



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**



**OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR DE  
COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE VARIACIÓN DE  
RELACIÓN DE COMPRESIÓN A 3825 METROS  
SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. HENRRY JAIME APAZA ALMANZA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**JULIACA - PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR DE  
COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE VARIACIÓN DE  
RELACIÓN DE COMPRESIÓN A 3825 METROS  
SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. HENRRY JAIME APAZA ALMANZA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE** :   
Ing. WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA

**PRIMER MIEMBRO** :   
Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

**SEGUNDO MIEMBRO** :   
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

**ASESOR DE TESIS** :   
M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18**



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 657-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 17 de julio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 8644 presentado por el (la) Bachiller: HENRRY JAIME APAZA ALMANZA estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. HENRRY JAIME APAZA ALMANZA, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE VARIACIÓN DE RELACIÓN DE COMPRESIÓN A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- **Presidente** : Ing. WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA
- **1er Miembro** : Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
- **2do Miembro** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

**ARTICULO SEGUNDO.** - **RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, MSc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA.

**ARTICULO TERCERO.** - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: HENRRY JAIME APAZA ALMANZA; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE VARIACIÓN DE RELACIÓN DE COMPRESIÓN A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**. de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : Miércoles 24 de julio del 2024
- **HORA** : 9:00 a.m.
- **LUGAR** : Aula 204 - EPIME

**ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



cc:  
Archivo  
interesado (a)



### UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

#### RESOLUCIÓN DECANAL N° 329-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de mayo del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 4496 por el o (la) Bachiller: **HENRRY JAIME APAZA ALMANZA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 306 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 003 - 2024 del integrante del comité de investigación EPIME de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el o (la) Bachiller: **HENRRY JAIME APAZA ALMANZA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Títulado: **OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE VARIACIÓN DE RELACIÓN DE COMPRESIÓN A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Benjamin Chuquimamani Quinto** de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 003 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE VARIACIÓN DE RELACIÓN DE COMPRESIÓN A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: **HENRRY JAIME APAZA ALMANZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Títulado: **OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE VARIACIÓN DE RELACIÓN DE COMPRESIÓN A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **M.S.c. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

  
  
MILTON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

  
  
Dr. Efraim Julio Caza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



## UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

### RESOLUCIÓN DECANAL N° 156-2023-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca 29 de diciembre del 2023

**VISTO:** El expediente N° 2023-CU-013187, presentado por el señor (a) **HENRRY JAIME APAZA ALMANZA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 339-2023-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 010 - 2023 del integrante del comité de investigación **EPIME** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) estudiante: **HENRRY JAIME APAZA ALMANZA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE VARIACIÓN DE RELACIÓN DE COMPRESIÓN A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Benjamin Chuquimamani Quinto** de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 010-2023 **aprobando** la propuesta de investigación titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE VARIACIÓN DE RELACIÓN DE COMPRESIÓN A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **HENRRY JAIME APAZA ALMANZA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**, con el Tema Titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE VARIACIÓN DE RELACIÓN DE COMPRESIÓN A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **M.S.c. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



**Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**  
DECANO  
CIP. 47790



**Dr. Efraim Parillo Sosa**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:  
Archivo 2023  
Interesado (s)



## OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR DIESEL COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE VARIACIÓN DE RELACIÓN DE COMPRESIÓN A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023

### INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	5%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	3%
3	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec">repositorio.espe.edu.ec</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://dspace.esPOCH.edu.ec">dspace.esPOCH.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.umariana.edu.co">repositorio.umariana.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.unjbg.edu.pe">repositorio.unjbg.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%



## Metadatos Complementarios

<b>Título de la tesis</b>	
<b>OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE VARIACIÓN DE RELACIÓN DE COMPRESIÓN A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	HENRRY JAIME APAZA ALMANZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75949879
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0007-0736-1297">https://orcid.org/0009-0007-0736-1297</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	16660865
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0003-3158-198X">https://orcid.org/0000-0003-3158-198X</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02393436
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02406088
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061



<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	<b>Tecnología e Ingeniería Mecánica – P18</b>
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Longitud oeste: -15.467381 Latitud sur: -70.137728
	 <p><a href="https://maps.app.goo.gl/joimcKn4bfY1VG2s5">https://maps.app.goo.gl/joimcKn4bfY1VG2s5</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2023 – Diciembre 2023
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	<b>Ingeniería mecánica</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00</a> <b>Mecánica aplicada</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.02">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.02</a>


  
 Dr. Elvira Corillo Sosa
   
 DIRECTORA
   
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo APAZA ALMANZA HENRRY JAIME, identificado con DNI Nro. 75949879, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación,  Trabajo Académico denominada:

**"OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE VARIACIÓN DE RELACIÓN DE COMPRESIÓN A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023"**

Asesorado por: M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca\_26\_\_de julio del 2024

Firma del Asesor  
(obligatoria)

Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

*A Dios, por permitirme culminar con éxito mi carrera profesional, ser el inspirador y darme fuerza para continuar.*

*A mis padres, por su cariño, trabajo y sacrificio durante estos años, por ellos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.*

*A una persona muy especial, Mamá Juana que todos los días me motiva y me cuida.*

*Henry Jaime*



## AGRADECIMIENTOS

*A los docentes de la escuela profesional de ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" Juliaca, por abrirme sus puertas para ser una mejor persona y buen profesional.*

*A mis Padres, por su comprensión y estímulo constante, por su apoyo incondicional durante el largo camino de mis estudios.*

*Henry Jaime*



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
INTRODUCCIÓN .....	xi

## CAPITULO I

### ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema.....	13
1.2. Formulación del problema.....	14
1.2.1. Problema principal .....	14
1.2.2. Problemas específicos .....	14
1.3. Justificación.....	15
1.4. Objetivos .....	15
1.4.1. Objetivo general.....	15
1.4.2. Objetivos específicos .....	15
1.5. Hipótesis .....	16



1.5.1. Hipótesis general ..... 16

1.5.2. Hipótesis específicas ..... 16

1.6. Operacionalización de variables ..... 17

**CAPITULO II**

**FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

2.1. Bases teóricas ..... 18

    2.1.1. Motor de combustión interna ..... 18

    2.1.2. Principio de funcionamiento ..... 18

    2.1.3. Parámetros geométricos ..... 21

    2.1.4. Relación de compresión ..... 21

    2.1.5. Tipos de cámara de combustión ..... 22

2.2. Definición de términos ..... 24

    2.2.1. Rendimiento del motor ..... 24

    2.2.2. Diámetro del embolo ..... 24

    2.2.3. Carrera del pistón ..... 24

    2.2.4. Relación carrera-diámetro ..... 24

    2.2.5. Longitud de manivela ..... 24

    2.2.6. Longitud de la biela ..... 25

    2.2.7. Volumen de la cámara de combustión ..... 25

    2.2.8. Cilindrada unitaria ..... 25



**CAPITULO III**

**METODOLOGÍA**

3.1. Métodos de investigación ..... 26

3.2. Ámbito de investigación ..... 26

3.3. Población y muestra ..... 27

3.4. Técnicas e instrumentos de recogida de información ..... 28

    3.4.1. Técnicas ..... 28

    3.4.2. Instrumentos ..... 28

3.5. Recogida de Datos ..... 28

**CAPITULO IV**

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1 Presentación ..... 29

4.2. Análisis e interpretación de resultados ..... 30

    4.2.1. Cálculo de volumen de compresión ..... 30

    4.2.2. Cálculo de relación de compresión no corregido ..... 34

    4.2.4. Cálculo de temperatura y presión del motor sin variación de relación de compresión..... 34

    4.2.5. Cálculo de relación de compresión corregido ( $\epsilon_c$ ) ..... 35

    4.2.6. Cálculo de temperatura y presión del motor con variación de relación de compresión..... 36



4.2.7. Potencia Efectiva del motor.....	37
4.3. Discusión de resultados.....	40
CONCLUSIONES.....	44
RECOMENDACIONES .....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46
APÉNDICES.....	49
Apéndice 1. Matriz de Consistencia .....	50
Apéndice 2. Otros .....	51



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variables .....	17
<b>Tabla 2.</b> Características geográficas de la ciudad de Juliaca .....	26
<b>Tabla 3.</b> Cuadro comparativo.....	38
<b>Tabla 4.</b> Valores referenciales de octanaje según la relación de compresión .....	39



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Fases en un motor de 4 tiempos .....	19
<b>Figura 2.</b> Esquema de un motor de combustion interna alternativo.....	21
<b>Figura 3.</b> Geometria de pistons segun tipo de motor .....	23
<b>Figura 4.</b> Ubicación de la ciudad de Juliaca .....	27
<b>Figura 5.</b> Vista de cámara de combustion en la culata .....	31
<b>Figura 6.</b> Vista del espesor de empaquetadura .....	31
<b>Figura 7.</b> Vista de parte de volumen de combustión en el bloque .....	32
<b>Figura 8.</b> Vista de parte de volumen de compresión en la cabeza del pistón .....	33



## RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito optimizar el rendimiento del motor mediante variación de relación de compresión a 3825 metros sobre el nivel del mar. La metodología usada es analítico y experimental utilizando instrumentos de medición de volumen para establecer relación de compresión en un motor de encendido por chispa, estos motores pierden potencia en altitudes por disminución de densidad del aire, en este caso se tiene una temperatura atmosférica de 15°C y presión atmosférica de 0.65 bar. Para optimizar se propone un incremento de relación de compresión mediante la rectificado y elección de pistón de alta presión. La variación de relación de compresión es de 7 a 9.5, debido al incremento de la relación de compresión se utiliza el combustible con mayor octanaje se logra un mayor rendimiento de 5 – 10%. Con el incremento de relación de compresión se mejora la combustión del aire – combustible, siendo más completa lo que reduce la contaminación al medio ambiente

**Palabras Clave:** Optimización, variación de relación de compresión, rendimiento



## ABSTRACT

The design of this investigate work is to optimize engine performance by varying the compression ratio at 3825 meters above sea level. The methodology used is analytical and experimental using volume measurement instruments to determine compression ratio in a spark ignition engine, these engines lose power at altitude due to a decrease in air density, in this case there is an atmospheric temperature of 15°C and atmospheric pressure of 0.65 bar. To optimize, an increase in the compression ratio is proposed by grinding and choosing a high-pressure piston. The compression ratio variation is from 7 to 9.5, due to the increase in the solidity ratio, the fuel with higher octane is used, a higher performance of 5 – 10% is achieved. With the enhance in the solidity ratio, the combustion of air - fuel is improved, being more complete, which reduces pollution to the environment.

**Keywords:** Optimization, compression ratio variation, performance



## INTRODUCCIÓN

Los motores de combustión interna se dividen en dos categorías principales según cómo se enciende el combustible: sistema de encendido por chispa, además conocido como motores Otto y encendido por compresión, o motores diésel. Los motores Otto tienen una relación de compresión baja, mientras que la compresión tiene una relación de compresión alta. Para los motores de aspiración natural, la presión durante el proceso de compresión está determinada por las propiedades de la masa de aire de admisión, principalmente sus parámetros de presión y temperatura.

La calidad de la combustión y el rendimiento del motor están influenciados tanto por la compresión como por el índice de octanaje. La potencia producida por un motor de combustión interna depende de cuánta presión puede desarrollar durante la carrera de compresión; cuanto mayor sea esta presión, mayor será su poder efectivo.

En el campo automotriz la evolución de los motores ha sido un proceso constante, estos han sido propulsado por requerimiento de aumento de su eficiencia y potencia de los motores de combustión, este incremento de eficiencia, potencia y menor consumo de combustible es en base a relación de compresión.

El problema que presenta en altura los motores de combustión interna es disminución de potencia, eficiencia y mayor consumo de combustible por lo que la presente investigación tiene objetivo solucionar estos factores que se ha mencionado como solución se propone la variación o incremento de la relación de compresión en este caso motores gasolineros.



El análisis de resultado se base en reducir la cámara de combustión de los cilindros usando criterios técnicos como experimental y analítico.

La presente tesis está estructurada por cuatro capítulos:

En el primer capítulo: se desarrolla la descripción del problema, formulación de problemas, objetivos, hipótesis y variables.

En el segundo capítulo: se realiza el fundamento teórico.

En el tercer capítulo: metodología de la investigación.

En el cuarto capítulo: se realiza el análisis experimental de la relación de compresión y la propuesta para el aumento de esta, y con ello el aumento de la eficiencia térmica del motor.



## CAPITULO I

### ASPECTOS GENERALES

#### 1.1. Descripción del problema

Los motores de combustión interna se dividen en dos clasificaciones principales: sistemas de encendido por chispa, conocidos como motores Otto. Los primeros se caracterizan por una relación de motores diésel baja, mientras que los segundos cuentan con una relación alta. En los motores de aspiración natural, durante el proceso de compresión, la presión depende de características específicas del aire atmosférico, es decir, de los parámetros de presión y temperatura.

La relación de compresión y octanaje influye en la calidad de combustión y rendimiento del motor. Las potencias efectivas de los motores de combustiones internas están relacionadas directamente con la presión que alca en el proceso de compresión.

Según la geografía del Perú tiene 3 regiones con diversas características tanto como nivel climático y geográfico; estas regiones son costa, sierra y selva.



Estos parámetros de presión y temperatura del ambiente influyen en rendimiento de motores de combustión interna.

La relación de compresión afecta al rendimiento de los motores, a temperatura y presión a 3825 msnm, varía con respecto al nivel del mar.

Los factores que influyen en el rendimiento de motor son octanaje y variación de relación de compresión influye en la potencia, rendimiento y consumo específico.

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema principal

¿De qué manera se puede optimizar el rendimiento de un motor de combustión interna a gasolina mediante variación de relación de compresión a 3825 metros sobre el nivel del mar, 2023?

### 1.2.2. Problemas específicos

P.E.1: ¿Cómo se puede determinar los parámetros de temperatura y presión del motor a 3825 metros sobre el nivel del mar?

P.E.2: ¿De que manera se puede determinar parámetros de temperatura y presión del motor con variación de relación de compresión a 3825 metros sobre el nivel del mar?

P.E.3: ¿Cómo se puede determinar pérdidas de potencia, rendimiento y consumo específico de combustible del motor encendido por chispa a 3825 metros sobre el nivel del mar?



## 1.3. Justificación

### Teórico

Debido a que existen vehículos que utilizan gasolina de bajo octanaje; estos consumen mayor combustible y además contaminan al medio ambiente.

### Práctico

Para optimizar el rendimiento de los motores en altura se propone el incremento de relación de compresión para el uso de mayor octanaje.

### Metodológico

Para el incremento de la relación de compresión se realizarán los cálculos respectivos tomando en cuenta análisis de relación de compresión y octanaje. Este incremento permitirá el uso de mayor octanaje con ello se tendrá menor consumo de combustible, mayor rendimiento en altitud y menor contaminación del medio ambiente.

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. Objetivo general

Optimizar el rendimiento de un motor de combustión interna a gasolina mediante variación de relación de compresión a 3825 metros sobre el nivel del mar, 2023

### 1.4.2. Objetivos específicos

O.E.1: Determinar los parámetros de temperatura y presión del motor a 3825 metros sobre el nivel del mar



O.E.2: Determinar parámetros de temperatura y presión del motor con variación de relación de compresión a 3825 metros sobre el nivel del mar

O.E.3: Determinar pérdidas de potencia, rendimiento y consumo específico de combustible del motor encendido por chispa a 3825 metros sobre el nivel del mar

## 1.5. Hipótesis

### 1.5.1. Hipótesis general

Si se realiza la variación de relación de compresión de 7:1, a 3825 metros sobre el nivel del mar a 9.5:1, entonces se optimiza el rendimiento de un motor de combustión interna a gasolina.

### 1.5.2. Hipótesis específicas

H.E.1: Si se determina los parámetros de temperatura y presión del motor a 3825 metros sobre el nivel del mar, entonces se podrá identificar los factores.

H.E.2: Si se determinar parámetros de temperatura y presión del motor con variación de relación de compresión, entonces se podrá determinar las pérdidas de potencia, consumo de combustible.

H.E.3: Si se determina pérdidas de potencia, rendimiento y consumo específico de combustible del motor encendido por chispa a 3825 metros sobre el nivel del mar; entonces se podrá determinar si es óptimo.



**1.6. Operacionalización de variables**

**Independiente:** Variación de relación de compresión de motores de combustión interna a 3825 msnm.

**Dependiente:** Optimización del rendimiento de motor de combustión interna a altitud

**Tabla 1.**  
*Operacionalización de variables*

Variables	Dimensión	Indicador	Índice
Independiente: Variación de relación de compresión de motores de combustión interna a 3825 metros sobre el nivel del mar		- Volumen de la tapa del cilindro	- cm <sup>3</sup>
	- Volumen de compresión	- Volumen por espesor de empaquetadura	- cm <sup>3</sup>
		- Volumen en superficie del bloque	- cm <sup>3</sup>
		- Volumen en la cabeza del pistón	- cm <sup>3</sup>
		- Cepillado de la superficie de culata o bloque	- mm
	- Variación de relación de compresión	- Pistón de alta presión	
	Dependiente: Optimización del rendimiento de motor de combustión interna a altitud	- Temperatura	- Temperatura
- Presión		- Presión	- °K
- Rendimiento o eficiencia		- Rendimiento o eficiencia	- bar
- Potencia del motor		- Potencia del motor	- %
- Octanaje de combustible		- Octanaje de combustible	- Numero

**Fuente:** Propia



## CAPITULO II

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1. Bases teóricas

##### 2.1.1. Motor de combustión interna

El objetivo de un motor es producir trabajo de manera eficiente; por lo tanto, un grupo de personas ideó el motor de combustión interna como reemplazo de la máquina de vapor con el fin de revolucionar el ámbito de los motores y optimizarlo.

La función de los motores de combustión es funcionar mediante explosión. Esta explosión se produce por la energía intrínseca del combustible que lo enciende. Todos los combustibles poseen energía interna que puede convertirse en trabajo, realizado por la energía del motor es, en verdad, esta misma energía interna del propio combustible.

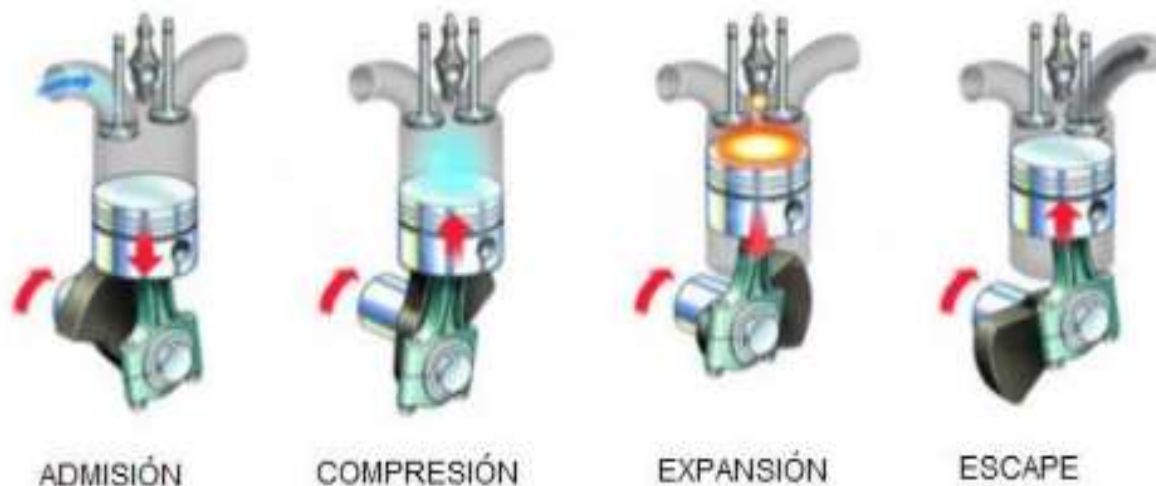
##### 2.1.2. Principio de funcionamiento

El funcionamiento de un motor consta de 4 procesos donde primero se realiza el llenado de solamente aire en caso de motor diésel y mezcla aire combustible en los

motores a gasolina, una vez realizado el llenado de admisión de aire o mezcla aire combustible en el cilindro, estos son comprimidos debido mediante un pistón o embolo hacia una cámara pequeña llamado volumen muerto o volumen de compresión donde presión y temperatura se incrementan según relación de compresión; luego se suministra mediante bujías la chispa o arco eléctrico para la combustión en el caso de motor a gasolina, en motores diésel se suministra combustible en forma pulverizada mediante un inyector. Luego se obtiene el trabajo mediante la fuerza producto de la presión máxima de la combustión por la distancia recorrida del pistón como también se conoce proceso de expansión. Finalmente se expulsa los gases quemados mediante recorrido del pistón y se conoce como proceso de escape.

Los motores que realizan 4 carreras del embolo para completar el ciclo se conoce como motores de 4 tiempos.

**Figura 1.**  
*Fases en un motor de 4 tiempos*



**Fuente:** (Bocos, 2017)



Donde el proceso de admisión: Ocurre cuando el aire pasa a través de las válvulas de admisión abiertas mientras las válvulas de escape están cerradas; a medida que el pistón se mueve hacia abajo y las válvulas de admisión se cierran en ese instante. Durante la combustión, el pistón se mueve desde el punto muerto inferior hasta el punto superior, comprimiendo el aire que ingresa al cilindro, lo que inicia la combustión.

La combustión es cuando ocurre la magia; bueno, no exactamente magia, pero sí lo suficientemente cerca. En este proceso se consigue una temperatura y presión elevadas que dan como resultado un salto de chispa que conduce a la propia combustión. Como consecuencia, el pistón desciende hasta el punto muerto inferior; pero no nos centremos en los detalles técnicos. Hablemos de lo que importa: el trabajo se produce.

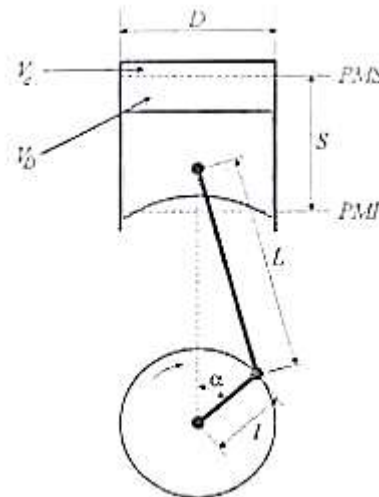
El escape cuando el pistón está en su punto más bajo; la válvula de escape se abre cuando el cilindro se eleva desde el punto muerto inferior para expulsar los gases. Cuando llega al punto muerto superior, la válvula de escape se cierra y la válvula de admisión inicia la apertura para la entrada de aire, lo que indica el cierre de un ciclo de trabajo.

Lo mencionado anteriormente sobre la apertura y el cierre de las válvulas de admisión y escape puede parecer ideal, pero en la práctica entran en juego muchos más factores. Esto incluye tiempos variables del proceso de combustión, que no siempre está sincronizado y, en ocasiones, pueden iniciarse antes o después del otro.

### 2.1.3. Parámetros geométricos

En la siguiente figura se tiene los parámetros geométricos

**Figura 2.**  
*Esquema de un motor de combustión interna alternativo*



**Fuente:** (Viteri, s.f.)

### 2.1.4. Relación de compresión

Se deben tener en cuenta los parámetros geométricos del mecanismo biela manivela, también las dimensiones del cilindro, el cual son importantes para el diseño del motor y así también condicionan su funcionamiento posterior.

Una forma de calcular la relación de compresión desde un punto de vista geométrico es estudiar los volúmenes máximo y mínimo del cilindro. El mayor volumen ocurre cuando el pistón está en su punto más alto; Asimismo, en esta posición también se produce el menor volumen. Estos dos volúmenes establecen la relación de compresión por su propia proporción relativa.



Esto también se conoce como compresión de gases, donde alcanza su menor volumen posible.

Esta expresado por la siguiente ecuación:

$$\varepsilon = \frac{V_d + V_c}{V_c}$$

Donde:

$\varepsilon$ : *Relacion de compresion*

$V_d$ : *Volumen desplazado (cm<sup>3</sup>)*

$V_c$ : *volumen de compresion (cm<sup>3</sup>)*

### **2.1.5. Tipos de cámara de combustión**

La relación de compresión establece la chispa entre el motor de encendido y el motor de encendido por compresión.

En los motores de encendido por chispa se debe considerar una relación de compresión máxima de 12 para evitar la ignición espontánea de la mezcla aire-combustible. Por el contrario, en los motores de encendido por compresión, el autoencendido requiere altas temperaturas y presiones dentro del cilindro; de ahí la alta relación de compresión que normalmente oscila entre 15 y 22.

Esto tipos de motores de encendido por compresión, al solo tener el aire y al inyectarse el combustible solo se tiempo un tiempo muy corto para que se puede mezclar el aire y combustible, estas requieren de geometrías especiales.

En caso de inyección directa la cabeza del embolo tiene un pequeño volumen y la culata es plana, en cambio en los de inyección indirecta se tiene de una precámara que se encuentra en la culata y la otra cámara en la cabeza del embolo.

Esta precámara consta del 25% al 40% del volumen total de la cámara de combustión y está unida por un conducto a la cámara principal, al momento del comprimido una parte del aire ingresa a esta precámara y se inyecta el combustible iniciando ahí la combustión.

**Figura 3.**  
*Geometría de pistons según tipo de motor*



**Fuente:** (Bocos, 2017)

La razón por la que se trata de un conjunto complejo de geometrías es porque el más mínimo cambio que altere la relación de compresión debe basarse en el volumen real



de la cámara de combustión, para poder determinar la correlación de compresión real en cada momento.

## **2.2. Definición de términos**

### **2.2.1. Rendimiento del motor**

En el rendimiento del motor es relación entre la distancia que recorre el embolo dentro de la cámara de combustión más la cantidad de litros de combustible consumidos para tal recorrido, rendimiento es igual a la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada.

### **2.2.2. Diámetro del embolo**

El diámetro del cilindro supera ligeramente el del pistón para garantizar una fricción mínima y facilitar el movimiento. En los cálculos se considera este diámetro.

### **2.2.3. Carrera del pistón**

Representa la distancia desde el punto muerto inferior hasta el punto muerto superior que recorre el pistón.

$$S = 2l$$

### **2.2.4. Relación carrera-diámetro**

Nos accede clasificar los motores en 3 tipos distintos (cuadrados, súper cuadrados y alargados) en función de si la correlación es menor, igual o mayor que la unidad.

### **2.2.5. Longitud de manivela**

Denominado "l", este componente sirve como intermediario que transforma el movimiento lineal en movimiento giratorio con el eje colocado en el cigüeñal.



## 2.2.6. Longitud de la biela

Es un componente largo y rígido que une la manivela con el émbolo o pistón. "Por lo general, se prefiere que la distancia entre sus centros se minimice para un diseño de motor compacto; sin embargo, es necesario evitar el contacto de la falda del pistón con el cigüeñal en el PMI"

## 2.2.7. Volumen de la cámara de combustión

Se mide cuando el pistón se encuentra en el PMS

## 2.2.8. Cilindrada unitaria

Se denomina al volumen desde el PMI hasta el PMS y está dada por:

$$V_d = A_p S$$



## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Métodos de investigación

Tecnológica – cuantitativa

#### 3.2. Ámbito de investigación

La investigación se realiza a una altitud de 3825 msnm.

En la siguiente tabla se detalla las particularidades del ambiente de investigación

**Tabla 2.**  
*Características geográficas de la ciudad de Juliaca*

Departamento	Puno
Provincia	San Román
Distrito	Juliaca
Altitud	3825 m.s.n.m.

**Fuente:** Senamhi

**Figura 4.**  
*Ubicación de la ciudad de Juliaca*



Fuente: <https://juliaca-red.firebaseio.com/datos/index.html>

### 3.3. Población y muestra

**Población:** Motores encendidos por chispa

Según López, L. (2004), define el término "población" al conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación. "El universo o población puede estar constituido por personas, animales, registros médicos, los nacimientos, las muestras de laboratorio, los accidentes viales entre otros"

**Muestra:** Un motor Toyota gasolinero

Según López, L. (2004), el término "muestra" es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación. Hay procedimientos para obtener la cantidad de los componentes de la muestra como fórmulas, lógica



y otros que se vera más adelante. La muestra es una parte representativa de la población.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recogida de información**

#### **3.4.1. Técnicas**

- Observación
- Análisis de documentación
- Recopilación de datos (mediciones y pruebas)
- Procedimiento de cálculos

#### **3.4.2. Instrumentos**

- Ficha de acopio de datos
- Documentos (revistas, catalogos)
- Compresimetro
- Vernier
- Tacometro
- Termometro
- Microsoft Excel

### **3.5. Recogida de Datos**

Es un método por el cual investigador recopilan y se obtiene informaciones de diversas fuentes a fin de lograr una idea clara para responder problemas planteados y luego analizar sus resultados.

En la presente la recogida de datos es en base experimental con el uso de instrumentos básicos necesarios.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Presentación

En el campo automotriz la evolución de los motores ha sido un proceso constante, estos han sido propulsado por requerimiento de aumento de su eficiencia y potencia de los motores de combustión, este aumento de eficiencia, potencia y menor consumo de combustible es en base a relación de compresión.

El problema que presenta en altura los motores de combustión interna es disminución de potencia, eficiencia y mayor consumo de combustible por lo que la presente investigación tiene objetivo solucionar estos factores que se ha mencionado como solución se propone la variación o incremento de la relación de compresión en este caso motores gasolineros.

El análisis de resultado se base en reducir la cámara de combustión de los cilindros usando criterios técnicos como experimental y analítico.



## 4.2. Análisis e interpretación de resultados

Para generación de potencia es la relación de compresión, cuando mayor es la relación de compresión en el motor se obtiene mayor fuerza y presión en la cabeza del pistón. La relación de compresión es la cantidad de veces que entra el volumen de la cámara en el volumen total del cilindro, incluyendo a una cámara. No solo se obtiene beneficios de la relación de compresión por aumento de potencia, sino que también el motor se hace más económico

### 4.2.1. Cálculo de volumen de compresión

$$V_c = V_{tapa} + V_{junta} + V_b$$

Donde:

$V_c$ : *Volumen de compresion*

$V_{tapa}$ : *Volumen en la tapa o culata*

$V_{junta}$ : *Volumen por el espesor de junta o empaquetadura*

$V_b$ : *Volumen en la base del bloque o en la cabeza del piston*

- El volumen de la tapa se obtiene de medición usando una jeringa de vidrio con las características sin aguja y una escala de 0 – 25 ml o cm<sup>3</sup>

El volumen de la tapa obtenido es 45 cm<sup>3</sup>

**Figura 5.**  
*Vista de cámara de combustión en la culata*

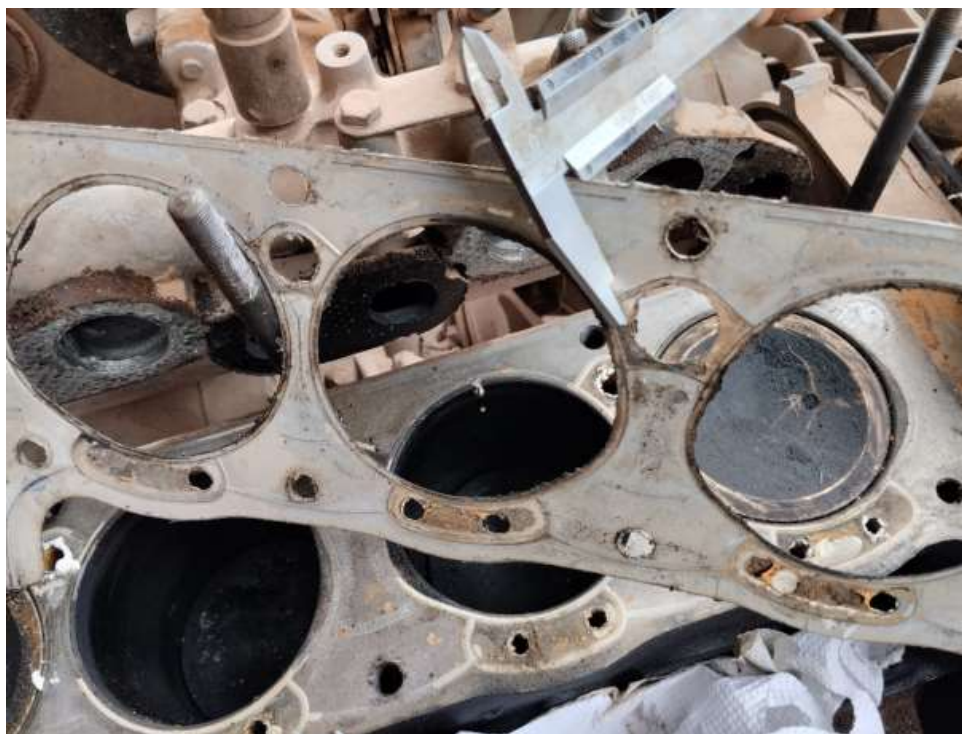


**Fuente:** Propia

- Para el volumen de espesor de empaquetadura se tiene los siguientes datos obtenidos:

Espesor de empaquetadura = 1 mm

**Figura 6.**  
*Vista del espesor de empaquetadura*



**Fuente:** Propia

$$V_{\text{junta}} = \frac{\pi}{4} D^2 e_{\text{emp.}}$$

Reemplazando

$$V_{\text{junta}} = \frac{\pi}{4} * 8.2^2 * 0.1$$

$$V_{\text{junta}} = 5.28 \text{ cm}^3$$

- Volumen en la base del bloque

**Figura 7.**

*Vista de parte de volumen de combustión en el bloque*



**Fuente:** Propia

se obtiene de la siguiente formula

$$V_b = \frac{\pi}{4} D^2 h + V_{c.piston}$$

Donde:

*h: Profundidad de la base del bloque entre superficie de la cabeza del pistón 1mm*

$V_{c.piston}$ : Volumen en la cabeza del pistón es  $15 \text{ cm}^3$  medido con la jeringa de vidrio

**Figura 8.**

Vista de parte de volumen de compresión en la cabeza del pistón



Fuente: Propia

Reemplazando a la formula

$$V_b = \frac{\pi}{4} * 8.2^2 * 0.1 + 15$$

$$V_b = 20.28 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto el volumen de compresión es:

$$V_c = 45 + 5.28 + 20.28$$

$$V_c = 70.56 \text{ cm}^3$$

$S$  = carrera del pistón

$$Vh = \pi * r^2 * S \quad Vh = \pi * 4.1 \text{ cm}^2 * 8 \text{ cm}$$

$$V_c = 422.48 \text{ cm}^3$$



**4.2.2. Cálculo de relación de compresión no corregido**

$$\varepsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c}$$

*V<sub>h</sub>: Volumen desplazado por el embolo*

Reemplazando:

$$\varepsilon = \frac{422.48 \text{ cm}^3 + 70.56 \text{ cm}^3}{70.56 \text{ cm}^3}$$

$$\varepsilon = 6.98 = 7$$

**4.2.4. Cálculo de temperatura y presión del motor sin variación de relación de compresión**

Se tiene las siguientes formulas:

**a) Temperatura de compresión sin variación**

$$T_2 = T_1 \varepsilon^{n-1}$$

Donde:

*T<sub>2</sub>: temperatura de compresion (°K)*

*T<sub>1</sub>: Temperatura atmosferica a 3825 m. s. n. m. = 15°C + 273 = 288°K*

*ε: Relacion de ocmpresión no corregido = 7*

*n: Exponente politropico de compresion = 1.35*

Reemplazando

$$T_2 = 288 * 7^{1.35-1}$$

$$T_2 = 569.1 \text{ °K}$$



## b) Presión de compresión sin variación

$$P_2 = P_1 \varepsilon^{1.35}$$

Donde:

$P_2$ : Presión de compresión (bar)

$T_1$ : Presión atmosférica a 3825 m. s. n. m. = 0.65 bar

$\varepsilon$ : Relación de compresión no corregido = 7

$n$ : Exponente politrópico de compresión = 1.35

Reemplazando

$$P_2 = 0.65 * 7^{1.35}$$

$$P_2 = 9 \text{ bar}$$

### 4.2.5. Cálculo de relación de compresión corregido ( $\varepsilon_c$ )

Se propone sustituir el pistón de baja a alta presión por lo tanto se resta 15cm<sup>3</sup> de volumen

Se propone cepillar la base de la culata o bloque del cilindro un espesor de 1mm, entonces se resta 5.28cm<sup>3</sup> de volumen

Por lo tanto el volumen de cámara corregido es:

$$V_{c.c.} = V_{c.t.} - V_{c.p.} - V_{b.c.}$$

Donde:

$V_{c.t.}$ : Volumen de compresión total

$V_{c.p.}$ : Volumen en la cabeza del pistón



$V_{b.c.}$ : Volumen de la base cepillada

Reemplazando

$$V_{c.c.} = 70.56 - 15.00 - 5.28$$

$$V_{c.c.} = 50.28 \text{ cm}^3$$

Finalmente, la relación de compresión corregido es

$$\varepsilon_c = \frac{422.48 + 50.28}{50.28}$$

$$\varepsilon_c = 9.40 = 9.5$$

#### 4.2.6. Cálculo de temperatura y presión del motor con variación de relación de compresión

Se tiene las siguientes formulas:

##### c) Temperatura de compresión con variación

$$T_2 = T_1 \varepsilon^{n-1}$$

Donde:

$T_2$ : temperatura de compresion ( $^{\circ}K$ )

$T_1$ : Temperatura atmosferica a 3825 m. s. n. m. =  $15^{\circ}C + 273 = 288^{\circ}K$

$\varepsilon$ : Relacion de ocmpresión corregido = 9.5

$n$ : Exponente politropico de compresion = 1.35

Reemplazando

$$T_2 = 288 * 9.5^{1.35-1}$$

$$T_2 = 633.3^{\circ}K$$



**d) Presión de compresión con variación**

$$P_2 = P_1 \epsilon^n$$

Donde:

$P_2$ : Presión de compresión (bar)

$T_1$ : Presión atmosférica a 3825 m. s. n. m. = 0.65 bar

$\epsilon$ : Relación de compresión corregido = 9.5

$n$ : Exponente politrópico de compresión = 1.35

Reemplazando

$$P_2 = 0.65 * 9.5^{1.35}$$

$$P_2 = 14 \text{ bar}$$

**4.2.7. Potencia Efectiva del motor**

$$N_e = \frac{P_e V_h i n}{30 \tau}$$

Donde:

$P_e$ : Presión media efectiva en Mpa

$V_h$  i: Cilindrada del motor = 1.7 litros

$n$ : Velocidad del motor = 5000 rpm

$\tau$ : número de tiempos = 4

**Potencia efectiva del motor sin variación de relación de compresión**

Si se tiene la presión de 9 bar = 0.9 Mpa

Reemplazando a la fórmula



$$N_e = \frac{0.9 * 1.7 * 5000}{30 * 4}$$

$$N_e = 63.8 \text{ KW}$$

### Potencia efectiva del motor con variación de relación de compresión

Si se tiene la presión de 14 bar = 1.4 Mpa

Reemplazando a la formula

$$N_e = \frac{1.4 * 1.7 * 5000}{30 * 4}$$

$$N_e = 99.1 \text{ KW}$$

En la siguiente tabla se realiza una comparación de los datos obtenido con o sin variación a 3825 msnm.

**Tabla 3.**

*Cuadro comparativo*

	Sin variación de relación de compresión a nivel del mar	Sin variación de relación de compresión a 3825 m.s.n.m.	Con variación de relación de compresión a 3825 m.s.n.m.
Cilindrada	1.7 litros	1.7 litros	1.7 litros
Relación de compresión	7	7	9.5
Potencia	50 KW	63.8 KW	99.1 KW
Velocidad nominal	5000	5000	5000

**Fuente:** Propia



**Tabla 4.**

*Valores referenciales de octanaje según la relación de compresión*

Relación de compresión	Combustible	Octanaje promedio
Menor a 6	kerisene	60
5,0 - 8,5	gasolina 84	84
8,0 - 9,5	gasolina 90	90
9,0 - 10,5	gasolina 95	95
9,5 - 11,0	gasolina 97	97
10,0 - 11,0	gasolina 98	98
10,5 - 11,0	alcohol carburante	105
10,5 - 11,5	GLP	110
11,0 - 11,5	GNV	120

**Fuente:** (Goñi & Rojas, 2016)

Para relación de compresión sin variación es 7, según tabla corresponde gasolina 84 y ahora con variación de relación de compresión es 9.5 entonces corresponde gasolina 95. Con esta variación se logra optimizar el rendimiento del motor



### 4.3. Discusión de resultados

- (Domingo, 2014). En su trabajo titulado "Optimización del rendimiento de un motor de dos tiempos y pequeña cilindrada mediante simulación numérica".

Una perspectiva contrastante revela los factores obvios que contribuyen a disminuir el rendimiento cuando se aumenta la velocidad de rotación: el intrincado acto de girar a altas velocidades y, aun así, mantener un proceso de combustión lento y retrasado. Al ser más rápida la velocidad de rotación del motor, se pretende una adaptación de la Ley de Combustión -evitando una lentitud excesiva-, lo que implica una ineficiencia en algunas partes del ciclo de trabajo. Por lo tanto, los valores de rendimiento altos indicados no adoptan procesos que sean demasiado lentos, sino que avanzan hacia velocidades de combustión más rápidas, acercándose a una velocidad de referencia especificada, eliminando procesos redundantes en el camino. Si el régimen de trabajo es muy elevado en los puntos de operación, esto sería un inconveniente porque el nivel de ruido o gradiente máximo de presión disminuye a medida que se ralentiza la combustión, lo que a su vez reduce significativamente el área efectiva.

- (Salazar, 2018). En su tesis titulada "Diseños de sistemas de relación de compresión variable para un motor de combustión interna monocilíndrico de estudio similar al CFR"

Un motor RCV implica modificaciones de sus componentes. Estos podrían ser componentes estáticos o móviles como el bloque o el pistón, respectivamente. Esto también puede implicar articulaciones cinemáticas o cámaras de combustión: estas modificaciones pueden consistir en la adición de eslabones. Sin embargo, un sistema RCV adicional de enlace o enlace múltiple tiene sus ventajas que incluyen



una fácil incorporación sin modificaciones importantes al bloque del motor original; no agrega mucho peso al sistema original y reduce los golpes en un rango más amplio sin comprometer los costos de producción con la facilidad de fabricación agregada. En el mecanismo final, se alcanzaron correlaciones de compresión que oscilaron entre 17,5:1 y 11:1 para carreras variables entre 172,982 mm y 185,982 mm a una velocidad de rotación constante de 2000 rpm, manteniendo puntos de estabilidad específicos y al mismo tiempo manteniendo algunos factores constantes en otros para lograr coherencia.

- (Angamarca & Arequipa, 2014). En su tesis titulada “Análisis de rendimiento de un motor de combustión interna con biogas y aplicaciones para la generación de energía eléctrica”

Utilizando un banco dinamométrico hidráulico TecQuipment TD II4, se adquirieron ciertos valores y datos mediante pruebas de rendimiento del motor, en las que el motor funcionaba con gasolina normal y biogás. Los parámetros medidos incluyen: revoluciones del motor, par, entrada de aire, consumo de combustible, temperatura de los gases de escape. Las pruebas se realizaron utilizando 2.000 cc de biogás producido en instalaciones específicas junto con 16 cc de gasolina. Estas pruebas se ejecutaron en el Laboratorio de Motores de Combustión Interna en condiciones particulares. Al determinar el desempeño mecánico y eléctrico con base en los datos obtenidos y cálculos posteriores.



- (Quispe J. A., 2016). En su tesis titulado “Evaluaciones de los efectos de la variación del octanaje de la gasolina y el gasohol E7.8 sobre el comportamiento de un motor monocilíndrico de encendido por chispa”

De este se recogieron un total de 6 muestras de combustible: 3 de E7.8 y 3 de E0. Además, se cambiaron la dimensión de la cámara de combustión para lograr 3 relaciones de compresión diferentes: RC1 (10,1:1), RC2 (8,4:1) y RC3 (11,5:1) en 15 condiciones de carga. Resultado indican que el consumo de combustible disminuye, lo que implica un mayor rendimiento, para correlaciones de compresión más altas con un nivel de octanaje adecuado. Con relación a estos parámetros tabulados, se puede inferir que el rendimiento efectivo del motor aumentan tanto con la carga como con la relación de compresión sin ningún signo de combustión anormal para el octanaje adecuado; esto se pudo notar al observar la operación de vibración del motor. Los resultados de las emisiones también revelan una compleja dependencia de las emisiones de CO con la dosis relativa. Las emisiones de CO dependen estrechamente de la dosis relativa, de modo que cuando el valor aumenta de 1 a más (lo que indica mezclas ricas en combustible), las emisiones de CO también aumentan.

- (Jimenez, 2017). En su tesis titulada “Propuestas de metodologías para el análisis exergético de motores de encendidos por chispa”

Los resultados de las pruebas realizadas apuntan hacia las irreversibilidades primarias, que albergan una gran parte del desperdicio de exergía. Ocurren en los gases de combustión: 10,3% para los gases de combustión, 15% para la transferencia de calor por radiación y sorprendentemente alto, 37,9% para el



sistema de enfriamiento. Estos resultados indican claramente dónde se disipa una cantidad sustancial de exergía durante estos procesos sin vacilar en la claridad.

Según a los objetivos específicos planteados se resuelve lo siguiente:

Primer objetivo específico: Determinar los parámetros de temperatura y presión del motor a 3825 metros sobre el nivel del mar.

De acuerdo a los cálculos realizados de los parámetros de temperatura y presión a 3825 msnm sin variación de relación de compresión, tenemos:  $T_1 = 569.1^\circ\text{K}$  y  $P_1=9$  bar.

Segundo objetivo específico: Determinar parámetros de temperatura y presión del motor con variación de relación de compresión a 3825 metros sobre el nivel del mar  
Con los cálculos realizados de los parámetros de temperatura y presión con variación a 3825 msnm de relación de compresión, tenemos:  $T_1 = 633.3^\circ\text{K}$  y  $P_1=14\text{bar}$ .

Tercer objetivo específico: Determinar pérdidas de potencia, rendimiento y consumo específico de combustible del motor encendido por chispa a 3825 metros sobre el nivel del mar

Para las pérdidas de potencia tenemos una eficiencia del 5 – 10%, con un rendimiento de: 63.8 kW sin variación de compresión y 99.1kW con variación de compresión, usando el combustible con un octanaje de  $\geq 90^\circ$



## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** Al realizar la variación de relación de compresión se optimiza el rendimiento de motor de combustión interna

**SEGUNDA:** Se determinó mediante análisis experimental la relación de compresión que es de 7, de un motor gasolinero. Asimismo, la temperatura y presión de compresión de 569.1°K y 9 bar respectivamente

**TERCERA:** Para la variación de relación de compresión se propone sustituir el pistón con presión alta, cepillado de la culata donde mediante análisis se obtiene una relación de compresión de 9. Asimismo, la temperatura y presión de compresión de 633.3°K y 14 bar respectivamente

**CUARTA:** Debido al incremento de la relación de compresión se utiliza el combustible con mayor octanaje se logra un mayor rendimiento de 5 – 10%.



## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** Se recomienda en motores diésel el análisis de la influencia variación de relación de compresión para determinar rendimiento del motor.

**SEGUNDA:** Se recomienda que para mayor precisión determinar de forma experimental la relación de compresión en motores

**TERCERA:** Se recomienda realizar de forma correcta las propuestas para el aumento de la relación de compresión en los motores de combustión interna

**CUARTA:** Se recomienda que al realiza un aumento de relación de compresión se debe utilizar un combustible de mayor octanaje.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angamarca, E. R., & Arequipa. (2014). *Análisis del rendimiento de un motor de combustión interna con biogas y aplicación para la generación de energía eléctrica*. Ecuador: Universidad de las fuerzas armadas.
- Bocos, J. M. (2017). *Desarrollo de un metodo para determinar la relación de compresión de un motor de combustión interna alternativo en tiempo real a partir de la medida de la presion de cilindro*. España: Universitat Tecnologica de Valencia.
- Borda, F. R., & Salamanca, L. (2009). *Análisis de los factores (mezcla aire combustible) que influyen sobre los parámetros efectivos de la toxicidad de un motor a inyección electrónica y dual (Gasolina GLP) en la Ciudad de Puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Coronado, B. (2017). *Análisis comparativo del rendimiento de un motor con sistema dual gasolina/GLP Modelo 0.8 L MPI Epsilon a través del software Stag 200 easy Hyundai Eon*. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.
- Domingo, S. (2014). *Optimización del rendimiento de un motor de dos tiempos y pequeña cilindrada mediante simulación numérica*. España: Universidad Politécnica de Valencia .
- Goñi, J. C., & Rojas, M. (2016). *Manual de combustibles alternativos y tecnologia automotriz*. Lima: Universidad de Lima.
- Huacallo, H. W. (2017). *Balance térmico experimental de funcionamiento de un motor de combustión interna diesel en el laboratorio de Ingeniería Mecánica*



de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Puno: Universidad Nacional del Altiplano .

Jimenez, F. O. (2017). *Propuesta de metodología para el análisis exergético de un motor de encendido por chispa*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

López, P. L. (2004). *Población muestra y muestreo*.

Montalvo, H. W. (2020). *Análisis del sistema de frenos regenerativos aplicado en automóviles de combustión interna para la optimización del consumo de combustible*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

Panta, J. E., & Panta, J. E. (2015). *Diseño de un banco de pruebas para examinar parámetros de performance efectivos de un motor de combustión interna de 40HP con sistema dual régimen variable Instituto de MCI - FIME - UNAC*. Lima: Universidad Nacional del Callao.

Perez, A. (2021). *Estudio de combustión de mezclas de Hidrogeno y gas natural en motores de encendido provocado* . España: Universidad de Valladolid.

Piloto, R., Sierens, R., Verhelst, S., & Ferrer, N. (2008). Evaluación del funcionamiento de motores de combustión interna trabajando con biodiesel. *Ingeniería Mecánica*, 33-38.

Quispe, J. A. (2016). *Evaluación de los efectos de la variación del octanaje de la gasolina y el gasohol E7.8 sobre el comportamiento de un motor monocilíndrico de encendido por chispa*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú .



- Quispe, S. E. (2015). *Optimización de la potencia efectiva de un motor daewoo G15MF de inyección electrónica mediante sobre alimentación por bomba de aire a 3825 m.s.n.m.* Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- Ramos, A. (2018). *Estudio y análisis experimental comparativo de los productos de la combustión de un motor gasolinero estacionario Brigg Stratton de 5 HP al nivel del mar (Ilo - Moquegua) y a 3827 metros sobre el nivel del mar (Puno).* Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Salazar, L. F. (2018). *Diseño de sistema de relación de compresión variable para un motor de combustión interna monocilindrico de investigación similar al CFR.* Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Tipian, G. J. (2015). *Análisis experimental del uso de mezclas etanol-gasolina en motores de encendido por chispa.* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Viteri, V. V. (s.f.). *Parametros geometricos de los motores de combustion interna.* Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.



# APÉNDICES



Apéndice 1

Matriz de Consistencia

OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE VARIACIÓN DE RELACIÓN DE COMPRESIÓN A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Diseño Metodológico
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿De qué manera se puede optimizar el rendimiento de un motor de combustión interna a gasolina mediante variación de relación de compresión a 3825 metros sobre el nivel del mar, 2023?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>P.E.1: ¿Cómo se puede determinar los parámetros de temperatura y presión del motor a 3825 metros sobre el nivel del mar?</p> <p>P.E.2: ¿De <u>que</u> manera se puede determinar parámetros de temperatura y presión del motor con variación de relación de compresión a 3825 metros sobre el nivel del mar?</p> <p>P.E.3: ¿Cómo se puede determinar pérdidas de potencia, rendimiento y consumo específico de combustible del motor encendido por chispa a 3825 metros sobre el nivel del mar?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Optimizar el rendimiento de un motor de combustión interna a gasolina mediante variación de relación de compresión a 3825 metros sobre el nivel del mar, 2023</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>O.E.1: Determinar los parámetros de temperatura y presión del motor a 3825 metros sobre el nivel del mar</p> <p>O.E.2: Determinar parámetros de temperatura y presión del motor con variación de relación de compresión a 3825 metros sobre el nivel del mar</p> <p>O.E.3: Determinar pérdidas de potencia, rendimiento y consumo específico de combustible del motor encendido por chispa a 3825 metros sobre el nivel del mar</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>Si se realiza la variación de relación de compresión a 3825 metros sobre el nivel del mar, entonces se optimiza el rendimiento de un motor de combustión interna a gasolina</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>H.E.1: Si se determina los parámetros de temperatura y presión del motor a 3825 metros sobre el nivel del mar, entonces se podrá identificar los factores</p> <p>H.E.2: Si se determinar parámetros de temperatura y presión del motor con variación de relación de compresión, entonces se podrá determinar las pérdidas de potencia, consumo de combustible</p> <p>H.E.3: Si se determina pérdidas de potencia, rendimiento y consumo específico de combustible del motor encendido por chispa a 3825 metros sobre el nivel del mar, entonces se podrá determinar si es óptimo</p>	<p><b>Tipo y nivel de investigación:</b></p> <p>El tipo de investigación es analítico-experimental</p>

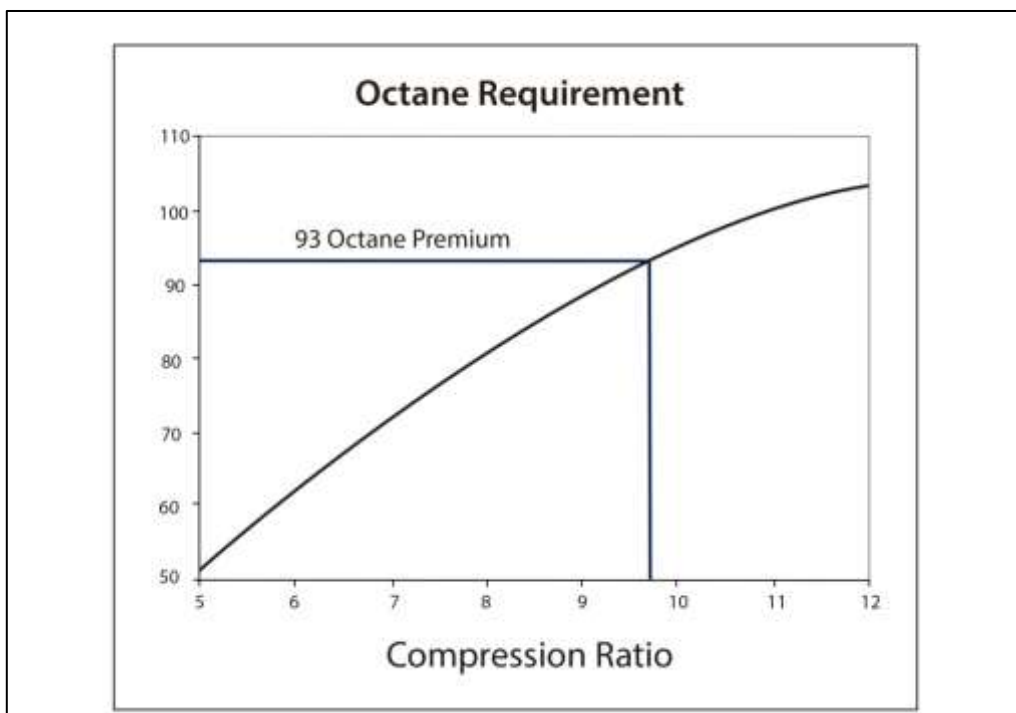
## Apéndice 2. Otros

*Valores referenciales de octanaje según la relación de compresión*

Relación de compresión	Combustible	Octanaje promedio
Menor a 6	kerisene	60
5,0 - 8,5	gasolina 84	84
8,0 - 9,5	gasolina 90	90
9,0 - 10,5	gasolina 95	95
9,5 - 11,0	gasolina 97	97
10,0 - 11,0	gasolina 98	98
10,5 - 11,0	alcohol carburante	105
10,5 - 11,5	GLP	110
11,0 - 11,5	GNV	120

**Fuente:** (Goñi & Rojas, 2016)

Curva de octanaje vs. relacion de compresión



**Fuente:** (Goñi & Rojas, 2016)

Foto 01. Medición del volumen de compresión en la base de culata(cm3).



Foto 02. Superficie del bloque del motor de combustión interna marca Toyota.





Foto 03. Medida de espesor de empaquetadura (mm).



Foto 04. Medida de volumen de compresión en la cabeza del pistón (cm<sup>3</sup>).



Foto 05. Pistón del motor de combustión interna.





Foto 06. Pistón del motor de combustión interna.



Foto 07. Culata del motor de combustión interna marca Toyota.



Foto 08. Cámara de combustión de la base de culata.





### ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

### AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 31/07/2024

#### I. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: APAZA ALMANZA HENRRY JAIME

Dirección: CALLE 2 DOS DE MAYO ANEXO VI

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 75949879

Teléfono: 984423283 email: pasitos.net@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Asesor: M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE VARIACIÓN DE RELACIÓN DE COMPRESIÓN A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023

Palabras claves, (3 a 5 términos): Optimización, variación de relación de compresión, rendimiento

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

1

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



### 2. Referencia de tesis:

Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

### 3. Licencias:

#### a) Licencia estándar:

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

#### Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_
- No autorizo.

#### b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

#### ¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



### Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: [Tecnología e Ingeniería Mecánica – P18](#)

Firma de Autor



huella digital

31 de julio del 2024

Fecha