

TRUCAJE DE LOS ELEMENTOS FIJOS DEL MOTOR NISSAN J15 PARA CONTRIBUIR EN LA OPTIMIZACIÓN SUS PARÁMETROS DE DESEMPEÑO

MODIFICATION OF THE FIXED ELEMENTS OF THE NISSAN J15 ENGINE TO CONTRIBUTE IN THE OPTIMIZATION OF ITS PERFORMANCE PARAMETERS

González Heras David Moisés¹, Lozada Chiguano, Jhon Roberto², Marcelo Fabián Salazar Corrales³
^{1,2,3}Universidad de Fuerzas Armadas ESPE – Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
e – mail: ¹dmgonzález@espe.edu.ec.com , ²jhonxbeto618@gmail.com , ³mfsalazar@espe.edu.ec

Revista Energía Mecánica Innovación y Futuro, IX Edición 2020, No. 9 (10)

Resumen

El presente artículo se centró en la modificación de los elementos fijos de un motor Nissan J15 de combustión interna, tales como; culata, block de cilindros y colectores de admisión y escape, que consiste en cambiar las características de los componentes, tales como; dimensiones y terminados superficiales, mismos que influyen en los factores de funcionamiento del motor.

Para lo cual seguido de los trabajos prácticos realizados en los elementos fijos se realizan pruebas posteriores a los mismos, siendo estas concretamente; compresión, tiempo de recorrido del aceite en las paredes del bloque, temperatura del aceite, además se realiza una simulación en software CAD para conocer cuál es el comportamiento del aire en los conductos trabajados de la culata.

Y como punto final se presenta una comparación y análisis de los resultados evidenciados en las pruebas y mediciones realizadas en el motor estándar y el modificado.

Palabras Clave: Nissan J15, Trucaje elementos Fijos, Flujo de aire, reforzamiento bancada.

Abstract

This article focused on the modification of the fixed elements of a Nissan J15 internal combustion engine, such as; cylinder head, cylinder block and intake and exhaust manifolds, which consists of changing the characteristics of the components, such as; dimensions and surface finishes, which influence the engine operating factors.

For which, followed by the practical work carried out on the fixed elements, subsequent tests are carried out on them, these being specifically; compression, oil travel time on the block walls, oil temperature, and a simulation is performed in CAD software to know what the behavior of the air is in the worked ducts of the cylinder head.

And as a final point, a comparison and analysis of the results evidenced in the tests and measurements carried out on the standard and modified engine is presented.

Keywords: Nissan J15, Fixed elements trucking, Air flow, bench reinforcement

1. Introducción

El trucaje de motores consiste en la modificación de la estructura o el diseño de los componentes estándar de un motor, llevando a cabo un cambio en sus características como; la rugosidad de su superficie y el factor de seguridad a cambio de conseguir el máximo potencial o un mejor rendimiento en el motor. [1].

Fundamentalmente adecua los componentes para obtener su máximo rendimiento posible, a diferencia de la preparación, la cual consiste en reemplazar los componentes estándar del motor, por otros con mejores características y con un más alto costo.

El trucaje es posible, porque los motores contruidos por el hombre tienen la ventaja de que pueden ser mejorados en algunos sentidos. Así pues, todos los motores tienen unos márgenes de seguridad que sus creadores han calculado sobredimensionando todas las piezas para que puedan soportar todos los esfuerzos que se les van a exigir, y posibles sobrecargas que podrían ocasionarse en el caso de verse el motor necesitado de trabajar en condiciones adversas. Así pues. Este margen de seguridad intenta significar una garantía en el caso de un tiempo de funcionamiento más largo del que podría considerarse habitual. Funcionando a plenos gases, un entretenimiento poco cuidadoso de las normas que el motor requiere, el fallo parcial de algunos de los circuitos vitales para el motor que puedan sufrir momentáneos desarreglos o trastornos, etc. Cabe la posibilidad de apurar este margen de seguridad sometiendo al motor a mayores esfuerzos los cuales no serán nocivos para el mismo si éste es rigurosamente atendido, pudiéndose lograr de esta forma un considerable aumento de potencia, estas modificaciones realizadas sobre el motor es lo que constituye su trucaje. [2]

En los motores de combustión interna en general, la potencia no puede ser aumentada nada más que en la misma medida en que se consigue aumentar su consumo de aire, esto quiere decir que lo único que mejora el desempeño de un motor es aumento en la capacidad de llenado del cilindro. Por esta razón una de las modificaciones más comunes es aumentar la presión media efectiva. [3]

El rendimiento volumétrico es también conocido como el coeficiente de llenado, siendo la representación de la eficiencia del llenado de los cilindros y se encuentra definida por la relación de la masa de aire fresco que ingresa al motor por ciclo y la masa teórica que ingresaría en unas condiciones dadas, este valor

está expresado en porcentaje. [4]

La misión de un motor de combustión interna de cuatro tiempos es convertir la energía calorífica del combustible en energía mecánica, para que la combustión se establezca de manera eficiente la mezcla aire/combustible debe mezclarse perfectamente en cantidades establecidas. El incremento de la potencia se relaciona directamente con la cantidad de aire u oxígeno que ingresa al motor, es decir si se eleva la cilindrada del motor, se aumentará la potencia del mismo. [5]

- Aumento de cilindrada
- Aumento de la presión media Efectiva

El objetivo del presente proyecto es realizar modificaciones en los elementos fijos del motor Nissan J15, para que los mismos contribuyan en los parámetros de rendimiento, al igual que soporten las nuevas fuerzas producto de la combustión.

Para lo cual se mostrará cuáles fueron las modificaciones realizadas a cada uno de los elementos fijos del motor y además de las pruebas realizadas en los mismos para conocer sus porcentajes de mejoras.

2. Materiales y Métodos

Se pone a prueba el análisis experimental por medio de las modificaciones a realizarse en los elementos fijos del motor Nissan J15 como son culata, bloque, y sistema de escape.

a. Culata

Se realizaron trabajos prácticos siendo estos; el pulido de las cámaras de combustión, rebaje de la superficie plana, apertura y pulido de los conductos de admisión, y el recorte de las guías de válvulas.

Pulido de las cámaras de combustión

Se trata de eliminar toda la carbonilla y además eliminar posibles puntos calientes que puedan llegar a producir autoencendido de la mezcla. El procedimiento se realizó con el uso de un taladro con cepillo de acero y papel abrasivo. Hasta dejar la cámara como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Pulido de la cámara de combustión

Rebaje de la superficie plana

Para el cepillado de la superficie plana del cabezote se consideró el pando del mismo que fue de 0.5mm en la parte central, este proceso se lo llevo a cabo en una rectificadora de superficies planas, desbastando el material hasta eliminar el pando, como evidencia la Figura 2.



Figura 2. Rectificado de la superficie plana de la culata

Por la forma asimétrica de la cámara de combustión, se realizó la medición del volumen real de la cámara por medio de la cubicación como detalla la Figura 3. [6]



Figura 3 Cubicación de la cámara de combustión

El volumen de la cámara fue 38 ml.

Con el valor obtenido del nuevo volumen de la cámara de combustión se procede a calcular la relación de compresión real del motor trucado asumiendo el espesor del empaque de 1mm.

Datos:

$$V_h = 380.37 \text{ cm}^3$$

$$S_e = 1 \text{ mm}$$

Se le suma el volumen del empaque al volumen de la cámara de combustión.

$$V_e = \frac{\pi * D^2}{4} * S_e$$

$$V_e = \frac{\pi * 78^2}{4} * 1$$

$$V_e = 4.778 \text{ cm}^3$$

$$\epsilon_f = \frac{V_h + (V_c + V_e)}{(V_c + V_e)}$$

$$\epsilon_f = \frac{380.37 + 38 + 4.778}{38 + 4.778}$$

$$\epsilon_f = 9.89$$

Obteniéndose así una relación de compresión que fue de 8,3 del estándar a 9,89 del modificado.

Apertura y pulido de los conductos de admisión.

Se realizó un incremento del diámetro de entrada del conducto de admisión en un aproximado al 8% del diámetro inicial como lo menciona Gillieri [7], siendo el incremento de 32 mm a 34.5 mm, como se lo muestra en la figura 4, además del pulido de las paredes que se lo llevó a cabo con el uso de papel abrasivo de manera progresiva. Esto con la finalidad de mejorar el ingreso de aire hacia los cilindros, lo cual ayuda al rendimiento volumétrico, ver Figura 4.



Figura 4. Distribución T de Student

Recorte de las guías de válvulas

La finalidad del recorte de las guías de válvulas de admisión es para eliminar cualquier restricción al libre paso de aire por el conducto. Este procedimiento se realizó con una fresadora dando como resultado lo mostrado en la Figura 5.



Figura 5. Recorte de guías de válvulas de admisión

Simulación de flujo de aire en los ductos de admisión mediante uso de software CAD

Con la finalidad de conocer el comportamiento del flujo de aire, se realizó una simulación en un software CAD, en el cual se modeló los conductos de admisión de la culata estándar y modificada del motor Nissan J15. [8] Los cuales se muestran en la Figura 6 y se tomó en cuenta factores teóricos como; velocidad de aire, volumen de flujo ingresado, la presión al final de la admisión y el grado de rugosidad de las paredes del conducto (5 a 15 μm) [9].

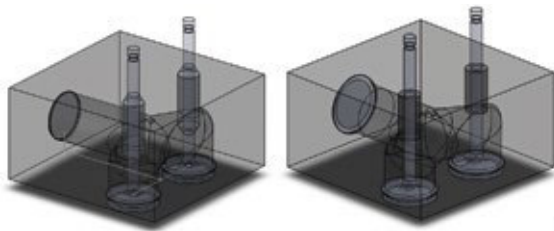


Figura 6. Modelado de los ductos de la culata estándar y modificada

En el modelo de la izquierda se encuentra el conducto estándar y sin modificación de las guías, en el lado derecho, el ducto se encuentra incrementado en su diámetro en su entrada, y las guías recortadas.

Flujo volumétrico de aire teórico

$$V_D = i * \frac{\pi * D^2}{4} * S * \frac{n}{60 * K_2} \quad (3)$$

$$V_D = i * \frac{\pi * (0.078)^2}{4} * 0.0776 * \frac{5200}{60 * 2}$$

$$V_D = 0,003 \frac{m^3}{s}$$

Este valor se introduce en los parámetros iniciales de la simulación, siendo un valor constante para la modificada y la estándar.

Presión al final de la admisión motor estándar [10]

$$P_a = P_o - (\beta^2 + \xi) * \frac{W_{ad}}{2} * \rho_o \quad (4)$$

Tabla 1. Interpolación en relación al cilindraje del motor Nissan 15 estándar.

Cilindraje (cm ³)	Velocidad de movimiento de la carga W _{ad} (m/s)	Coefficiente de amortiguación y resistencia (β ² + ξ)
1000	50	2.5
1500	W _{ad} = 69.328	(β ² + ξ) = 2.8624
3000	130	4

Nota: Valores de velocidad de movimiento de la carga y coeficiente de amortiguación y resistencia en relación al cilindraje, [11]

Tabla 2. Interpolación de datos para la altura de Quito 2806 m.s.n.m.

Altura (m)	Presión inicial P _o (Pa)	Densidad inicial ρ _o (Kg/m ³)
2800	71920	0.928
2806	P _o = 71870	ρ _o = 0.9274
3000	70120	0.909

Nota: Valores de presión y densidad en relación a la altura [12]

Cálculo de la presión al final de la admisión.

$$P_a = 71870 \frac{Kg}{m * s^2} - 2.8624 * \frac{(69.328 \frac{m}{s})^2}{2} + 0.9274 \frac{Kg}{m^3}$$

$$P_a = 65486.29 Pa$$

Tabla 3. Interpolación en relación al cilindraje del motor Nissan 15 modificado.

Cilindraje (cm ³)	Velocidad de movimiento de la carga W _{ad} (m/s)	Coefficiente de amortiguación y de resistencia (β ² + ξ)
1000	50	2.5
1500	W _{ad} = 70.859	(β ² + ξ) = 2.8911
3000	130	4

Nota: Valores de velocidad de movimiento de la carga y coeficiente de amortiguación y resistencia en relación al cilindraje [11]

Cálculo de la presión al final de la admisión, se usa la misma presión y densidad interpolada para Quito.

$$P_a = 71870 \frac{Kg}{m * s^2} - 2.8911 * \frac{(70.859 \frac{m}{s})^2}{2} + 0.9274 \frac{Kg}{m^3}$$

$$P_a = 65134.57 Pa$$

Los valores encontrados de las presiones al final de la admisión son llevados al software como valores de presión estáticos mismos que se encuentran en los asientos de las válvulas. Como dato de velocidad de flujo en el conducto se toma el valor obtenido de $W_{ad} = 69.328$ m/s siendo este constante tanto para conducto estándar como el modificado.

b. Bloque de cilindros

En el bloque se realizaron trabajos en sus paredes internas, bancada del cigüeñal, incremento del diámetro de cilindros y el bruñido de cilindros.

Pulido de las paredes internas

Para el proceso se utilizó una fresa de vidia para desbastar todas las paredes internas, para continuar con el lijado progresivo hasta llegar a un acabado tipo espejo, dando como resultado lo evidenciado en la Figura 7. Con la finalidad de que el aceite tenga un regreso más rápido hacia el Carter, con ello se consigue; dado el menor tiempo de presencia del aceite muy caliente en esta zona, que el bloque rebaje su temperatura de funcionamiento, además ayuda a conservar mejor las propiedades del lubricante, colaborando en la lubricación de la parte inferior del tren alternativo. [13].



Figura 7. Pulido de las paredes internas del bloque

Rectificado de cilindros

Con el fin de obtener un aumento considerable en el volumen del cilindro, se realizó la rectificación a su límite permisible. Donde se analizó factores como; la distancia de separación entre las paredes de los cilindros, el catálogo del fabricante y los pistones sobre medida disponibles en el mercado. Dejando la rectificación a +40 (0.040”), llegando así a un diámetro de cilindro de 79 mm (Figura 8).



Figura 8. Rectificado del cilindro a 0.040” (79 mm diámetro final)

Bruñido de cilindros

El bruñido tiene como finalidad crear una superficie con rayaduras que se entrecruzan y poseen un ángulo entre sí, con el propósito de que el lubricante se mantenga y se distribuya a lo largo del cilindro, permitiendo conservar la película de aceite en altas revoluciones. [14]

El proceso se realizó en la rectificadora con una bruñidora vertical Ck-21, a un ángulo de 45°. Una vez realizado el bruñido, se comprobó trazando dos líneas con un ángulo de 45°, en una lámina de acetato como se puede observar en la Figura 9.



Figura 9. Comprobación del ángulo de bruñido

Reforzamiento de bancada

Al aumentar la presión media efectiva, se consigue una combustión con elevados valores de presión. Lo cual conlleva a un mayor esfuerzo en el tren alternativo, siendo el cigüeñal el elemento que recibe todas las cargas, llegando así a los cojinetes y tapas de bancada del block. Debido a este aumento de presión y al elevado número de revoluciones, es recomendable realizar un reforzamiento, asegurando el ajuste de los pernos y las tapas de bancada.

Existen varios métodos de reforzamiento de la línea de bancada, los cuales se aplican acorde a la simetría y material de cada bloque, se mencionan los siguientes:

- Refuerzo por tapetes laterales.
- Aumento del diámetro de los pernos.
- Placa de refuerzo en un plano superior.
- Refuerzo con pernos en un mismo plano
- Refuerzo con prisioneros en plano lateral de las tapas de bancada.

Debido a que la modificación del motor estándar incrementa la presión media efectiva del ciclo, se calculó la fuerza teórica [15] que se transfiere al muñón de bancada del cigüeñal, usando el valor del torque obtenido en la prueba de dinamómetro con el motor estándar y modificado.

- Motor modificado

Datos:

$$S = 77.6 \text{ mm}$$

$$l_b = 142.67 \text{ mm}$$

$$r = \frac{77.6}{2} = 38,8 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{r}{l_b} = \frac{38.8}{142.67} = 0.272$$

Se utiliza el torque máximo del vehículo a 3600 rpm obtenido de la prueba de dinamómetro del motor estándar.

$$T_v = 7.5 \text{ kg} * m$$

$$T_v = 73.549 \text{ N} * m$$

Se le suma un valor de 15% (dato tomado del dinamómetro), por las pérdidas en las ruedas y en la caja de cambios.

$$T_m = T_v * 115\% \quad (5)$$

$$T_m = 73.549 * 115\%$$

$$T_m = 84.581 \text{ N} * m$$

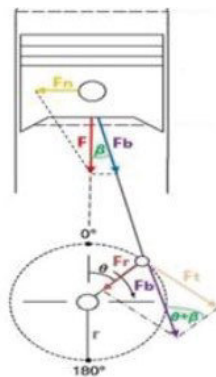


Figura 10. Diagrama de fuerzas del tren motriz

Fuerza Tangencial (Ft),

$$F_t = \frac{T_m}{r} \quad (6)$$

$$F_t = \frac{84.581 \text{ N} * m}{0.0388 \text{ m}}$$

$$F_t = 2.18 \text{ KN}$$

Ángulo del cigüeñal (θ). $\theta=366^\circ$
 Ángulo de la biela

$$\beta = \arcsen(\lambda \text{seno}(\theta)) \quad (7)$$

$$\beta = \arcsen(0.272 \text{seno}(366^\circ))$$

$$\beta = 1.629^\circ$$

Fuerza del émbolo (Fe).

$$F_e = \frac{F_t \cos(\beta)}{\text{seno}(\theta + \beta)} \quad (8)$$

$$F_e = \frac{2.18 * 10^3 \text{ N} * \cos(1.629^\circ)}{\text{seno}(366^\circ + 1.629^\circ)}$$

$$F_e = 16.41 \text{ KN}$$

Fuerza en la bancada del cigüeñal (Fr).

- Motor modificado

Datos:

$$S = 77.6 \text{ mm}$$

$$l_b = 142.67 \text{ mm}$$

$$r = \frac{77.6}{2} = 38,8 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{r}{l_b} = \frac{38.8}{142.67} = 0.272$$

Torque máximo del vehículo a 3600 rpm obtenido de la prueba de dinamómetro.

$$T_v = 9.6 \text{ kg} * m$$

$$T_v = 94.144 \text{ N} * m$$

Se le suma un valor de 15% (dato tomado del dinamómetro), por las pérdidas en las ruedas y en la caja de cambios.

$$T_m = 94.144 * 115\%$$

$$T_m = 108.266 \text{ N} * m$$

Fuerza Tangencial (Ft),

$$F_t = \frac{108.266 \text{ N} \cdot \text{m}}{0.0388 \text{ m}}$$

$$F_t = 2.79 \text{ kN}$$

Ángulo del cigüeñal (θ) $\theta=366^\circ$

Ángulo de la biela

$$\beta = \arcsen(\lambda \text{seno}(\theta))$$

$$\beta = \arcsen(0.272 * \text{seno}(366^\circ))$$

$$\beta = 1.629^\circ$$

Fuerza del émbolo (F_e)

$$F_e = \frac{2.79 * 10^3 \text{ N} * \cos(1.629^\circ)}{\text{seno}(366^\circ + 1.629^\circ)}$$

$$F_e = 2.101 \text{ kN}$$

Fuerza en la bancada del cigüeñal (F_r)

$$F_r = \frac{2.101 * 10^3 \text{ N} * \cos(366^\circ + 1.629^\circ)}{\cos(1.629^\circ)}$$

$$F_r = 20.83 \text{ kN}$$

Aumento de la fuerza motor estándar y modificado

$$F_A = 20.83 \text{ kN} - 16.28 \text{ kN}$$

$$F_A = 4.557 \text{ kN}$$

Se comprueba que en el motor modificado existe un aumento en la fuerza teórica que se transfiere al muñón de bancada de 4.557 kN, equivalente al 28 %, por lo que se realizó el refuerzo en la línea de bancada.

Debido a la geometría irregular y material de construcción del block, se optó por realizar el refuerzo lateral con prisioneros Allen en la tapa de bancada, el cual consiste en asegurar los pernos de la bancada en conjunto con las tapas, como se puede verificar en la Figura 11.



Figura 11. Reforzamiento de bancada con prisioneros

c. Construcción del Header

Para la construcción se calculó las longitudes y diámetros de tubos, obteniéndose como resultado los siguientes valores:

Longitud del colector de escape

Se planteó que el motor va a llegar a un régimen de giro máximo de 7000 rpm. Y se tomó un ángulo de permanencia de apertura de la válvula de escape de 252° , según el catálogo, debido a que se mantuvo el árbol original del motor

$$L_c = \frac{13000 * G_e}{RPM * 6}$$

$$L_c = \frac{13000 * 252}{7000 * 6}$$

$$L_c = 78 \text{ cm}$$

El valor obtenido de 78 cm es medido desde la válvula, siendo esta de 9 cm, obteniéndose un largo de tubo de 69 cm, por la ubicación del motor en el vehículo se redujo esa medida a 60 cm.

Diámetro del tubo colector

$$\varnothing_c = 2 * \sqrt{\frac{V_c * 2}{L_c * \pi}} \quad (11)$$

$$\varnothing_c = 2 * \sqrt{\frac{380.37 * 2}{78 * \pi}}$$

$$\varnothing_c = 3.524 \text{ cm} = 1.387 \text{ in}$$

La medida obtenida, comercialmente no se va a encontrar por lo que se optó por utilizar un tubo de 1,5 in de diámetro

Diámetro del tubo de escape

$$\varnothing_{Te} = 2 * \sqrt{\frac{V_t}{L_c * \pi}} \quad (12)$$

$$\varnothing_{Te} = 2 * \sqrt{\frac{1521.48}{78 * \pi}}$$

$$\varnothing_{Te} = 4.984 \text{ cm} = 1.962 \text{ in}$$

El diámetro del tubo se estimó a dos pulgadas que se encuentra comúnmente en el mercado local.

3. Resultados y Discusión

a. Simulación de flujo de aire

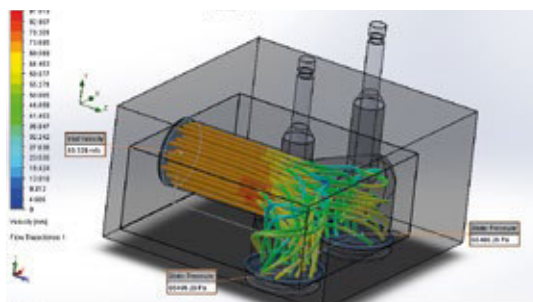


Figura 12. Simulación de los ductos de la culata estándar

En la simulación (Figura 12), se puede observar que, en el conducto sin modificaciones, el flujo al ingreso toma valores dentro 69 m/s hasta 78 m/s. Existiendo un pico de 87.5 m/s en la curvatura de ingreso a cada cilindro. En cuanto a la zona de ingreso al cilindro se puede observar que los valores se encuentran en el rango de 32 m/s hasta 59,8 m/s.

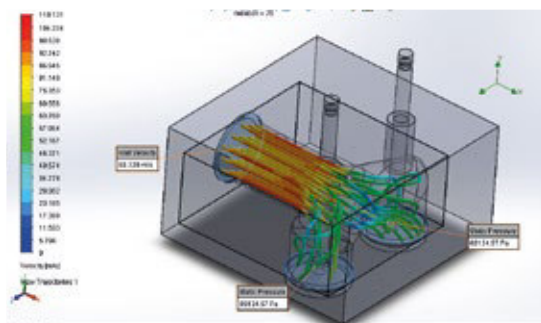


Figura 13. Simulación de los ductos de la culata modificada.

Después de realizar la modificación en el conducto de la entrada de 32 mm a 34.5 mm, (Figura 13), se obtuvo valores de velocidad en la entrada del conducto, los cuales están entre 86 m/s a 98m/s, con velocidades de 110 m/s en la curvatura de los conductos. En la zona de salida hacia los cilindros se muestran velocidades entre 46 m/s a 69 m/s.

Se puede observar que se tiene un mayor valor de velocidad de fluido, en el conducto modificado, incrementando sus valores de velocidad en diferentes secciones como:

- En la entrada al conducto donde se muestra un incremento de 25.17%.

- En la sección curva (valor pico) se incrementa 25.71%.
- En la sección de salida de fluido hacia los cilindros se muestra un incremento de 25.27%.

En total se tiene un incremento aproximado del 25% de la velocidad del aire dentro de los conductos de admisión en la culata, acorde con la simulación teórica.

b. Medición de compresión

Es un proceso del comportamiento del motor en función del sellado de la cámara de combustión (PSI-bar), utilizando un compresímetro, como se muestra en la figura 14; Obteniéndose los valores de la tabla 4, 5.

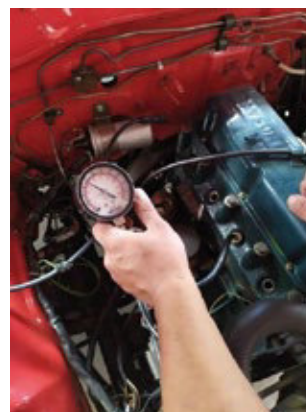


Figura 14. Medición de compresión

Tabla 4. Resultados de la medición de compresión motor estándar.

# cilindro	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
1	130	130	130	130
2	125	120	125	123
3	135	130	130	131
4	130	130	130	130

Nota: Se realizó una ronda de 3 mediciones para tener un valor más preciso, se presenta el resultado promedio en números enteros. Valores en PSI

Tabla 5. Resultados de la medición de compresión motor modificado.

# cilindro	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
1	145	146	145	145
2	144	144	144	144
3	142	144	144	143
4	149	147	150	148

Nota: Se realizó una ronda de 3 mediciones para tener un valor más preciso, se presenta el resultado promedio en números enteros. Valores en PSI

Tabla 6. Comparación de compresión antes y después de las modificaciones.

Compresión	Cilindro 1 (PSI)	Cilindro 2 (PSI)	Cilindro 3 (PSI)	Cilindro 4 (PSI)
Estándar	130	123,33	131,66	130
Modificado	145,33	144	143,33	148,67
Diferencia	15,33	20,67	11,67	18,67
% de ganancia	11,79	16,76	8,86	14,36

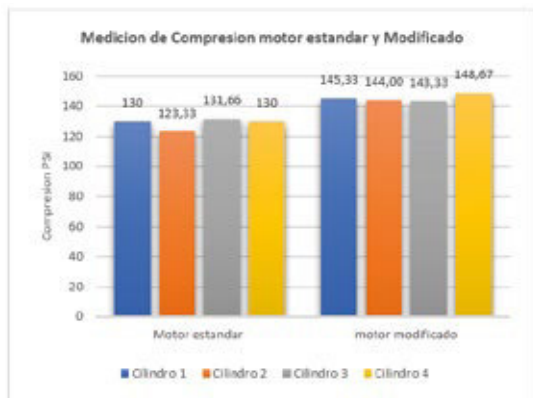


Figura 15. Valores promediados de la medición de compresión.

En la Figura 15 se muestran los valores promediados de las mediciones realizadas en cada uno de los cilindros tanto para el motor estándar como para el motor modificado, donde se visualiza que existe un incremento notable de la compresión. Siendo el segundo cilindro el que obtuvo un mayor incremento con el 16,76%, seguido del cuarto cilindro con el 14,36%, el primer cilindro obtuvo una ganancia de 11,79% y el tercer cilindro con una ganancia de 8,86%, estos porcentajes toman como referencia los valores de compresión en el que se encontraba el motor estándar. Además, en el motor modificado se ha mantenido en valores similares, siendo el cilindro 4 el que ha dado un mejor sellado a comparación de los demás.

c. Tiempo de recorrido del aceite en las paredes internas del block

Se realizó una prueba de fluidez del aceite en las paredes interiores del block, para estimar el tiempo en que el aceite retorna al cárter deslizándose por la superficie áspera del motor estándar utilizando; aceite 10w30, jeringa de 10 ml, cinta métrica y cronómetro, para lo cual se limpió la superficie sobre la cual se deslizaría el aceite se trazó dos líneas a una distancia de 10 cm, se dejó deslizarse el aceite por la superficie y se tomó el tiempo de recorrido, como evidencia la Figura 16.



Figura 16. Prueba de recorrido de aceite en las paredes del bloque

Las mediciones obtenidas se detallan a continuación en la Tabla 7 y 8.

Tabla 7 Medición de la fluidez del block estándar.

	Distancia (cm)	Tiempo (s)
Prueba 1	10	23
Prueba 2	10	25
Prueba 3	10	26
Promedio		24,67

Tabla 8. Medición de la fluidez del block trucado.

	Distancia (cm)	Tiempo (s)
Prueba 1	10	16
Prueba 2	10	17
Prueba 3	10	16
Promedio		16,33

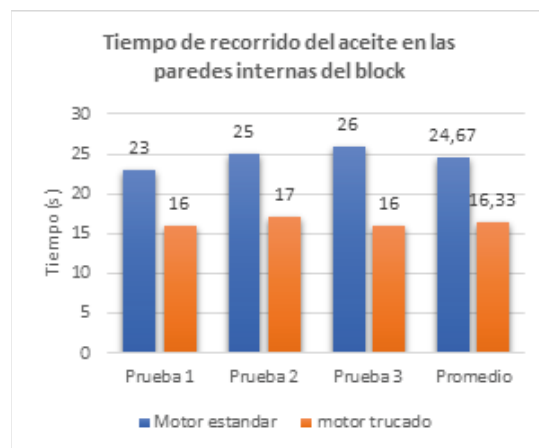


Figura 17. Valores de tiempo del recorrido de aceite sobre las paredes del block.

El tiempo promedio de las pruebas realizadas (Figura 17) en las paredes del block del motor trucado disminuye en 8,33 segundos, obteniéndose una reducción del 33,8% en el tiempo de recorrido, demostrando así que el aceite tendrá un retorno más rápido al cárter cuando el motor entre en funcionamiento.

d. Medición de temperatura del aceite

En este ensayo se utilizó un termómetro infrarrojo ETEKCITY LASERGRIP 1022, que obtiene la temperatura de la primera superficie a la cual se dirija el láser.

Para lo cual se configuró el termómetro con la emisividad (energía infrarroja emitida por un objeto) del aceite en 0.94 como se muestra en la figura 18, dicho dato se indica en el manual de uso del termómetro, las mediciones se las realizaron en la varilla de nivel de lubricante, como se muestra en la Figura 18.



Figura 18. Medición temperatura de aceite

Tabla 9. Resultados de la medición de temperatura del aceite.

Motor	Medición 1 (°C)	Medición 2 (°C)	Medición 3 (°C)	Promedio (°C)
Estándar	64.5	62,4	61,2	61,8
Modificado	59,9	58,8	59,6	59,2

Nota: Se realizó una ronda de 3 mediciones con la finalidad de obtener un promedio de los valores medidos.

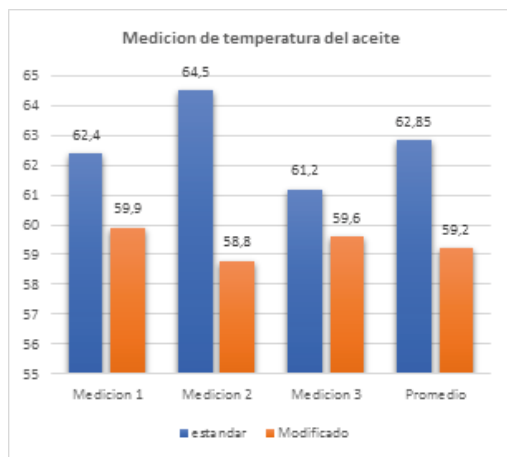


Figura 19. Valores de la temperatura de aceite tomados en la varilla de nivel

La Figura 19 muestra las mediciones realizadas de la temperatura, se realizó un estimado de los valores obtenidos como se muestra en la gráfica, en la cual se aprecia una disminución estimada de 3,26°C lo cual representa el 5,76% de reducción de la temperatura del motor estándar.

4. Conclusiones

Se puede asegurar de en este caso de estudio la aleatoriedad del proceso experimental. Las mediciones se las tomaron se realizó el trucaje de los elementos fijos como; la culata, block y los colectores de ingreso, en base a la mejora del flujo volumétrico Nissan J15. Además, se ejecutaron otros tipos de trucaje que ayudan al funcionamiento general del motor en el aspecto de la refrigeración y lubricación. También se reforzó la línea de bancada, con el uso de prisoneros allen.

Se realizó una medición de temperatura del aceite utilizando un termómetro laser y tomando una muestra de aceite con el medidor de cantidad de aceite (bayoneta), en donde los resultados mostraron que se obtuvo una reducción promedio aproximado de 3,26° C en el motor modificado.

Se realizó una prueba de fluidez de aceite en las paredes internas del block, donde se redujo el tiempo de contacto de la superficie del block con el aceite en un promedio de 33.8%.

En la prueba de compresión, se utilizó un compresímetro de reloj, y se mostró un aumento de compresión en el motor modificado, de 8,86% a 16,76%.

En la simulación CAD del flujo volumétrico teórico en los conductos de admisión de la culata modificada y estándar, se presenta un incremento promedio de la velocidad de aire del 25%, esto después de realizar la apertura en el ingreso de aire de la culata y el recorte de guías de válvula de admisión.

5. Referencias

- [1] Mecánica automotriz, «Manual de Trucaje y Modificaciones de Motores para el Aumento de Potencia,» 6 septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.mecanicoautomotriz.org/1674-manual-trucaje-motores-aumento-potencia-modificaciones>. [Último acceso: 20 marzo 2020].
- [2] M. De Castro Vicente, Trucaje de motores de cuatro tiempos, España: CEAC, 2004.
- [3] A. Gutierrez Gutierrez, «Desarrollo experimental de la repotenciación de un motor de combustión interna a gasolina,» Universidad de los Andes,

Bogotá, 2004.

- [4] D. González, Motores térmicos y sus sistemas auxiliares, Madrid: Paraninfo, 2015, p. 100.
- [5] F. Olivo Barragán, Trucaje Mecánico Y Volumétrico Del Motor (Tesis), Santo Domingo, Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial, Volkswagen 1,6 Del Año 1998.
- [6] R. Santander y C. Ramos, Elaboración De Un Manual Técnico Para La Preparación Del Motor Suzuki De Competición, Para El Aprendizaje De Los Estudiantes De La Carrera De Mecánica Industrial Automotriz, De La Escuela De Educación Técnica(Tesis Pregrado), Riobamba: Universidad Nacional De Chimborazo, 2015.
- [7] S. Gillieri, Preparacion de Motores de Serie para Competicion, Barcelona: Ceac, 2007.
- [8] C. Diego, Análisis Comparativo Del Flujo De Aire En Una Culata Estándar Y Una Preparada De Un Motor Grand Vitara 1600 Cc Sohc(Tesis Pregrado), Ibarra Ecuador: Universidad Técnica Del Norte, 2017.
- [9] T. Hobson, «Rugosidad Superficial,» GRUPO TECNOLOGÍA MECÁNICA, Argentina, 2016.
- [10] M. Jóvaj, Motores del automóvil, Moscú: MIR, 2007.
- [11] J. E. Erazo Lopes, “Análisis de comportamiento de un motor de combustión interna a gasolina de 4 cilindros 1800 cc del vehículo chevrolet optra limited (Tesis de Pregado),” Universidad Internacional SEK, Quito, 2016.
- [12] Y. A. Cengel, Termodinámica, Mexico: McGraw-Hill, 2012, p. 54.
- [13] J. Passaniti, Manual técnicas de competencia, Argentina: Técnicas RT, 2007.
- [14] J. Payri y J. M. Desantes, Motores de combustión interna alternativos, Barcelona: Reverté, 2011.
- [15] H. Kindler y H. Kynast, Matemática aplicada para la técnica del automóvil (GTZ), Alemania: Reverte, 2001.

- [16] C. Funes, Motores para Competición: Diseño y preparación, Cordova Argentina: Registro de propiedad intelectual, 2010.
- [17] S. Sanz, Características de los motores (Motores), Madrid: Editex, 2017.
- [18] G. F. S. Flor y C. P. S. Flor, Comparación de las características de eficiencia de un motor suzuki forsa G10 sohc al variar secuencialmente elementos posibles de trucaje para competición a través de un banco de pruebas, Latacunga, 2006.

6. Biografía



¹González David. , Ingeniero Automotriz, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Latacunga. Asesoramiento en Mecánica y Electrónica de Vehículos



²Lozada Jhon. – Ingeniero Automotriz, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.



³Fabián Salazar, nació en Latacunga, Ecuador, Ingeniero de Ejecución en Mecánica Automotriz e Ingeniero Industrial, Magister en Dirección de Empresas y Gestión de Energías, Diplomado Superior en Gestión Del Aprendizaje Y Gerencia De Marketing, Especialización en Gerencia De Proyectos, Docente de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE-L – Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica.

REGISTRO DE LA PUBLICACIÓN

Fecha recepción	15 agosto 2020
Fecha aceptación	18 septiembre 2020