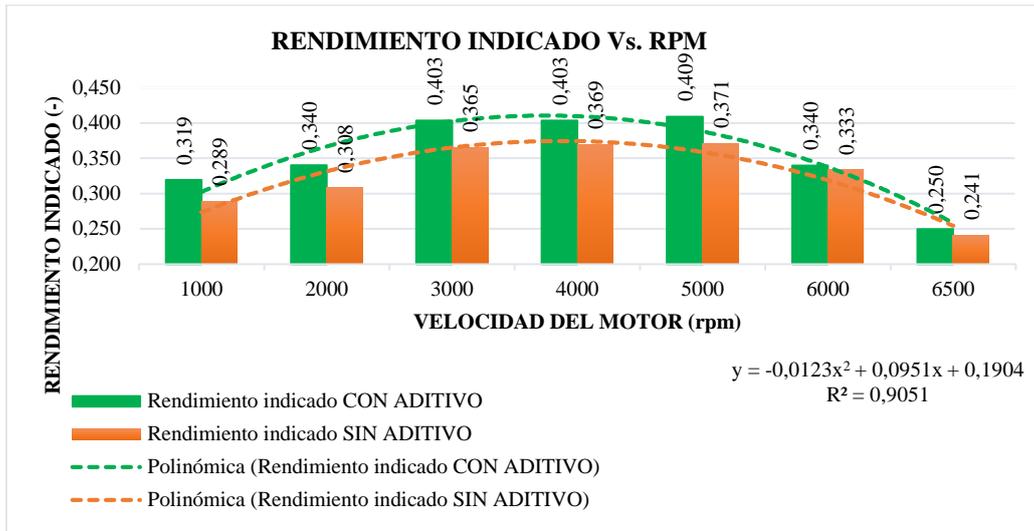
$$\eta_i = \frac{1,127 \cdot 14,957 \cdot 0,86}{(43,930 \cdot 1,189 \cdot 0,869)} \qquad g_i = \frac{3600}{(43,930 \cdot 0,319)}$$

$$\eta_i = 0,319 = 31,9\% \qquad g_i = 256,5 \left( \frac{g}{kW \cdot h} \right)$$

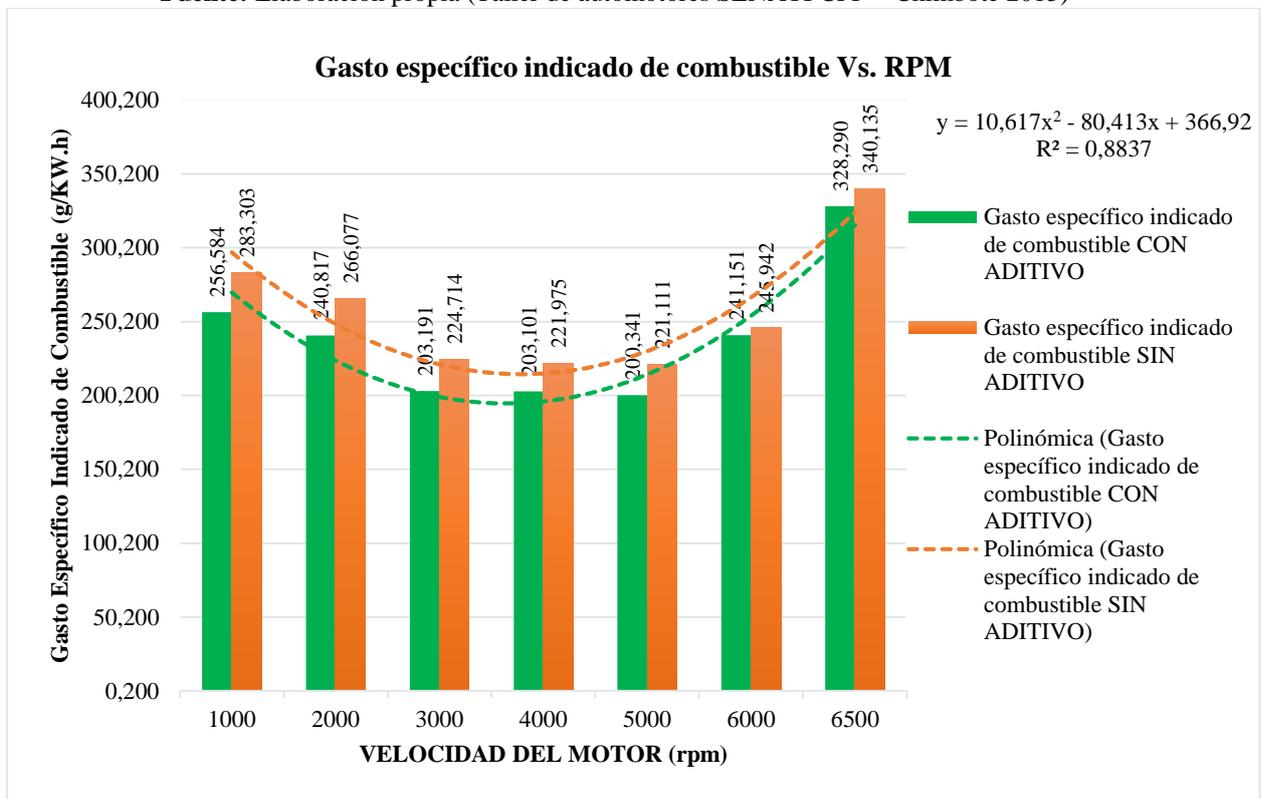
**Cuadro 10: Rendimiento indicado y el gasto específico indicado de combustible del motor Nissan GA 16DNE por rpm.**

n	η <sub>i</sub>	g <sub>i</sub>
1000	0,319	256,5
4000	0,403	203
6000	0,340	241
6500	0,250	328

Fuente: Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)



**Figura 06: Rendimiento indicado del motor Nissan GA 16DNE Vs velocidad del motor**  
 Fuente: Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)



**Figura 07: Gasto específico indicado de combustible del motor Nissan GA 16DNE Vs rpm**  
 Fuente: Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

**Parámetros efectivos del motor:** La presión media de las pérdidas mecánicas para el motor de ciclo OTTO con inyección electrónica y con encendido forzado con un número de cilindros hasta seis y con una relación (S/D) < 1:

$$P_m = 0.034 + 0.0113v_{m.p}$$

Previamente, si asumimos la carrera del pistón S=88 mm de acuerdo al Manual de Especificaciones Técnicas de Motor Nissan GA 16 DNE, obtenemos:

$$v_{m.p} = \frac{S \cdot n}{(3 \cdot 10^4)} = \frac{88n}{(3 \cdot 10^4)} \qquad v_{m.p} = 0,0029 \cdot 1000 \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$= 0.0029n, m/s \qquad v_{m.p} = 2,9 \left(\frac{m}{s}\right)$$

Entonces:

$$P_m = 0.034 + 0.0113 \cdot 0.0029n \text{ (MPa)}$$

$$P_m = 0.034 + 0.0113 \cdot 0.0029 \cdot 1000 \text{ MPa} \qquad \text{entonces } P_m = 0,067 \text{ MPa}$$

**Cuadro 11: Rendimiento indicado y el consumo específico indicado de combustible del motor Nissan GA 16DNE por rpm.**

n	1000	4000	6000	6500
V <sub>m.p</sub>	2.9	11.6	17.4	18.85
P <sub>m</sub>	0.067	0.165	0.231	0.247

Fuente: Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

**La presión media efectiva y el rendimiento mecánico:**

$$P_e = P_i - P_m \quad ; \quad \eta_m = \frac{P_e}{P_i}$$

**Sin aditivo**

$$P_e = 1,021 - 0,067 \text{ (MPa)}; \qquad \eta_m = \frac{0,954}{1,021}$$

$$P_e = 0,954 \text{ MPa}; \qquad \eta_m = 0,934$$

**Cuadro 12: Presión media efectiva y el rendimiento mecánico del motor Nissan GA 16DNE por rpm.**

n	1000	4000	6000	6500
P <sub>i</sub>	1,127	1,355	1,103	1,005
P <sub>e</sub>	0,954	1,074	0,851	0,723
η <sub>m</sub>	0.934	0.867	0.787	0.745

Fuente: Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

**Con aditivo a una proporción de 40 ml de STP por cada 5 galones de gasohol de 90 octanos.**

$$P_e = 1,127 - 0,067 \text{ (MPa)}; \qquad \eta_m = \frac{1,06}{1,127}$$

$$P_e = 1,06 \text{ MPa}; \qquad \eta_m = 0,940$$

**Cuadro 13: Presión media efectiva y el rendimiento mecánico del motor Nissan GA 16DNE por rpm.**

n	1000	4000	6000	6500
P <sub>i</sub>	1,127	1,355	1,103	1,055
P <sub>e</sub>	1,06	1,190	0,872	0,758
η <sub>m</sub>	0,940	0,878	0,791	0,754

Fuente: Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

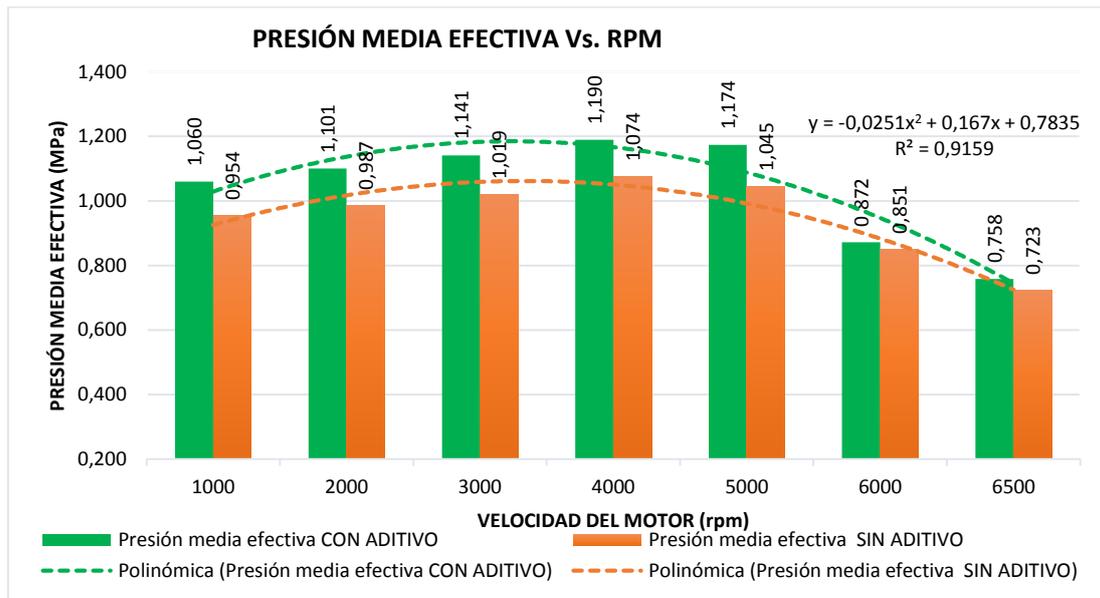


Figura 08: Presión media efectiva del motor Vs. velocidad del motor

Fuente: Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

El rendimiento efectivo y el consumo específico efectivo de combustible:

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m \quad \text{y} \quad g_e = \frac{3600}{Hu \cdot \eta_e}$$

Sin aditivo

$$\eta_e = 0,289 \cdot 0,934$$

$$g_e = \frac{3600}{43,93 \cdot 0,270}$$

$$\eta_e = 0,270$$

$$g_e = 303 \left( \frac{g}{kW \cdot h} \right)$$

Cuadro 14: Rendimiento efectivo y el consumo específico efectivo de combustible del motor Nissan GA 16DNE por rpm.

n	1000	4000	6000	6500
$\eta_i$	0,289	0,369	0,333	0,241
$\eta_e$	0,270	0,20	0,262	0,251
$g_e$	303	256	312	326

Fuente: Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

Con aditivo a una proporción de 40 ml de STP por cada 5 galones de gasohol de 90 octanos.

$$\eta_e = 0,319 \cdot 0,940$$

$$g_e = \frac{3600}{43,930 \cdot 0,300}$$

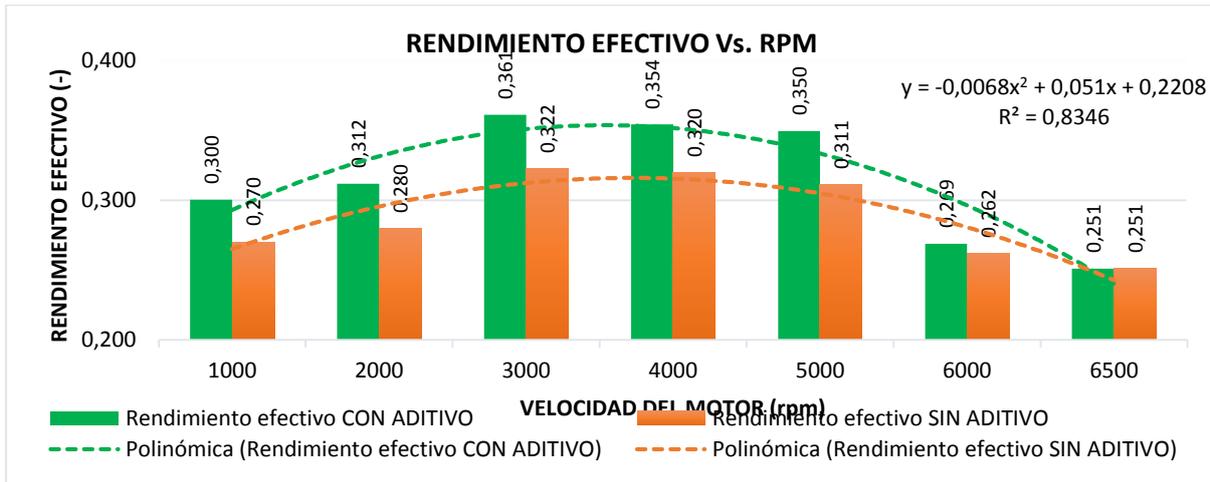
$$\eta_e = 0,300$$

$$g_e = 273 \left( \frac{g}{kW \cdot h} \right)$$

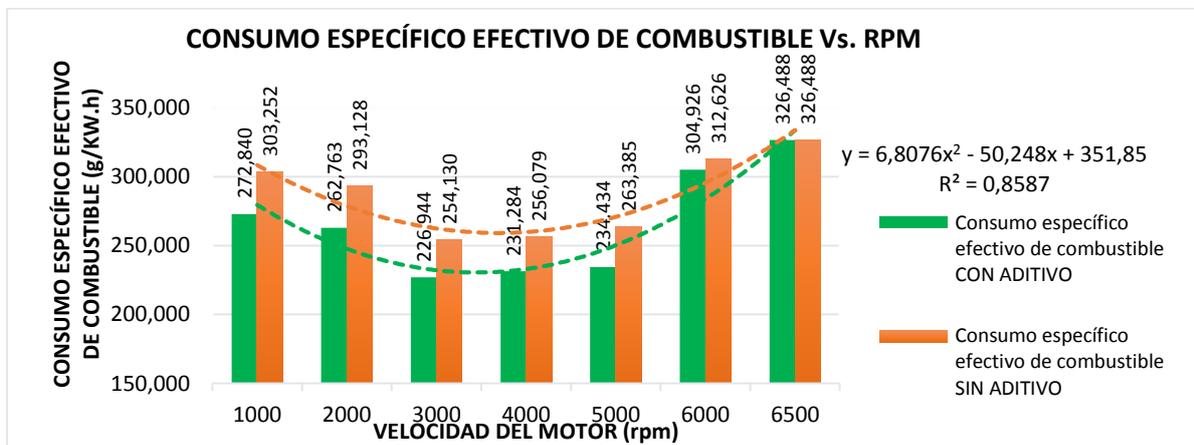
Cuadro 15: Rendimiento efectivo y el consumo específico efectivo de combustible del motor Nissan GA 16DNE por rpm.

n	1000	4000	6000	6500
$\eta_i$	0,319	0,403	0,340	0,250
$\eta_e$	0,300	0,54	0,269	0,251
$g_e$	273	231	305	326

Fuente: Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)



**Figura 09: Rendimiento efectivo del motor Nissan GA 16DNE Vs rpm**  
**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)



**Figura 10: Consumo específico efectivo de combustible del motor Nissan GA 16DNE Vs rpm**  
**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

La potencia efectiva, el torque efectivo y el consumo horario de combustible:

$$N_e = \frac{P_e \cdot V_i \cdot n}{30\tau} \quad ; \quad M_e = \frac{(3 \cdot 10^4) \cdot N_e}{(\pi \cdot n)} \quad ; \quad G_e = N_e \cdot g_e \cdot 10^{-3}$$

Sin aditivo

$$N_e = \frac{0,954 \cdot 1,596 \cdot 1000}{30 \cdot 4} \text{ KW}; \quad M_e = \frac{(3 \cdot 10^4) \cdot 12,683}{(3,14 \cdot 1000)} \text{ N.m}; \quad G_e = 12,683 \cdot 303 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{kW.h}}$$

$$N_e = 12,683 \text{ KW}; \quad M_e = 121,110 \text{ N.m}; \quad G_e = 3,846 \frac{\text{kg}}{\text{kW.h}}$$

**Cuadro 15: Potencia efectiva, el torque efectivo y el consumo horario de combustible del motor Nissan GA 16DNE por rpm.**

n	1000	4000	6000	6500
Pe	0,954	1,074	0,851	0,793
Ne	12,683	57,162	67,875	62,533
Me	121,110	136,464	108,026	91,869
Ge	3,846	14,638	21,220	23,245

**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

Con aditivo a una proporción de 40 ml de STP por cada 5 galones de gasohol de 90 octanos.

$$N_e = \frac{1,06 * 1,596 * 1000}{30 * 4} \text{ KW};$$

$$M_e = \frac{(3 * 10^4) * 14,098}{(3,14 * 1000)} \text{ N.m};$$

$$N_e = 14,098 \text{ KW};$$

$$M_e = 134,694 \text{ N.m};$$

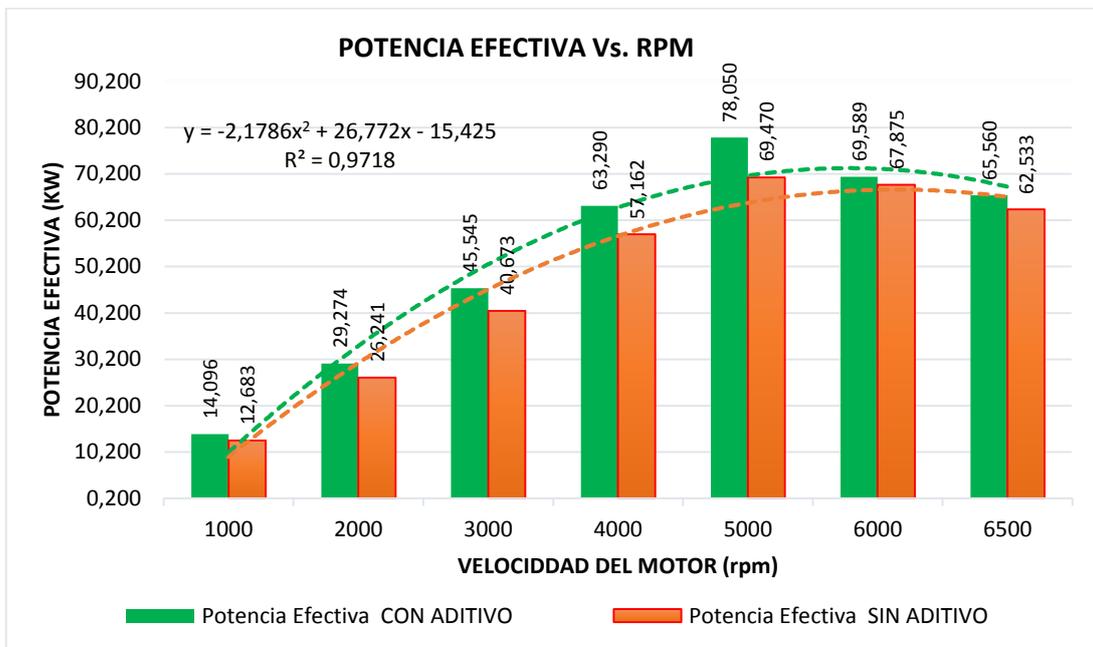
$$G_e = 14,098 * 278 * 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{kW.h}}$$

$$G_e = 3,919 \frac{\text{kg}}{\text{kW.h}}$$

**Cuadro 16: Potencia efectiva, el torque efectivo y el consumo horario de combustible del motor Nissan GA 16DNE por rpm.**

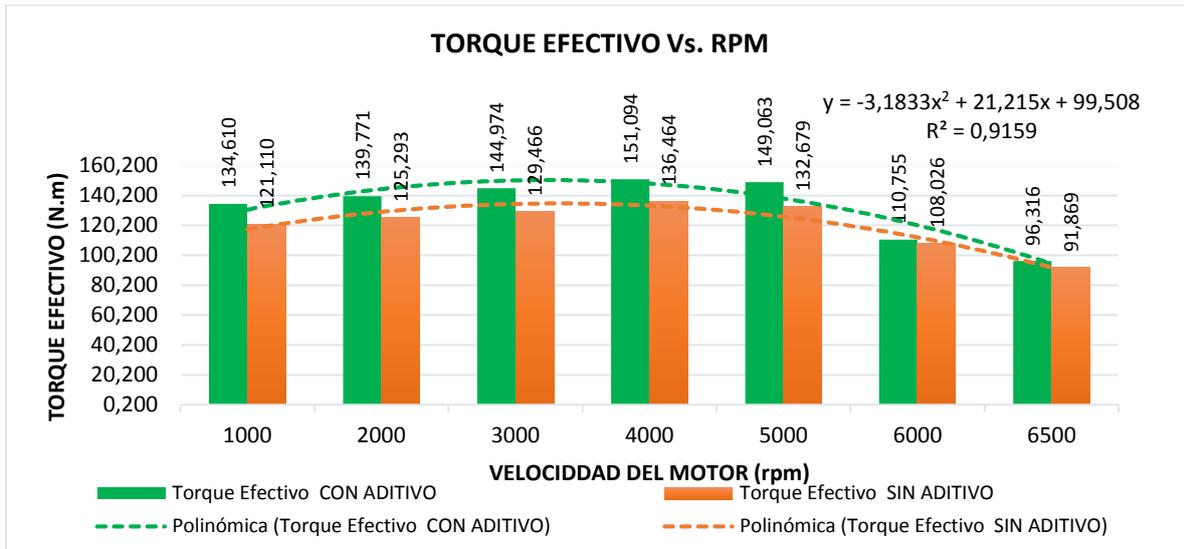
n	1000	4000	6000	6500
<b>P<sub>e</sub></b>	1,06	1,190	0,872	0,758
<b>N<sub>e</sub></b>	14,096	57,401	78,050	65,560
<b>M<sub>e</sub></b>	134,610	151,094	110,755	96,316
<b>G<sub>e</sub></b>	3,846	14,638	21,220	21,405

**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)



**Figura 11: Potencia efectiva del motor Nissan GA 16DNE Vs velocidad del motor**

**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)



**Figura 12: Torque efectivo del motor Nissan GA 16DNE Vs velocidad del motor**  
**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

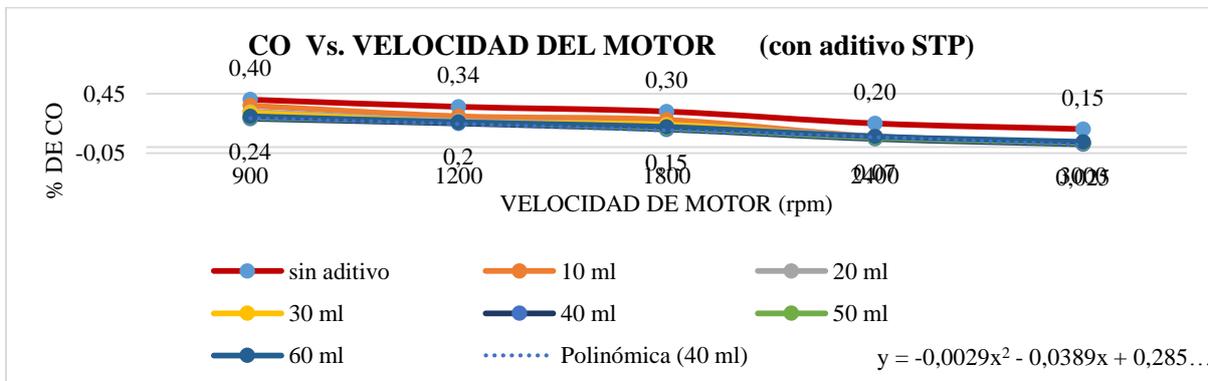
**Mediciones con aditivo de gasohol para hallar la mejor proporción en emisión de CO.**

Se tienen los resultados de las emisiones vertidas por los motores de combustión interna por encendido por explosión en lo referente al % de CO (monóxido de carbono), en donde a todos los regímenes de velocidad de rpm se alcanza el mínimo de % de emisiones de CO, con un valor de una proporción de 40 ml. Para una mezcla de 5 galones de gasohol de 90 octanos y 40 ml de aditivo STP se tiene los menores valores en % de CO emitidos, con valores entre 0,24% para la posición de ralentí y 0,07% a 2,400 rpm.

**Cuadro 16: Emisiones de CO en % en el motor Nissan GA 16DNE con diferentes proporciones**

Rpm motor	Indicador de Medición	sin aditivo	10 ml	20 ml	30 ml	40 ml	50 ml	60 ml
900	% CO	0,40	0,35	0,3	0,29	<b>0,24</b>	0,25	0,26
1200	% CO	0,34	0,26	0,22	0,21	<b>0,2</b>	0,21	0,21
1800	% CO	0,30	0,23	0,19	0,19	<b>0,15</b>	0,16	0,17
2400	% CO	0,20	0,09	0,09	0,08	<b>0,07</b>	0,08	0,09
3000	% CO	0,15	0,03	0,035	0,03	<b>0,025</b>	0,035	0,045

**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)



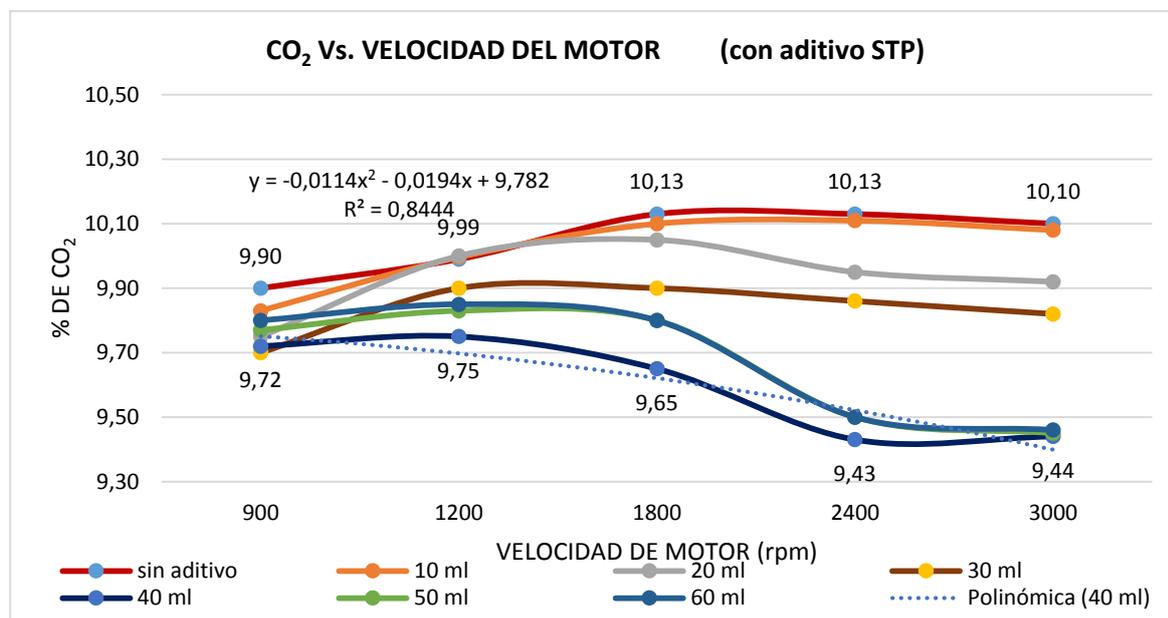
**Figura 12: Emisiones de CO en % en el motor Nissan GA 16DNE con diferentes proporciones de aditivo**  
**Fuente:** Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

Para una mezcla de 5 galones de gasohol de 90 octanos y 40 ml de aditivo STP se tiene los menores valores en % de CO<sub>2</sub> emitidos, con un valor de 9,43 % a 9,75% entre las velocidades de 2,400 y ralentí, respectivamente.

**Cuadro 16: Emisiones de CO<sub>2</sub> en % en el motor Nissan GA 16DNE con diferentes proporciones**

Rpm motor	Indicador de Medición	sin aditivo	10 ml	20 ml	30 ml	40 ml	50 ml	60 ml
900	% CO <sub>2</sub>	9,90	9,83	9,75	9,70	<b>9,72</b>	9,77	9,80
1200	% CO <sub>2</sub>	9,99	10,30	10,00	9,90	<b>9,75</b>	9,83	9,85
1800	% CO <sub>2</sub>	10,13	10,35	10,05	9,90	<b>9,65</b>	9,80	9,80
2400	% CO <sub>2</sub>	10,13	10,35	9,95	9,86	<b>9,43</b>	9,50	9,50
3000	% CO <sub>2</sub>	10,10	10,25	9,92	9,82	<b>9,42</b>	9,45	9,46

Fuente: Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)



**Figura 13: Emisiones de CO<sub>2</sub> en % en el motor Nissan GA 16DNE con diferentes proporciones de aditivo**

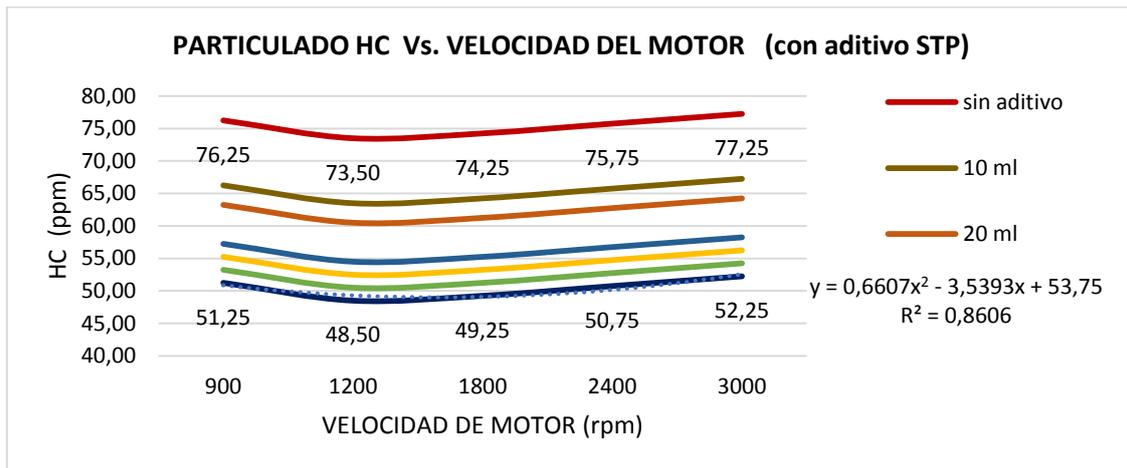
Fuente: Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)

Mediciones con aditivo de gasohol para hallar la mejor proporción en emisión material particulado HC. Para una mezcla de 5 galones de gasohol de 90 octanos y 40 ml de aditivo STP se tiene los menores valores de emisiones de material particulado HC cuando se opera a 1,200 rpm con un valor de 48,50 ppm y para una máxima velocidad de 3000 rpm es de 52,25 ppm.

**Cuadro 17: Emisiones de material particulado HC ppm con diferentes proporciones de aditivo**

Rpm motor	Indicador de Medición	sin aditivo	10 ml	20 ml	30 ml	40 ml	50 ml	60 ml
900	(HC) ppm	76,25	66,25	63,25	55,25	51,25	53,25	57,25
1200	(HC) ppm	73,50	63,50	60,50	52,50	48,50	50,50	54,50
1800	(HC) ppm	74,25	64,25	61,25	53,25	49,25	51,25	55,25
2400	(HC) ppm	75,75	65,75	62,75	54,75	50,75	52,75	56,75
3000	(HC) ppm	77,25	67,25	64,25	56,25	52,25	54,25	58,25

Fuente: Elaboración propia (Taller de automotores SENATI CFP – Chimbote 2015)



**Figura 14: Emisiones de particulado HC ppm en el motor Nissan GA 16DNE con diferentes proporciones de aditivo**

### Discusión

Mediante la realización de pruebas, se pudo determinar algunas de las características del desempeño del motor y determinar que una dosificación de combustible correcta influye en el incremento del rendimiento efectivo del motor Nissan GA 16DNE, SENATI – Chimbote 2015. Se obtuvo muestras:

**Sin el uso de aditivos**, el tiempo de inyección de cada inyector, así como la presión de inyección mediante un manómetro y con ayuda de un escáner automotriz, con lo cual se calculó la presión media indicada, efectiva, el rendimiento indicado, efectivo, el rendimiento efectivo del motor, además la potencia efectiva, respectivo torque y su consumo específico de combustible a diferentes regímenes de velocidad del motor. Cabe mencionar que el motor alcanza una máxima potencia efectiva de 69,470 KW a 5000 rpm, un rendimiento efectivo de 27%, un torque de 136,464 N.m a 4000 rpm y un consumo efectivo de combustible promedio de 287,013 g/KW.h.

**Con el uso de aditivos**, de tiempo de inyección de cada inyector, así como la presión de inyección mediante un manómetro y con ayuda de un escáner automotriz, con lo cual se calculó la presión media indicada, efectiva, el rendimiento indicado, efectivo, el rendimiento efectivo del motor, además la potencia efectiva, su respectivo torque y su consumo específico de combustible a diferentes regímenes. El motor alcanza una máxima potencia efectiva de 78.050 KW a 5000 rpm, un rendimiento efectivo de 30%, un torque de 151,094 N.m a 4000 rpm y un consumo efectivo de combustible promedio de 265,669 g/KW.h.

Logrando incrementar el rendimiento efectivo del motor Nissan GA 16DNE en 3%, una potencia efectiva en 8,58 KW que representa el 12,35% de incremento de potencia efectiva, un torque efectivo en 14,63 N.m que representa el 10,72%, además reducir considerablemente el consumo específico de combustible en 21,344 g/KW.h que representa el 7,44%.

Mediante la realización de pruebas, se pudo determinar algunas de las características del desempeño del motor. Se toma como referencia la discusión de resultados en función a los límites permisibles establecidos en el D.S N° 047-2001-MTC, los cuales son: para el CO es 0.5 %, para el CO<sub>2</sub> es 12 %, para el O<sub>2</sub> es 14 % y para el material particulado HC es 100 ppm.

El promedio de emisiones vertidas por los motores de combustión interna con encendido por explosión que consumen gasohol de 90 octanos de gasohol, sin el uso de aditivo para el material particulado HC es de 75,40 ppm y según los límites permisibles es 100 ppm, estando en un valor de 24.60 % menos de lo máximo permitido. Referente a las emisiones vertidas por los motores de encendido por explosión se tiene que están en el orden de 0.278 % para el CO, lo máximo permitido el cual es de 0.5 %, mientras que para el CO<sub>2</sub> el porcentaje de emisiones es de 10,05%, mientras que los valores máximos permitidos es de 12 %, en lo referente al factor Lambda (que compara la relación aire/ combustible

real con la relación aire/combustible teórico) se tiene que la muestra de trabajo opera dentro de los rangos técnicos de un motor con encendido por explosión los cuales son de 1,26.

Con el uso de aditivo con respecto a la reducción de emisiones de CO se obtiene una mayor reducción de emisiones cuando se tiene una proporción de mezcla de 40 ml de aditivo STP por 5 galones de gasohol de 90 octanos de 0,137% mejorando las condiciones de emisión con referencia a la velocidad de ralentí en 40 % y en la velocidad de cruce en 66 %. Con respecto a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> se obtiene una mayor reducción de emisiones cuando se tiene una proporción de mezcla de 40 ml de aditivo STP por 5 galones de gasohol de 90 octanos de 1,16% mejorando las condiciones de emisión con referencia a la velocidad de ralentí en 2% y en la velocidad de cruce en 7%. Con respecto a la reducción de emisiones de O<sub>2</sub> se obtiene una mayor reducción de emisiones cuando se tiene una proporción de mezcla de 40 ml de aditivo STP por 5 galones de gasohol de 90 octanos de 1,16 % mejorando las condiciones de emisión con referencia a la velocidad de ralentí en 1 % y en la velocidad de cruce en 9%. Con respecto a la reducción de emisiones de HC material particulado se obtiene una mayor reducción de emisiones cuando se tiene una proporción de mezcla de 40 ml de aditivo STP por 5 galones de gasohol de 90 octanos de 50,44 ppm, mejorando las condiciones de emisión con referencia a la velocidad de ralentí en 7 % y en la velocidad de cruce en 6 %. En lo referente al factor Lambda (que compara la relación aire/combustible real con la relación aire/combustible teórico) se tiene que la muestra de trabajo opera dentro de los rangos técnicos de un motor con encendido por explosión los cuales son de 1,02, obteniéndose que con la adición de aditivos en forma general el factor Lambda. Esto indica que el aditivo influye en la combustión significativamente.

Se realiza la comparación con el trabajo desarrollado por los señores Encalada y Ñauta (2012), quienes presentan lo siguiente: "Incidencia del tipo de gasolinas, aditivos y equipos optimizadores de combustible comercializados en la ciudad de Cuenca, sobre las emisiones contaminantes emitidas al aire". Existe concordancia según los datos obtenidos en el primer objetivo. La pérdida de potencia se origina por la disminución de la eficiencia del ciclo termodinámico (pérdida de compresión) y el consumo específico de combustible aumenta porque el motor es menos eficiente, por lo tanto necesita más combustible para poder desarrollar una cierta cantidad de potencia.

Y es así que se halla similitud con la investigación de Morocho y Remache (2012) "Funciones y aplicaciones de los diferentes aditivos para motores de combustión interna a gasolina, y sus repercusiones en su vida útil, en los talleres de mecánica automotriz de la escuela de educación técnica de la UNACH", quienes señalan lo siguiente: El uso de aditivos para los vehículos de combustión interna ayudan en gran medida a evitar el desgaste, corrosión, etc. de cada una de sus partes, en los diferentes sistemas del motor. Además el uso de un aditivo adecuado permite alargar la vida útil del motor con lo cual se obtiene el desempeño óptimo del motor a largo tiempo, menor contaminación ambiental con los gases emanados de la combustión, lo cual se puede verificar en los Boucher de las pruebas anexadas.

El presente informe se complementa con la tesis de Uribe (2011), "Estudio de los efectos internos en el motor de combustión interna, por el uso de pastillas mejoradoras del rendimiento en el combustible, de los buses del transmetro de la empresa municipal de transporte (EMT)" en la cual recomienda, el uso del aditivo conlleva a un ahorro monetario a corto plazo, y proporciona una limpieza interna del sistema de inyección de combustible del motor, que podría significar una mejor combustión, luego si el sistema de inyección de combustible del motor se encuentra demasiado sucio no se va a apreciar un ahorro monetario en los primeros meses de uso, pero una vez realizada la limpieza por parte del aditivo, es posible encontrar una mejora en el rendimiento, reduciendo considerablemente los costos.

### Referencias bibliográficas

- Alonso, J. (2008). Técnicas del automóvil: Inyección de gasolina y dispositivos anticontaminación / Editorial Paraninfo. Madrid. 196 p.
- Arango, A. (2000). Sistemas de control de emisiones. Colombia. Consulta: 4 de enero del 2014. Disponible en: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ciencias/sena/mecanica/gas-preconversion-vehiculos/gaspre7.htm>

- Day, R. (2005). *Cómo escribir y publicar trabajos científicos*. 5ta ed. Washington, DC. Organización Mundial de la Salud. 253 p. ISBN: 92 75 31598 1.
- Decreto Supremo N° 047-2001 (s.f.). MTC para límites permisibles de emisiones contaminantes para vehículos que circulen en una red vial y sus modificatorias.
- Encalada, F. Ñauta, P. (2012), "Incidencia del tipo de gasolinas, aditivos y equipos optimizadores de combustible comercializados en la ciudad de Cuenca, sobre las emisiones contaminantes emitidas al aire"
- Gallegos, M. (2012), Análisis termoquímico de los motores de combustión interna a gasolina mediante el antidetonante metil terbutil éter (MTBE)
- Jovaj, M., Maslow, G. (1982). *Motores de automóvil*. Moscú: Editorial Mir Moscú 1982, 553 p. ISBN: 9789999040570.
- Manrique, J. (2005). *Termodinámica*. 3ª ed. México D.F.: Alfaomega Grupo Editor S.A. 546 p. ISBN: 970-15-1160-3.
- Manual de especificaciones técnicas de Nissan B13. (s.f.). Motor GA 16 DNE - Nissan Mexicana, S.A. DE C.V. - Dirección de postventa servicio.
- Manual de sistema de control del motor Sistema de control de inyección de combustible. (s,f.). (MFI) - Cuadro de señales de entrada y salida – Nissan.
- Manual de sistema de inyección electrónica de gasolina – Bosch. (s.f.)
- Manual para redactar citas bibliográficas según norma ISO 690 y 690-2 (s.f.). (International Standards Organization) – UCV
- Morocho, J., Remache, J. (2012), Funciones y aplicaciones de los diferentes aditivos para motores de combustión interna a gasolina, y sus repercusiones en su vida útil, en los talleres de mecánica automotriz de la escuela de educación técnica de la UNACH.
- Obert, E. (1998). *Motores de combustión interna*. (3a edición; Estados Unidos: Editorial CECSA. pp. 38-40.
- Palencia, F. (2013). *Influencia de los aditivos oxigenados sobre las propiedades de las gasolinas en el comportamiento de los motores de combustión interna*.
- PETROPERÚ. (2011). *Gasohol en el Perú ya está en el mercado*. Sala de Prensa de Petroperú. Peru.2011. [Consulta: 21 de agosto 2013]. Disponible en: <http://www.petroperu.com.pe/portalweb/Main.asp?Seccion=3&IdItem=236>
- Potter, M., Somerton, C. (2004). *Termodinámica para ingenieros* 1ª ed. Madrid: Closas-Orcoyen, S.L. 388p. ISBN: 84-481-4282-9.
- Ruiz, B. Climen, T. (2005). *Prácticas de motores de combustión*. México: Serrano
- Ruiz, J. (2011). *Efectos de la composición de mezclas gasolina – alcohol, en un motor de combustión interna*.
- URIBE, P. (2011). *Estudio de los efectos internos en el motor de combustión interna, por el uso de pastillas mejoradoras del rendimiento en el combustible, de los buses del transmetro de la empresa municipal de transporte (EMT)*.
- Yungán, G., Quinche, J. (2011), *Comparación de la eficiencia de los motores de combustión interna a gasolina, mediante la utilización del biocombustible obtenido de la caña de azúcar a realizarse en la ciudad de Riobamba durante el período lectivo. 2009-2010*.