



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y RENDIMIENTO EN
MOTOR GASOLINERO DE 1.5 LITROS A 3825
METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DANTE NOEL APAZA MAMANI

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

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y RENDIMIENTO EN MOTOR GASOLINERO DE 1.5 LITROS A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DANTE NOEL APAZA MAMANI

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Ing. WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA

PRIMER MIEMBRO

: 
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

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° 775-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 13 de agosto del 2024



VISTO: El expediente N° 2024- 9938 presentado por el (la) Bachiller: DANTE NOEL APAZA MAMANI 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. DANTE NOEL APAZA MAMANI, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y RENDIMIENTO EN MOTOR GASOLINERO DE 1.5 LITROS 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** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **2do Miembro** : Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

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: DANTE NOEL APAZA MAMANI; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y RENDIMIENTO EN MOTOR GASOLINERO DE 1.5 LITROS 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 21 de Agosto 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.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS

Dr. ANTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Raúl Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 330-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de mayo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 4495 por el o (la) Bachiller: DANTE NOEL APAZA MAMANI quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 307 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 004- 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: DANTE NOEL APAZA MAMANI, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y RENDIMIENTO EN MOTOR GASOLINERO DE 1.5 LITROS 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. Benjamín 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° 004- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y RENDIMIENTO EN MOTOR GASOLINERO DE 1.5 LITROS 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 mérito 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: DANTE NOEL APAZA MAMANI, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y RENDIMIENTO EN MOTOR GASOLINERO DE 1.5 LITROS 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) la), 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. WILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



Dr. Efraín Pareda Soto
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 155-2023-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca 29 de diciembre del 2023

VISTO: El expediente N° 2023-CU-013186, presentado por el señor (a) DANTE NOEL APAZA MAMANI solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 338-2023-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 009 - 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: DANTE NOEL APAZA MAMANI ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y RENDIMIENTO EN MOTOR GASOLINERO DE 1.5 LITROS 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. Benjamín 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° 009-2023 aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y RENDIMIENTO EN MOTOR GASOLINERO DE 1.5 LITROS 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 mérito 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: DANTE NOEL APAZA MAMANI, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y RENDIMIENTO EN MOTOR GASOLINERO DE 1.5 LITROS 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.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



Dr. Efraim Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2023
Interesado (a)



EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA REFRIGERACIÓN Y RENDIMIENTO EN MOTOR GASOLINERO DE 1.5 LITROS A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	8%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	itscv.edu.ec Fuente de Internet	2%
4	dspace.universia.net Fuente de Internet	1%
5	eprints.ucm.es Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	archivodeautos.blogspot.com Fuente de Internet	1%
8	core.ac.uk Fuente de Internet	1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y RENDIMIENTO EN MOTOR GASOLINERO DE 1.5 LITROS A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	DANTE NOEL APAZA MAMANI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75452644
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-8039-1377
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	16660865
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-3158-198X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02393436
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02406088

Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología e Ingeniería Mecánica – P18
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Longitud oeste: -15.467389, Latitud sur: -70.124334</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/vGZd7u57Gr1oVd966</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2023 – noviembre 2023
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	<p>Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00</p> <p>Mecánica aplicada https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.02</p>

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CACERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS DURAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
Dr. Efraín Sosa
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo APAZA MAMANI DANTE NOEL, identificado con DNI Nro. 75452644, 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:

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y RENDIMIENTO EN MOTOR GASOLINERO DE 1.5 LITROS 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_27__de agosto del 2024

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional,

A mi madre por el pilar más importante y demostrarme siempre su apoyo incondicional

A mi padre, a pesar de nuestras diferencias siempre apoyándome dándome fuerzas para seguir

A mis hermanos por su apoyo incondicional y por darme las fuerzas para seguir



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, doy gracias a Dios, por haberme dado la fuerza y valor para seguir adelante en esta etapa de mi vida

Agradezco también a mis padres por la confianza y el apoyo que me brindaron a lo largo de mi vida

A mis hermanos que con sus consejos me ayudaron a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida



ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	i
Agradecimientos.....	ii
Índice general.....	iii
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Introducción.....	x

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1. Descripción del problema	11
1.2. Formulación del problema.....	12
1.2.1. Pregunta general	12
1.2.2. Preguntas específicas.....	12
1.3. Justificación	13
1.3.1. Teórica.....	13
1.3.2. Practica.....	13
1.3.3. Metodológica	13
1.4. Objetivos.....	13
1.4.1. Objetivo general.....	13
1.4.2. Objetivos específicos.....	14
1.5. Hipótesis	14
1.5.1. Hipótesis general.....	14
1.5.2. Hipótesis específicas	14



1.6. Operacionalización de variables 15

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Bases Teóricas 16
2.1.1. Motor de combustión interna 16
2.1.2. Motor gasolineró 17
2.1.3. Sistema de refrigeración 17
2.1.3.1. Componentes del sistema de refrigeración 18
2.1.4. Refrigerante 20
2.1.5. Intercambiador de calor 25
2.1.6. Mecanismos de transferencia de calor 26
2.2. Definición de términos 27

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos de investigación 28
3.2. Ámbito de la investigación 28
3.3. Población y muestra 29
3.4. Técnicas e instrumentos de recogida de datos 29
3.5. Recogida de datos 29

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación 30
4.2. Análisis e interpretaciones de resultados 30
4.2.1. Características del medio ambiente a 3825 m.s.n.m. 30
4.2.2. Análisis de eficiencia energética del sistema de refrigeración 32



4.2.3. Temperaturas obtenidas de la medición	33
4.2.4. Coeficiente de Transferencia de calor de intercambiador de 1 fila	35
4.2.5. Efectividad del intercambiador del calor	38
4.2.6. Análisis de transferencia de calor de intercambiador con 2 filas	41
4.2.7. Coeficiente de Transferencia de calor de intercambio de calor de 2 filas	42
4.2.8. Efectividad del intercambiador del calor	45
4.2.9. Tiempo que demora el motor a llegar a la temperatura adecuada	48
4.3. Discusión de resultados	49
CONCLUSIONES.....	52
RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
APÉNDICES.....	57
Apéndice 1: Matriz de Consistencia	58
Apendice 2. Otros	59



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades del agua	21
Tabla 2. Propiedades del etilenglicol.....	22
Tabla 3. Propiedades del propilenglicol	23
Tabla 4, Propiedades del metanol.....	24
Tabla 5. Características del ámbito de investigación	28
Tabla 6. Parámetros del medio ambiente a 3825 m.s.n.m.	33
Tabla 7. Parámetros del intercambiador de calor de 1 fila	34
Tabla 8. Temperatura de salida y entrada del agua al intercambiador de calor de 1 fila ..	34
Tabla 9. Temperatura de entrada y salida del aire al intercambiador de calor de 1 fila	35
Tabla 10. Resultados de parámetros calculados de intercambiador de calor de 1 fila	41
Tabla 11. Parámetros de intercambiador de calor de 2 filas.....	41
Tabla 12. Temperatura de entrada y salida del agua al intercambiador de calor de 2 filas	42
Tabla 13. Temperatura de entrada y salida del aire al intercambiador de calor de 2 filas	42
Tabla 14. Resultado de parámetros calculados de intercambiador de calor de 2 filas	47
Tabla 15. Tiempo que demora el motor para llegar a la temperatura adecuada.....	48



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de conversión de energía térmica a mecánica	16
Figura 2. Diagrama de funcionamiento del sistema de refrigeración.....	17
Figura 3. Ventilador	18
Figura 4. Termostato	19
Figura 5. Bomba de agua.....	20
Figura 6. Comportamiento del agua	21
Figura 7. Comportamiento del etilenglicol.....	23
Figura 8. Comportamiento del propilenglicol	24
Figura 9. Comportamiento del metanol.....	25
Figura 10. Distribución de temperatura en pared plana estacionario	26
Figura 11. Temperatura promedio en la ciudad de Juliaca (3825 m.s.n.m.)	31
Figura 12. Relación entre altura y presión atmosférica.....	31
Figura 13. Esquema del intercambiador de calor	33
Figura 14. Diagrama de factor de corrección F de intercambiador de calor	38
Figura 15. Diagrama de factor de corrección F para intercambiador de calor de 2 filas .	45
Figura 16. Curva de tiempo vs. Temperatura.....	48



RESUMEN

La presente tesis tiene como finalidad evaluar la eficiencia energética del sistema de refrigeración y rendimiento en motor gasolinero de 1.5 litros a 3825 metros sobre el nivel del mar, 2023; se determinó las características del medio ambiente a 3825 m.s.n.m., asimismo se realizó las identificaciones de los componentes del sistema de refrigeración, luego se realizó las mediciones de temperaturas de entrada y salida de agua en el radiador y temperatura del flujo de aire de entrada y salida por el radiador, el radiador es de tipo flujo cruzado no mezclado que consta de 55 celdas y 1 fila con una dimensión de 42 cm, se determinó la transferencia de calor del radiador, también se determinó la eficiencia del radiador; también se determinó el tiempo que demora el motor en llegar a su temperatura adecuada, finalmente se concluye que la transferencia de calor del radiador de 1 fila es de 110.7 KW y del radiador de 2 filas es de 165.92 KW, la eficiencia del radiador de 1 fila es de 18% y de 2 filas es de 27% y el tiempo que demora en llegar a su temperatura normal del motor es de 16 minutos.

Palabras claves: eficiencia energética, sistema de refrigeración, motor gasolinero



ABSTRACT

The objective of this thesis is to evaluate the energy of the cooling system and performance in a 1.5-liter gasoline engine at 3825 meters above sea level, 2023; The characteristics of were determined at 3825 mns., the identification of the mechanisms of the cooling system was also carried out, then the measurements of the inlet of water in the radiator and the temperature of the inlet and outlet air flow were carried out. through the radiator, the radiator is an unmixed cross flow type that consists of 55 cells and 1 row with a dimension of 42 cm. In of the heat transfer of the radiator, the heat transfer of the radiator was determined, the productivity of the radiator was also determined; The time for the engine to reach its proper temperature was also determined. Finally, it was concluded that the heat transfer of the 1-row radiator is 110.7 KW and the 2-row radiator is 165.92 KW, the efficiency of the 1-row radiator is row is 18% and 2 rows is 27% and the period it takes to reach its normal engine temperature is 16 minutes.

Keywords: energy efficiency, cooling system, gasoline engine



INTRODUCCIÓN

A nivel mundial una de las máquinas más utilizada es la de motor de combustión interna, la cual aprovecha la energía del combustible y la transforma a energía térmica esta se convierte en energía mecánica. Estas máquinas han ido evolucionando con el transcurrir de los años.

La temperatura juega un papel fundamental en el rendimiento del motor de combustión interna de un automóvil; puede alcanzar temperaturas de hasta 2000°C dentro de la cámara de combustión. Esto subraya la suma importancia del sistema de refrigeración para mantener la temperatura operativa adecuada del motor.

En la actualidad podemos ir a los talleres actuales revelaría que una cantidad significativa de reparaciones de motores se deben a problemas relacionados con el sistema de enfriamiento; algunos problemas comunes incluyen el desgaste prematuro de los componentes debido al sobrecalentamiento y los daños causados por la corrosión.

El presente trabajo está dividido por capítulos:

Capitulo I. Aspectos generales: En este capítulo se ejecuta planteamiento de problema, formulación de problema, objetivos, hipótesis y variables

Capitulo II. Fundamento teórico: Se desarrolla bases teóricas relacionas con el trabajo de investigación

Capitulo III. Metodología, técnicas e instrumentos,

Capitulo IV. Resultados y discusiones: Se muestra en cuadros y figura



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1. Descripción del problema

En los motores de combustión interna la temperatura afecta el funcionamiento

El sistema de refrigeración es el que se encarga que los diversos componentes del motor se mantenga la temperatura óptima para evitar el desgaste prematuro y lograr el máximo rendimiento.

Un sistema de refrigeración que no cumple los requisitos exigidos puede producir los siguientes efectos

- Fisuras en la unión entre asientos de válvulas de admisión y escape por sobrecalentamiento por falta de sistema de enfriamiento
- Desgaste prematuro de los componentes por mantenerse a temperatura muy bajas y altas del motor

El Perú cuenta con 3 regiones naturales de características diferentes, tanto a nivel geográfico como climáticos, las regiones son costa, sierra y selva



El sistema de refrigeración se encuentra afectada por las diferentes características climáticas de las regiones

Por la variación de la temperatura y presión atmosférica afecta al rendimiento térmico de los motores

Lugar donde se realiza la investigación se halla ubicada a 3825 msnm de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román, Departamento de Puno. Las características del medio ambiente tienen una variación con respecto al nivel del mar

Sistema de refrigeración del motor se encuentra afectada por la baja densidad del aire este provoca sobrecalentamiento del motor

La potencia efectiva de los motores de combustión interna disminuye en un 30% aproximadamente por ende el rendimiento térmico del motor disminuye

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Pregunta general

¿De qué manera se puede evaluar la eficiencia energética del sistema de refrigeración y rendimiento de un motor gasolinero de 1.5 litros a 3825 metros sobre el nivel del mar, 2023?

1.2.2. Preguntas específicas

- ¿Cómo se puede establecer las características del medio ambiente que influyen en la eficiencia energética del sistema de refrigeración del motor gasolinero de 1.5 litros de cilindrada a 3825 metros sobre el nivel del mar?
- ¿De que manera se puede analizar eficiencia energética del sistema de refrigeración del motor gasolinero de 1.5 litros de cilindrada a 3825 metros sobre el nivel del mar?



- ¿Cómo se puede determinar el rendimiento de un motor gasolinero de 1.5 litros de cilindrada a 3825 metros sobre el nivel mar?

1.3. Justificación

1.3.1. Teórica

Rendimiento de los motores de combustión interna es afectado por altitudes, por efecto de características del medio ambiente, porque la densidad de aire varia indirectamente con la altura a mayor altura menor densidad de aire

1.3.2. Practica

Que los análisis de la eficiencia energética del sistema de refrigeración y el rendimiento de los motores de combustión interna encendido por chispa de alguna permitirá conocer los parámetros como potencia, eficiencia y consumo específico de los motores de combustión y estos parámetros servirán para proponer soluciones de mejora de operatividad en altura

1.3.3. Metodológica

Se desarrolla de acuerdo con los objetivos específicos planteados; primero se establece parámetros del medio ambiente a 3825 msnm; segundo con estos datos se analiza el comportamiento energético del sistema de refrigeración de los motores de combustión interna de encendido por chispa y finalmente con este análisis se determinará la potencia, eficiencia y consumo específico de combustible

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la eficiencia energética del sistema de refrigeración y rendimiento de un motor gasolinero de 1.5 litros a 3825 metros sobre el nivel del mar, 2023



1.4.2. Objetivos específicos

- Establecer las características del medio ambiente que influyen en la eficiencia energética del sistema de refrigeración del motor gasolinero de 1.5 litros de cilindrada a 3825 metros sobre el nivel del mar
- Analizar eficiencia energética del sistema de refrigeración del motor gasolinero de 1.5 litros de cilindrada a 3825 metros sobre el nivel del mar
- Determinar el rendimiento de un motor gasolinero de 1.5 litros de cilindrada a 3825 metros sobre el nivel mar

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Si se evalúa la eficiencia energética del sistema de refrigeración entonces se determinará el rendimiento del motor gasolinero de 1.5 litros de cilindrada

1.5.2. Hipótesis específicas

- Si se establece características del medio ambiente entonces se podrá analizar la eficiencia energética del sistema de refrigeración
- Si se analiza la eficiencia energética del sistema de refrigeración del motor gasolinero de 1.5 litros de cilindrada, entonces se conocerá el rendimiento
- Si se determina el rendimiento de un motor gasolinero de 1.5 litros de cilindrada a 3825 metros sobre el nivel mar, entonces se podrá plantear soluciones



1.6. Operacionalización de variables

Independiente: Eficiencia energética del sistema de refrigeración de motores de combustión interna de encendido por chispa

Dependiente: Rendimiento de motor gasolinerero de 1.5 litros

Tabla 1.

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE
VARIABLES INDEPENDIENTE	Tipo de radiador	De circulación descendente	
Eficiencia energética del sistema de refrigeración de motor gasolinerero:	Ventilador	Axial	KW
	Bomba de agua	Centrifuga	KW
	Termostato	Temperatura	°C
VARIABLE DEPENDIENTE:	Flujo másico	kilogramo	kg
	Temperatura	Grados centígrados	°C
	Flujo de calor	Joule por segundo	J/s
Rendimiento del motor gasolinerero de 1.5 litros	Consumo de combustible	Kilogramo por hora	Kg/h
	Potencia	Kilowatt	Kw

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Bases Teóricas

2.1.1. Motor de combustión interna

Es un tipo de motor térmico que genera trabajo quemando combustible. Luego, este trabajo se transmite a través del sistema de propulsión del vehículo para producir movimiento.

Figura 1.

Proceso de conversión de energía térmica a mecánica



Fuente: (Gonzales, 2016)

2.1.2. Motor gasolinero

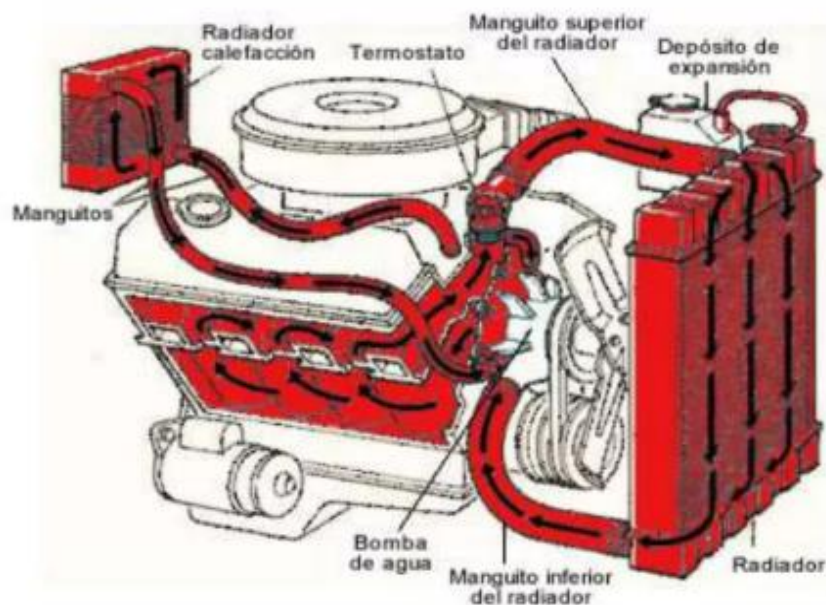
Ocurre por el salto de chispa de la bujía cuando el embolo se encuentra en proceso de compresión de aire combustible.

2.1.3. Sistema de refrigeración

Debido a las altas temperaturas a la que llega el motor en los procesos de combustión, este sistema es el encargado de refrigerar o enfriar el calor que produce para así mantener su temperatura normal de funcionamiento y evitar fallas que puedan poner en riesgo los componentes del motor

Figura 2.

Diagrama de funcionamiento del sistema de refrigeración



Fuente: <https://es.slideshare.net/slideshow/sistema-de-enfriamiento-229190814/229190814>

2.1.3.1. Componentes del sistema de refrigeración

Este sistema este compuesto de los siguientes:

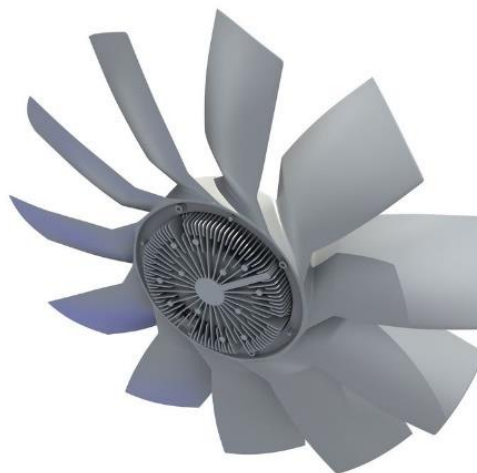
- Radiador
- Ventilador
- Termostato
- Bomba de agua

Ventilador

El movimiento del ventilador se da por medio de una correa el cual recibe su rotación por la polea que se encuentra encima del extremo delantero del cigüeñal. El ventilador aspira el aire a través de radiador esta circula a todo el motor para ser mas fácil y que exista un abuena canalización tiene una salida al exterior, este la protege de la intemperie ya que cubre y lo encierra el motor (Salcedo, 2020).

Figura 3.

Ventilador



Fuente: <https://free3d.com/es/modelo-3d/car-engine-cooling-fan-6587.html>

Termostato

Uno de los principales dispositivos de los sistemas de refrigeraciones es el termostato ya que la función primordial es mantener la temperatura óptima de motor, siendo este necesario para evitar sobrecalentamiento del motor y con ello el desgaste de las piezas del motor asimismo una reducción de los gases de escape debido al consumo óptimo del combustible. (Catalogo termostato, 2016)

Figura 4.

Termostato



Fuente: <https://spanish.com/product-detail/auto-spare-parts-engine-thermostat-car-60757203849.html>

Bomba de agua

Es más común es la bomba centrífuga debido a que la parte móvil está compuesta por unas paletas, en el cual el agua llega por un tubo hacia la parte central, cuando las paletas o alabes empiezan a girar impulsan con fuerza el agua hasta llegar a las camisas del cilindro.

Figura 5.*Bomba de agua*

Fuente: <https://autoytecnica.com/bomba-de-agua-automotriz-lo-que-necesitas-saber/>

2.1.4. Refrigerante

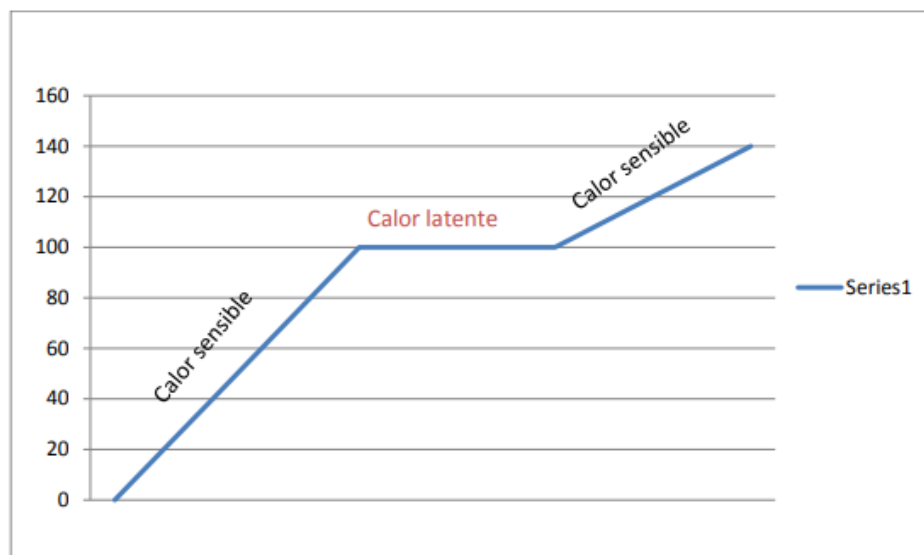
El refrigerante más común es el agua debido a la capacidad calorífica, además de tener una viscosidad baja y circular fácilmente necesitando poca potencia, además de que el costo es económico o bajo el cual es el más utilizado, pero este a la vez puede poseer inconvenientes es por ello que en la actualidad se agregan aditivos como son los anticongelantes y anticorrosivos para mejorar las propiedades físicas – químicas del agua

Agua

Uno de los componentes más importantes en los refrigerantes sin duda es el agua debido a su poco costo y no tóxico. Este líquido en su estado natural posee un punto de congelamiento de 0°C y punto de ebullición a nivel del mar de 100°C

Tabla 2.*Propiedades del agua*

Color	Incolora
Punto de congelamiento	0°C
Punto de ebullición	100°C
Sulfatos	250 ppm
Cloruro	250 ppm
Dureza	377,2 ppm
PH	6,5 – 8,5
Conductividad térmica	0,673 W/m ² °C
Coefficiente de transferencia de calor	2374,44 W/m °K

Fuente: Alarcon & Sanchez, 2012**Figura 6.***Comportamiento del agua***Fuente:** Vallejo, 2016



Etilenglicol

Compuesto químico $C_2H_6O_2$ etilenglicol es el componente base para los refrigerantes, incluido en el grupo de los dioles, sus características son: incoloro, es decir transparente, mínima viscosidad con un sabor leve a dulce; por ello se utilizan colorantes para distinguir o reconocer, a una $T. ^a$ ambiente es un poco volátil además pueden existir en el aire vapor, su fabricación se da con la hidratación del óxido de etileno. (Vallejo, 2016)

Tabla 3.

Propiedades del etilenglicol

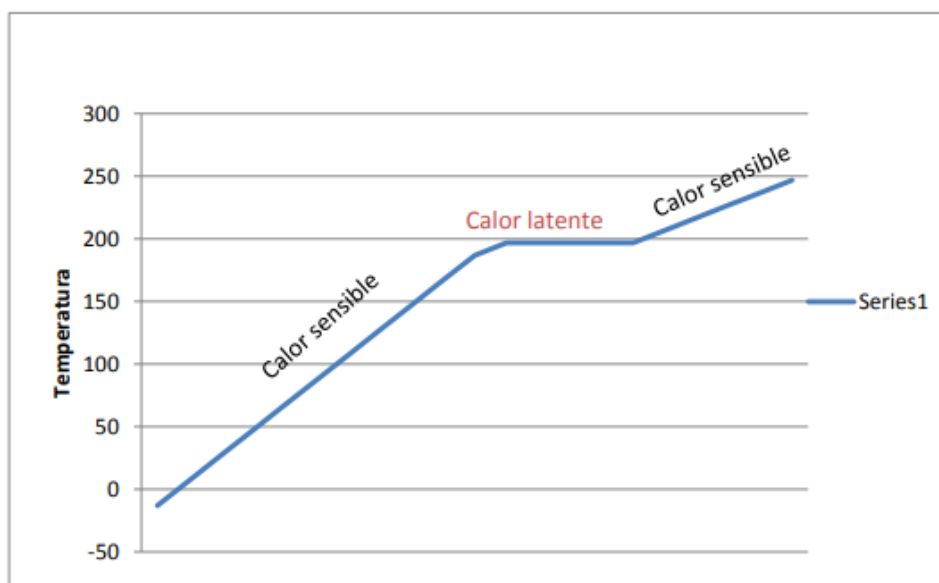
Nombre	Unidad	Valor
Densidad	Kg/m^3	1,116
Masa molar	g/mol	62,08
Punto de fusión	$^{\circ}C$	-13,15
Punto de ebullición	$^{\circ}C$	196,85
Viscosidad	Pa	1,61

Fuente: Vallejo, 2016

A continuación se presenta la curva de comportamiento del etilenglicol

Figura 7.

Comportamiento del etilenglicol



Fuente: Vallejo, 2016

Propilenglicol

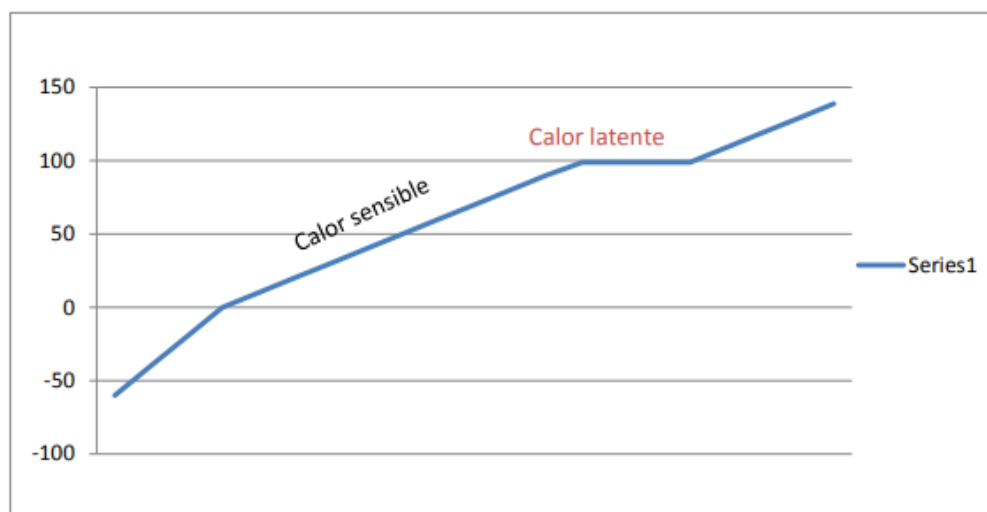
El compuesto químico deriva de una reacción entre una molécula de agua y otra de $C_3H_8O_2$. Es inodoro, incoloro, viscoso y soluble en agua. (SPQ, 2015).

Tabla 4.

Propiedad del propilenglicol

Propiedades	Unidades	Valores
Formula		$C_3H_8O_2$
Peso molecular		76,11
Peso específico (25/25°C)		1,035-1,037
Punto de inflamación	°C	98,9
Punto de congelación	°C	-60
Intervalo de destilación	°C	186-189
Presión de vapor a 20C	mmHg	0,07
Índice de refracción a 25°C		1,431-1,433

Fuente: Vallejo, 2016

Figura 8.*Comportamiento del propilenglicol***Fuente:** Vallejo, 2016

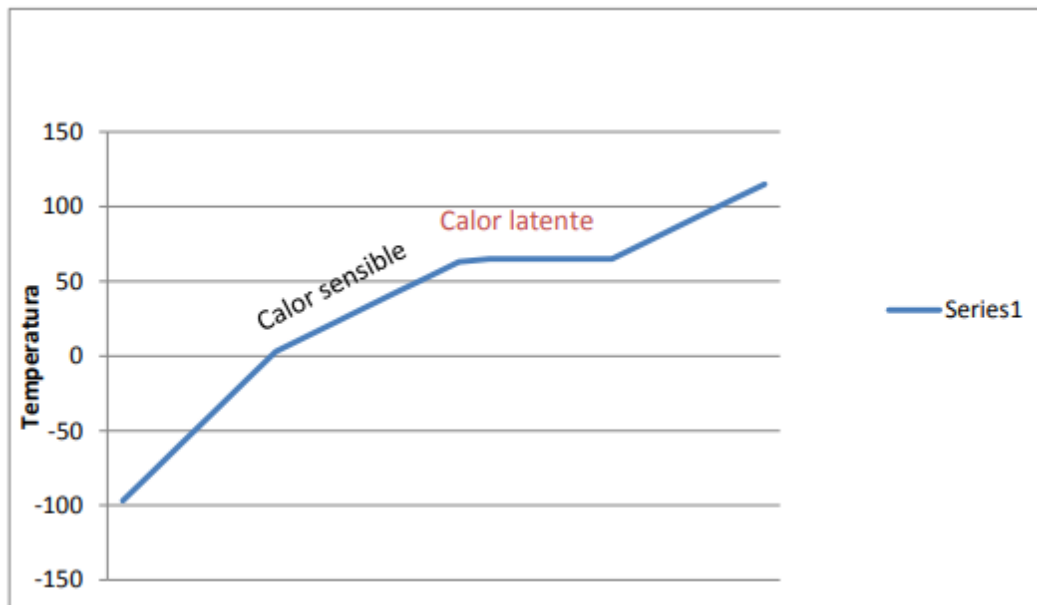
Metanol

Similar estructura química del agua. Sus características en condiciones normales son: poca viscosidad, incoloro, con un sabor y olor penetrante, además de ser miscible en agua y con otros solventes orgánicos son tóxicos e inflamables. Se detecta el olor a partir de 2ppm. Considerado como un petroquímico base debido que se pueden obtener varios productos (Héctor, Carlos, & Carlos, 2015).

Tabla 5.*Propiedad del metanol*

Peso molecular	32 g/mol
Densidad	0,79 kg/l
Punto de ebullición	65 °C
Punto de fusión	-97 °C

Fuente: Vallejo, 2016

Figura 9.*Comportamiento del metanol***Fuente:** Vallejo, 2016

2.1.5. Intercambiador de calor

Es un aparato que sigue pasando calor inagotablemente de un medio a otro.

Las clasificaciones de intercambiadores de calor son dos: indirectas y directas.

- Indirecto: En este tipo de intercambiador los medios se encuentran separados por un tubo o pared el cual realiza la transferencia de calor.
- Directo: Es cuando los dos medios no se pueden mezclar debido a que existe un contacto entre ellos.

2.1.6. Mecanismos de transferencia de calor

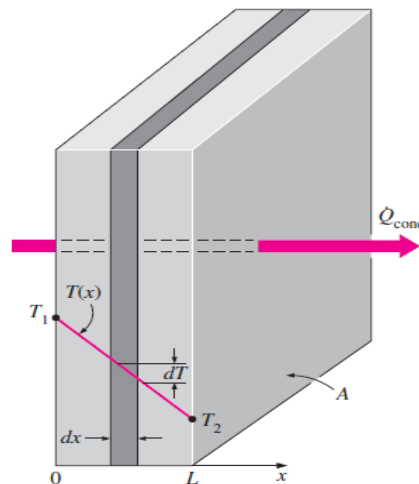
Conducción

Este mecanismo es cuando se realiza la transferencia de un material con alta temperatura hacia otro con una menor temperatura. Esto se puede dar ya sea entre líquidos, sólidos o gases sin tener un movimiento masivo. Se puede expresar de la siguiente manera: (Cengel, 2007)

$$\dot{Q}_{cond. pared} = k A \frac{T_1 - T_2}{L}$$

Figura 10.

Distribución de temperatura en pared plana estacionario



Fuente: Cengel, 2007

Convección

Este mecanismo es las transferencias de calor de un sólido al fluido y que se encuentre en movimiento, suelen dividirse en convección libre y forzada; en el mecanismo de conducción se en reposo. Expresada por la siguiente ecuación: (Cengel, 2007)

$$\dot{Q}_{conv} = h A_s (T_s - T_\infty) \quad (W)$$



Radiación

Esto es lo que sucede cuando la materia libera energía en forma de onda luminosa: se produce por cambios en las configuraciones electrónicas de moléculas o átomos. (Cengel, 2007)

$$\dot{Q}_{emitida} = \varepsilon \sigma A_s T_s^4 \quad (W)$$

2.2. Definición de términos

Radiador.

Es un dispositivo que facilita el intercambio de calor entre 2 medios, uno de los cuales suele ser el aire circundante. Su función principal es disipar el calor de un objeto para evitar el sobrecalentamiento, aunque en algunos casos también se puede utilizar para utilizar el calor, como calentar un espacio u otro objeto con el calor liberado.

Refrigerante.

Un refrigerante o fluido refrigerante es un fluido importante en aplicaciones de transferencia de calor que absorbe calor a baja temperatura y presión mientras lo cede a alta temperatura y presión, generalmente a través de cambios de fase.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos de investigación

Se utiliza la técnica deductivo e inductivo

3.2. Ámbito de la investigación

Este estudio se realiza a una altitud de 3825 msnm.

Tabla 6.

Características del ámbito de investigación

Departamento:	Puno
Provincia:	San Román
Distrito:	Juliaca
Altitud:	3825 m.s.n.m.
Latitud:	15° 29' 36"
Longitud:	70° 8' 8"
Presión atmosférica:	0.65 bar

Fuente: <https://www.districto.pe/districto-juliaca.html>



3.3. Población y muestra

Población

Se tiene como población a los motores gasolineros

Muestra

Se tiene como muestra un motor de 1.5 litros de cilindrada

3.4. Técnicas e instrumentos de recogida de datos

Técnicas

- Observación
- Análisis de documentación
- Procedimiento de cálculos

Instrumentos

- Ficha de acopio de datos
- Documentos (revistas, catálogos)
- Termómetro
- Microsoft Excel

3.5. Recogida de datos

Primero se analiza las características del medio ambiente parámetros de temperatura y presión necesarios para el análisis de transferencia de calor del sistema de refrigeración, siendo el componente más importante el intercambiador de calor y el flujo cruzado no mezclado de 1 fila. Además, se tiene las temperaturas de entrada y salida del agua y aire. Para optimizar la eficiencia se analiza el intercambiador de calor con 2 filas.



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación

Los motores de combustión interna por el sobrecalentamiento del motor se afectan a los componentes, por ello el planteamiento de esta tesis, donde se analiza el sistema de enfriamiento donde se determina la eficiencia mediante cálculos correspondientes. Este trabajo espero que de alguna forma sea un aporte para solución de problemas que se muestran en los motores en su operatividad en altitudes.

4.2. Análisis e interpretaciones de resultados

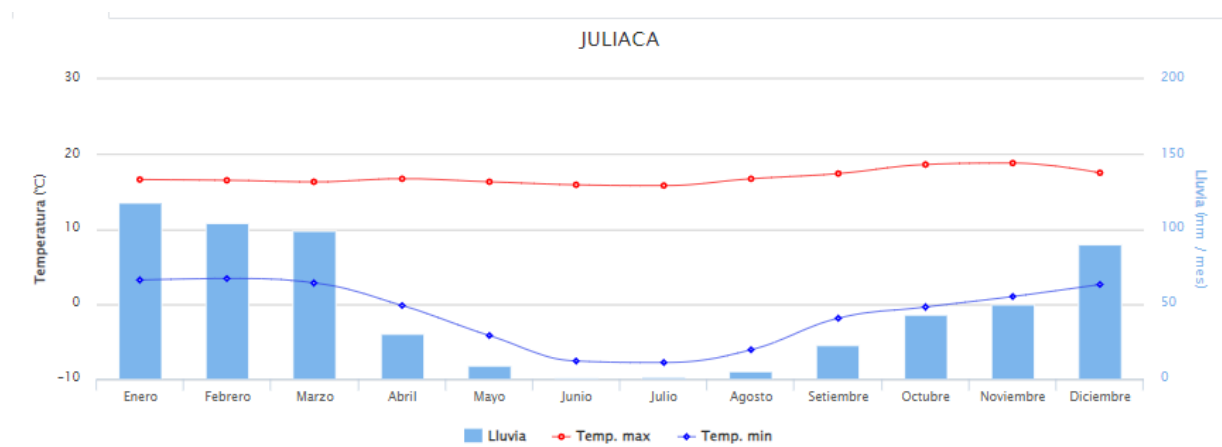
4.2.1. Características del medio ambiente a 3825 m.s.n.m.

Temperatura:

Según Senamhi (2022). La temperatura varia de -5°C a 18°C

Figura 11.

Temperatura promedio en la ciudad de Juliaca (3825 m.s.n.m.)



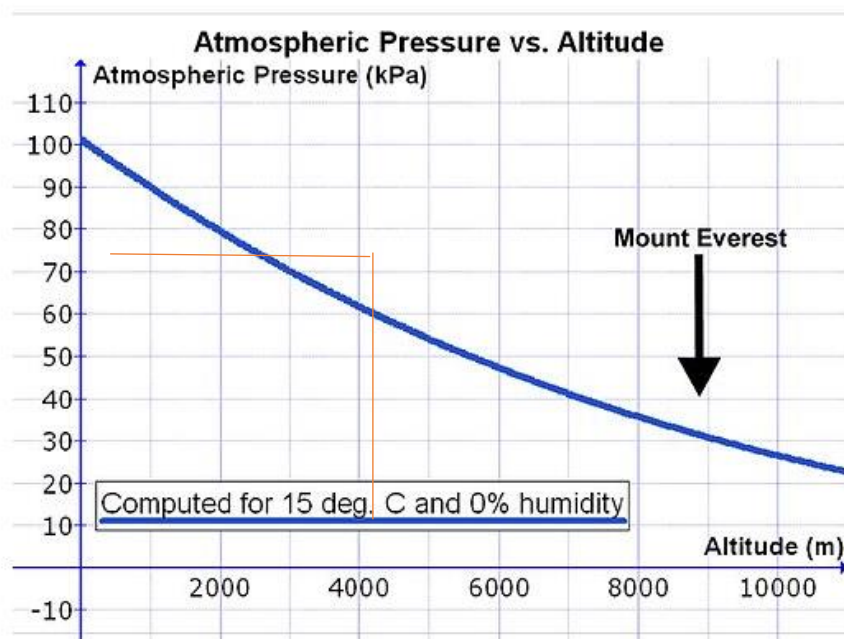
Fuente: www.senamhi.gob.pe

Presión:

La presión varía según altura, para determinar se usará el siguiente grafico

Figura 12.

Relación entre altura y presión atmosférica



Fuente: AristaSur, 2017



4.2.2. Análisis de eficiencia energética del sistema de refrigeración

Para ello se tiene los siguientes parámetros del sistema de refrigeración del motor de 1.5 litros de cilindrada

a) Radiador

Es un intercambiador de calor de flujo cruzado no mezclado, consta de 55 celdas de forma plana con una longitud de 0.42m., cuya función es disipar calor mediante flujo de aire forzado. El material de las celdas es de cobre de un espesor mínimo de mayor conductividad térmica

b) Ventilador

El ventilador es de tipo axial de 8 alabes, diámetro exterior de 0,40m.

Tiene como función de crear flujo de aire, este pasa a través del exterior de las celdas extrayendo el calor de las celdas del radiador

c) Termostato

Es una válvula que permanece cerrada mediante el resorte, hasta que el motor llegue a una temperatura indicada en el termostato, en este caso la escala es 82°C, cuya función es controlar la temperatura de funcionamiento del motor

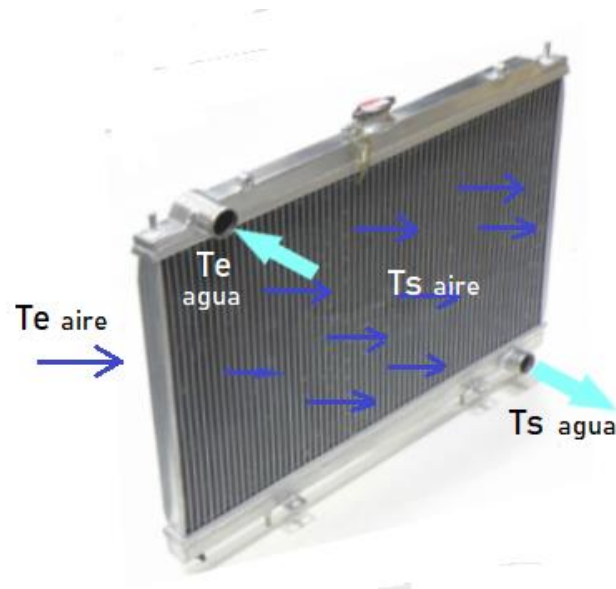
d) Bomba de agua

Es tipo centrífuga accionado mediante sistema de transmisión por fajas con una potencia de ½ HP aproximadamente

4.2.3. Temperaturas obtenidas de la medición

Figura 13.

Esquema del intercambiador de calor



Fuente: Propia

Datos obtenidos:

Tabla 7.

Parámetros del medio ambiente a 3825 m.s.n.m.

Temperatura (T_0)	15°C
Presión (P_0)	0.65 bar
Densidad (ρ_0)	15.09 $\frac{Kg}{m^3}$

Fuente: Propia



❖ Densidad:

$$\rho_0 = \frac{P_0}{R T_0}$$

Donde: R = 0.287 KJ/kg °C

$$\rho_0 = \frac{65}{0.287 * 15}$$

$$\rho_0 = 15.09 \frac{Kg}{m^3}$$

Tabla 8.

Parámetros del intercambiador de calor de 1 fila

Longitud de la celda del radiador	0.42m.
Numero de celdas	55
Numero de filas	1
Perímetro de la celda	$(0.020 * 2) + (0.001 * 2) = 0.042m$

Fuente: Propia

Tabla 9.

Temperatura de salida y entrada del agua al intercambiador de calor de 1 fila

Temperatura de entrada del agua al radiador (<i>Te agua</i>)	82 °C
Temperatura de salida del agua del radiador (<i>Ts agua</i>)	70°C
Flujo másico del agua (<i>m_{agua}</i>)	$2.2 \frac{kg}{s}$

Fuente: Propia

Para el cálculo de flujo másico del agua es velocidad por ares donde el área transversal del agua es 7.07×10^{-4} , y considerando una velocidad de 3 m/s se tiene

2.2. Kg/s

Tabla 10.

Temperatura de entrada y salida del aire al intercambiador de calor de 1 fila

Temperatura de entrada del aire al radiador (<i>Te aire</i>)	15 °C
Temperatura de salida del aire al radiador (<i>Ts aire</i>)	25 °C

Fuente: Propia

4.2.4. Coeficiente de Transferencia de calor de intercambiador de 1 fila

$$Q = UA F \Delta T$$

Donde:

U: Coeficiente de transferencia de calor en $\frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$

A: Area superficial de transferencia de calor en m^2

F: Factor de correccion

ΔT : Variación de temperatura en $^\circ\text{C}$

$$Q = \dot{m} C_p (T_2 - T_1)$$

Para encontrar C_p

$$T = \frac{T_1 + T_2}{2}$$



$$T = \frac{82 + 70}{2}$$

$$T = 76^{\circ}\text{C}$$

Según Tabla A-9

$$C_p = 4.193 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg } ^{\circ}\text{K}}$$

Entonces la transferencia de calor será:

$$Q = \dot{m} C_p (T_2 - T_1)$$

$$Q = 2.2 * 4.193 * (82 - 70)$$

$$Q = 110.7 \text{ KW}$$

Hallamos el área

$$A_s = n l L$$

Donde:

$$n = 55 * 1$$

$$n = 55$$

Por lo tanto:

$$A_s = 55 * 0.042 * 0.42$$

$$A_s = 0.97 \text{ m}^2$$



Hallamos variación de temperatura

$$\Delta T_1 = T_{e\ agua} - T_{s\ aire}$$

$$\Delta T_1 = 82 - 25 = 57^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_2 = T_{s\ agua} - T_{e\ aire}$$

$$\Delta T_2 = 70 - 15 = 55^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)}$$

$$\Delta T = \frac{57 - 55}{\ln\left(\frac{57}{55}\right)} = 56^\circ\text{C}$$

Determinación de factores

$$P = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1}$$

$$P = \frac{70 - 82}{15 - 82} = 0,18$$

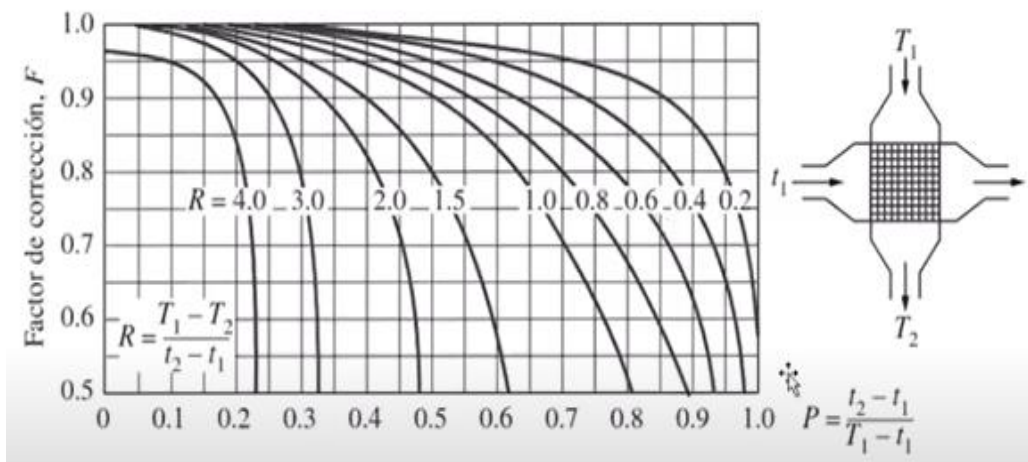
$$R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1}$$

$$R = \frac{15 - 25}{70 - 82} = 0.83$$

Se determina el factor de corrección F, mediante el siguiente gráfico:

Figura 14.

Diagrama de factor de corrección F de intercambiador de calor



Fuente: Cengel, 2007

Se puede observar que $F=1,00$

Por lo tanto:

$$Q = UA F \Delta T$$

$$U = \frac{\dot{Q}}{A_s F \Delta T} = \frac{110.7}{0.97 * 1.0 * 56}$$

$$U = 2038 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

4.2.5. Efectividad del intercambiador del calor

$$\varepsilon = \frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_{max}}$$

Donde:

$$\dot{Q}_{max} = C_{min.} (T_{e\ agua} - T_{e\ aire})$$



Determinación de C_{min} .

$$C_{agua} = \dot{m}_{agua} C_p \text{ agua}$$

$$C_{agua} = 2.2 * 4.193 = 9.22 \frac{KW}{^{\circ}C}$$

$$C_{aire} = \dot{m}_{aire} C_p \text{ aire}$$

Determinación de $C_p \text{ aire}$

Primero determinamos la temperatura promedio

$$T = \frac{T_s \text{ aire} - T_e \text{ aire}}{2} = \frac{25 + 15}{2}$$

$$T = 20 \text{ }^{\circ}C$$

De la tabla A-15

$$C_p \text{ aire} = 1,007 \frac{KJ}{Kg \text{ }^{\circ}C}$$

Determinación de \dot{m}_{aire}

$$\dot{Q} = \dot{m}_{aire} C_p \text{ aire} (T_s \text{ aire} - T_e \text{ aire})$$

$$\dot{m}_{aire} = \frac{\dot{Q}}{C_p \text{ aire} (T_s \text{ aire} - T_e \text{ aire})} = \frac{110.7}{1.007 * (25 - 15)}$$

$$\dot{m}_{aire} = 11 \frac{Kg}{s}$$

Entonces:

$$C_{aire} = 11 * 1.007 = 11.077 \frac{KW}{^{\circ}C}$$



Por lo tanto:

$$C_{min.} = 9.22 \frac{KW}{^{\circ}C}$$

Finalmente:

$$\dot{Q}_{max} = C_{min.} * (T_{e\ agua} - T_{e\ aire})$$

$$\dot{Q}_{max} = 9.22 * (82 - 15)$$

$$\boxed{\dot{Q}_{max} = 617.74\ KW}$$

La efectividad del intercambiador de calor será:

$$\varepsilon = \frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_{max}}$$

$$\varepsilon = \frac{110.7}{617.74}$$

$$\boxed{\varepsilon = 0.18 = 18\%}$$

A continuación se muestra en la siguiente tabla los parámetros que se obtuvieron realizando el calculo



Tabla 11.

Resultados de parámetros calculados de intercambiador de calor de 1 fila

Transferencia de calor (\dot{Q})	110.7 KW
Área superficial de transferencia de calor (A_s)	1.94 m ²
Variación de temperatura (ΔT)	56 °C
Factor de corrección (F)	1,00
Coefficiente de transferencia de calor (U)	2038 $\frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$
Transferencia de calor máximo (\dot{Q}_{max})	617.74 KW
Efectividad del intercambiador (ϵ)	18 %

Fuente: Propia

4.2.6. Análisis de transferencia de calor de intercambiador con 2 filas

Se realiza el análisis de transferencia de calor de un intercambiador de 2 filas

Tabla 12.

Parámetros de intercambiador de calor de 2 filas

Longitud de la celda del radiador	0,42m.
Numero de celdas	55
Numero de filas	2
Perímetro de las celdas	$(0.020 * 2) + (0.001 * 2) = 0.042m$

Fuente: Propia



Tabla 13.

Temperatura de entrada y salida del agua al intercambiador de calor de 2 filas

Temperatura de entrada del agua al radiador ($T_e \text{ agua}$)	82 °C
Temperatura de salida del agua del radiador ($T_s \text{ agua}$)	64°C
Flujo másico del agua (\dot{m}_{agua})	2.2 $\frac{kg}{s}$

Fuente: Propia

Tabla 14.

Temperatura de entrada y salida del aire al intercambiador de calor de 2 filas

Temperatura de entrada del aire al radiador ($T_e \text{ aire}$)	15 °C
Temperatura de salida del aire al radiador ($T_s \text{ aire}$)	32 °C

Fuente: Propia

4.2.7. Coeficiente de Transferencia de calor de intercambio de calor de 2 filas

$$Q = U A F \Delta T$$

Donde:

U : Coeficiente de transferencia de calor en $\frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$

A : Area superficial de transferencia de calor en m^2

F : Factor de correccion



ΔT : Variación de temperatura en °C

$$Q = \dot{m} C_p (T_2 - T_1)$$

Para encontrar Cp

$$T = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

$$T = \frac{82 + 64}{2}$$

$$T = 73^\circ\text{C}$$

Según Tabla A-9

$$C_p = 4,19 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}}$$

Entonces la transferencia de calor será:

$$Q = \dot{m} C_p (T_2 - T_1)$$

$$Q = 2.2 * 4,19 * (82 - 64)$$

$$Q = 165.92 \text{ KW}$$

Hallamos el área

$$A_s = n l L$$

Donde:

$$n = 55 * 2$$

$$n = 110$$

Por lo tanto:



$$A_s = 110 * 0.042 * 0.42$$

$$A_s = 1.94 \text{ m}^2$$

Hallamos variación de temperatura

$$\Delta T_1 = T_{e \text{ agua}} - T_{s \text{ aire}}$$

$$\Delta T_1 = 82 - 32 = 50^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_2 = T_{s \text{ agua}} - T_{e \text{ aire}}$$

$$\Delta T_2 = 64 - 15 = 49^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)}$$

$$\Delta T = \frac{50 - 49}{\ln\left(\frac{50}{49}\right)} = 49.5^\circ\text{C}$$

Determinación de factores

$$P = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1}$$

$$P = \frac{64 - 82}{15 - 82} = 0.27$$

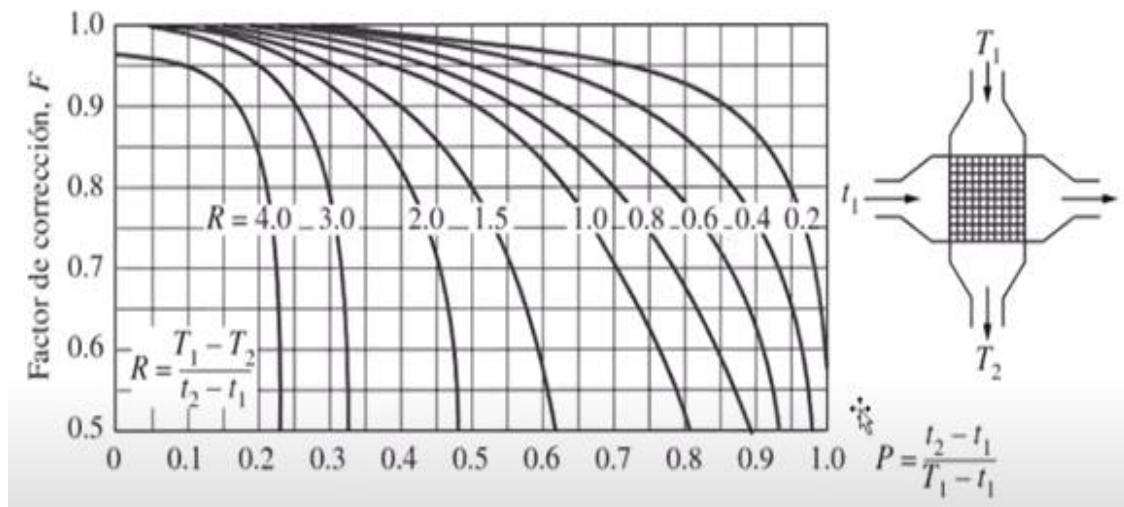
$$R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1}$$

$$R = \frac{15 - 32}{64 - 82} = 0.94$$

Se determina el factor de corrección F, mediante el siguiente gráfico:

Figura 15.

Diagrama de factor de corrección F para intercambio de calor de 2 filas



Fuente: Cengel, 2007

Se puede observar que $F=0,98$

Por lo tanto:

$$Q = UA F \Delta T$$

$$U = \frac{\dot{Q}}{A_s F \Delta T} = \frac{165.92}{1.94 * 0.98 * 49.5}$$

$$U = 1763 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

4.2.8. Efectividad del intercambiador del calor

$$\varepsilon = \frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_{max}}$$

Donde:

$$\dot{Q}_{max} = C_{min} \cdot (T_{e\text{ agua}} - T_{e\text{ aire}})$$



Determinación de C_{min} .

$$C_{agua} = \dot{m}_{agua} C_{p\ agua}$$

$$C_{agua} = 2.2 * 4,19 = 9.22 \frac{KW}{^{\circ}C}$$

$$C_{aire} = \dot{m}_{aire} C_{p\ aire}$$

Determinación de $C_{p\ aire}$

Primero determinamos la temperatura promedio

$$T = \frac{T_{s\ aire} - T_{e\ aire}}{2} = \frac{32 + 15}{2}$$

$$T = 23.5^{\circ}C$$

De la tabla A-15

$$C_{p\ aire} = 1,007 \frac{KJ}{Kg\ ^{\circ}C}$$

Determination de \dot{m}_{aire}

$$\dot{Q} = \dot{m}_{aire} C_{p\ aire} (T_{s\ aire} - T_{e\ aire})$$

$$\dot{m}_{aire} = \frac{\dot{Q}}{C_{p\ aire} (T_{s\ aire} - T_{e\ aire})} = \frac{165.92}{1,007 * (32 - 15)}$$

$$\dot{m}_{aire} = 9.7 \frac{Kg}{s}$$

Entonces:

$$C_{aire} = 6,11 * 1,007 = 9.77 \frac{KW}{^{\circ}C}$$



Por lo tanto:

$$C_{min.} = 9.22 \frac{KW}{^{\circ}C}$$

Finalmente:

$$\dot{Q}_{max} = C_{min.} * (T_{e\ agua} - T_{e\ aire})$$

$$\dot{Q}_{max} = 9.22 * (82 - 15)$$

$$\dot{Q}_{max} = 617.74 \text{ KW}$$

La efectividad del intercambiador de calor será:

$$\varepsilon = \frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_{max}}$$

$$\varepsilon = \frac{165.92}{617.74}$$

$$\varepsilon = 0.27 = 27\%$$

Tabla 15.

Resultado de parámetros calculados de intercambiador de calor de 2 filas

Transferencia de calor (\dot{Q})	165.92 KW
Área superficial de transferencia de calor (A_s)	1.94 m ²
Variación de temperatura (ΔT)	49.5 °C
Factor de corrección (F)	1,00
Coefficiente de transferencia de calor (U)	1763 $\frac{W}{m^2 \text{ } ^{\circ}C}$
Transferencia de calor máximo (\dot{Q}_{max})	617.74 KW
Efectividad del intercambiador (ε)	27%

Fuente: Propia

4.2.9. Tiempo que demora el motor a llegar a la temperatura adecuada

Tabla 16.

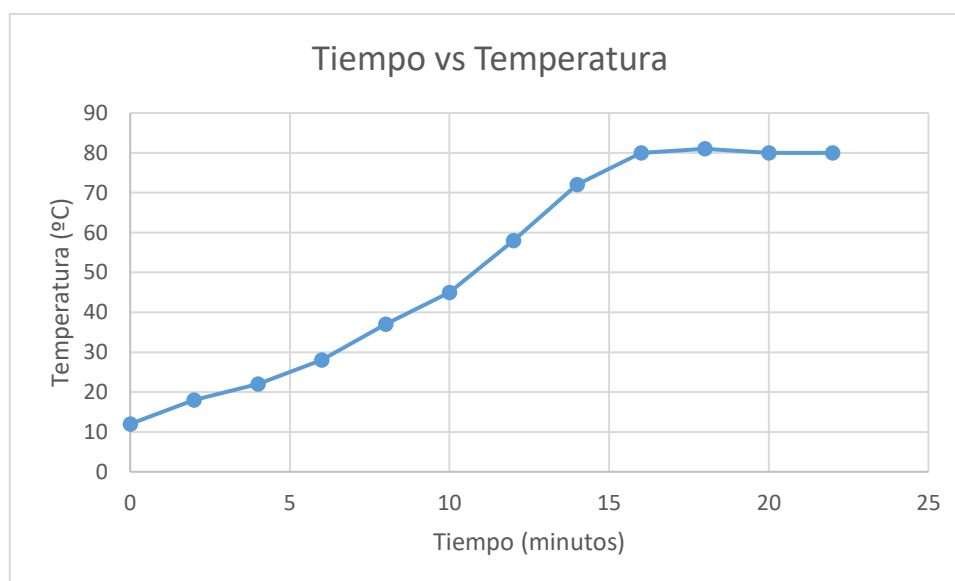
Tiempo que demora el motor para llegar a la temperatura adecuada

Nº	Tiempo (minutos)	Temperatura (°C)
1	0	12
2	2	18
3	4	22
4	6	28
5	8	37
6	10	45
7	12	58
8	14	72
9	16	80
10	18	81
11	20	80
12	22	80

Fuente: Elaboración propia

Figura 16.

Curva de tiempo vs. Temperatura



Fuente: Elaboración propia



4.3. Discusión de resultados

(Miranda, 2020). El título de su tesis es "Un estudio sobre las pérdidas de energía en un motor de combustión interna (MECH) de gasolina de 1600 cm³ que impulsa un automóvil de particular".

En esta investigación el autor realiza un análisis experimental del vehículo mediante distribución de las temperaturas superficiales, se utilizan instrumentos para mediciones de temperaturas; asimismo se desarrolla cálculos de transferencia de calor, sistema de refrigeración y pérdida de calor en gases de escape que da un rendimiento de 33% y realizando análisis exergético un rendimiento de 43%; además de los gases que se expulsan están dentro del rango permitido

(Rojas, 2007). En su tesis titulada "aumento de eficiencia de un motor de combustión interna mediante la recuperación de energía"

El objetivo de este estudio es desarrollar un sistema de recirculación de energía, con el objetivo de mejorar la eficiencia del ciclo, lo que a su vez conduce a una disminución en el uso de gasolina. Esto implica el uso de gases de escape a alta temperatura que ayudan a mejorar el consumo de gasolina; de ahí la sugerencia de un diseño de intercambiador de calor. Una prueba de laboratorio para este equipo sería un paso adelante hacia futuras investigaciones sobre la utilización óptima del combustible. Sin duda, tal determinación podría contribuir en gran medida a los avances en las tecnologías de eficiencia del combustible.

(Gavilema, 2014). Su tesis se denominó "Estudio Teórico y Experimental de los Parámetros de Funcionamiento de un Motor de Combustión de Gasolina a Diferentes Concentraciones de Agua – Refrigerante".



Se formarán once concentraciones de agua refrigerante utilizando un diseño experimental completamente aleatorio (DCA), que refleja los utilizados en el sistema de refrigeración. De manera similar, los ciclos de conducción se llevarán a cabo a lo largo de una ruta predeterminada específica para adquirir lecturas de temperatura del refrigerante en la entrada, así como mediciones de salida del motor.

(Herrera, 2020). En su tesis titulada "diseño de un sistema de refrigeración para un motor de combustión interna"

Los resultados de la prueba fueron la demostración del sistema de refrigeración utilizado, desglosando sus componentes en detalle junto con las funcionalidades individuales. Además, también se proporcionó una descripción general de cómo funcionan todos los elementos juntos dentro del sistema. Esto se combinó con un análisis del balance de masa y energía, destinado a determinar la energía térmica que debe disiparse del motor a través del sistema de enfriamiento. La evaluación también incluyó una descripción sobre la metodología de cálculo utilizada para determinar la capacidad del intercambiador de calor. En conclusión, los hallazgos resaltaron estrategias de implementación específicas de sistemas de gestión térmica por parte del motor considerado.

(Quenta, 2017). Presentó su tesis: "Análisis termodinámico del sistema de refrigeración y efectos en el rendimiento del motor SY1033DFH4 empleando agua natural y refrigerante Vistany en la empresa Antares Architects S.R.L. en la ciudad del cusco".

Para lograr esto se tomaron lecturas de temperaturas tanto en la entrada como en la salida del radiador para los agentes refrigerantes; estas lecturas se tomaron tres veces cada una. A continuación, realizamos un análisis térmico del sistema de



refrigeración. Los resultados de nuestro estudio muestran que el agua natural extrae más calor como refrigerante en comparación con el anticongelante Vistany con una diferencia promedio de 10,47 KW. Para validar aún más nuestros hallazgos, realizamos un análisis de varianza (ANOVA) para verificar los resultados obtenidos, que mostraron que ambos agentes refrigerantes difieren significativamente, indicado por un valor p inferior a 0,0032 en la salida del radiador e inferior a 0,0001 en el radiador.



CONCLUSIONES

PRIMERA: Se evaluó la eficiencia energética del sistema de refrigeración para determinar el rendimiento del motor gasoliner de 1.5 litros de cilindrada

SEGUNDA: Se establece que las características del medio ambiente a una altitud de 3825 msnm son: temperatura promedio de 15°C y presión de 0.65 bar

TERCERA: Se realizó el análisis de intercambiador de calor del sistema de refrigeración de un motor de 1.5 litros de cilindrada el cual tiene una longitud de 0.42m.; 55 celdas y número de filas es 1 llegando a determinar una eficiencia de 18%

CUARTA: Se realizó un análisis de intercambiador de calor con las mismas características, pero de número de filas es 2., en donde la eficiencia es de 27%; aumentado en un 9%



RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda realizar el análisis del intercambiador de calor para vehículos de diferente cilindrada

SEGUNDA: Se recomienda determinar el análisis de transferencia de calor a diferentes altitudes

TERCERA: Se recomienda que estos cálculos realizados servirán para futuras investigaciones

CUARTA: Se recomienda que según resultados obtenidos de los análisis de transferencia de calor se tiene mayor eficiencia con radiador con mayor número de filas



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beltran, I., & Rivera, A. (2019). *Estudio de un Sistema de Refrigeración*. Juliaca: Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez.
- Chuquimamani, B. (2022). Temperatura óptima del sistema de refrigeración para mejorar el rendimiento del motor de combustión interna en altitud. *Revista de Estudios Andinos*, 848.
- Chura, F. R. (2022). *Análisis del balance energetico de un motor gasolinero 1,5l del vehiculo*. Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Veláquez.
- Cordova, E. I. (2013). *Se realiza un estudio de un motor de combustión interna con el fin de conocer sus parámetros operativos y viabilidad para su uso en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica*. Ecuador.
- Flores, Y., & Chagua, D. (2023). *La tarea de diseño para este caso particular sería, entre otros requisitos, determinar la carga térmica que debe soportar un sistema de aire acondicionado instalado en un auditorio, en función de diversos factores*. Puno 2023. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Gavilema, H. D. (2014). *Durante esta investigación se cubren aspectos tanto teóricos como prácticos, ya que nuestro objetivo no solo es derivar expresiones matemáticas sino también observar físicamente cómo los cambios en la concentración de agua-refrigerante afectan los indicadores de rendimiento del motor, como la potencia y la tasa de consumo de combustible*. Ecuador: Escuela superior politécnica de chimborazo.
- Herrera, A. F. (2020). *Creación de una configuración de refrigeración para un motor de combustión interna*. Colombia



- Mejia, A. P. (2022). *Diseñar un radiador por el que circula refrigerante (normalmente utilizado en motores de combustión interna) mediante el método tubular con flujo cruzado y aletas en forma de panal*. Arequipa
- Miranda, K. A. (2020). *Evaluación de las disipaciones de energía en un motor de gasolina (MECH) de 1600 cm³ dentro de su desempeño térmico mediante el análisis de las pérdidas de un ICV*. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Montesinos, A. G. (2017). *Propuestas de metodologías para el análisis exergetico de un motor de encendido por chispa* . Lima.
- Olivos, C. E. (2022). *Optimización del sistema de refrigeración del Motor Toyota Yaris*. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.
- Perez, Y. (2020). *Un enfoque innovador en la creación de un vehículo de 1300 cc de bajo consumo de combustible: un diseño de sistema de refrigeración por absorción. El proyecto de desarrollo de Trujillo se lleva a cabo en la Universidad César Vallejo*.
- Qquenta, E. J. (2017). *Un estudio sobre los aspectos termodinámicos del sistema de refrigeración y su impacto en el rendimiento del motor: SY1033DFH4 utilizando agua natural y refrigerante Vistany, implementado por Antares Arquitectos S.R.L. con sede en Cuzco. Este proyecto de investigación tiene su sede en la Universidad Nacional del Altiplano, Puno*.
- Ramos, J. A. (2022). *Desarrollo de un radiador con un enfoque de tubo de enfriamiento independiente específicamente para el diseño del conjunto de enfriamiento del camión minero CAT 793C*. Arequipa.



- Rojas, M. A. (2007). *Mejora del rendimiento de una central eléctrica de combustión interna mediante la recuperación de energía*. Mexico: Tecnológico de Monterrey.
- Salcedo, J. (2020). *Tipos, características, componentes, principio de funcionamiento y procedimientos de reparación de sistemas de refrigeración y lubricación en motores: refrigerante*.
- Catalogo Termostato. (2016). *Termostato*. ACDelco.
- Vallejo, C. E. (2016). *Evaluación de diferentes tipos de refrigerantes y su influencia en la eficiencia del motor otto*.
- SPQ. (01 de 12 de 2015). <http://www.spqchile.cl/>.
- Héctor, C., Carlos, M., & Carlos, P. (2015). *Obtención de Metanol Propiedades-Usos*. Buenos Aires
- Cengel, Y. A. (2007). *Transferencia de calor y masa*. Editorial: McGrawHill



APÉNDICES

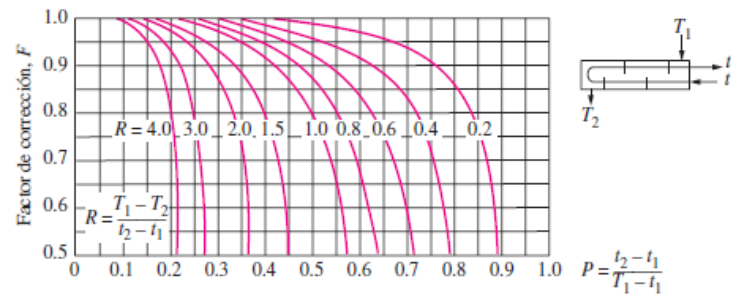


Apéndice 1: Matriz de Consistencia

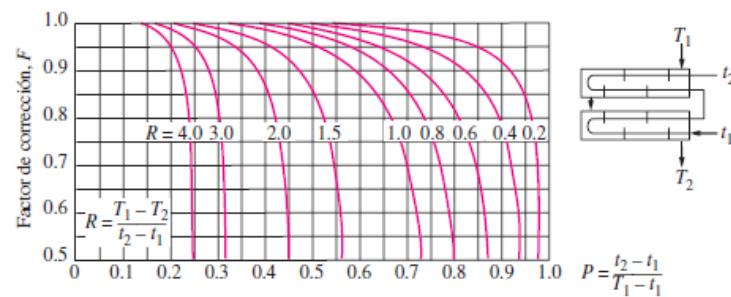
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y RENDIMIENTO EN MOTOR GASOLINERO DE 1.5 LITROS A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Diseño Metodológico
<p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera se puede evaluar la eficiencia energética del sistema de refrigeración y rendimiento de un motor gasolinero de 1? ¿5 litros a 3825 metros sobre el nivel del mar, 2023?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo se puede establecer las características del medio ambiente que influyen en la eficiencia energética del sistema de refrigeración del motor gasolinero de 1?5 litros de cilindrada a 3825 metros sobre el nivel del mar? • ¿De qué manera se puede analizar eficiencia energética del sistema de refrigeración del motor gasolinero de 1?5 litros de cilindrada a 3825 metros sobre el nivel del mar? • ¿Cómo se puede determinar el rendimiento de un motor gasolinero de 1?5 litros de cilindrada a 3825 metros sobre el nivel mar? 	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar la eficiencia energética del sistema de refrigeración y rendimiento de un motor gasolinero de 1.5 litros a 3825 metros sobre el nivel del mar, 2023</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer las características del medio ambiente que influyen en la eficiencia energética del sistema de refrigeración del motor gasolinero de 1.5 litros de cilindrada a 3825 metros sobre el nivel del mar • Analizar eficiencia energética del sistema de refrigeración del motor gasolinero de 1.5 litros de cilindrada a 3825 metros sobre el nivel del mar • Determinar el rendimiento de un motor gasolinero de 1.5 litros de cilindrada a 3825 metros sobre el nivel mar 	<p>Hipótesis General:</p> <p>Si se evalúa la eficiencia energética del sistema de refrigeración entonces se determinará el rendimiento del motor gasolinero de 1.5 litros de cilindrada</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si se establece características del medio ambiente entonces se podrá analizar la eficiencia energética del sistema de refrigeración • Si se analiza la eficiencia energética del sistema de refrigeración del motor gasolinero de 1.5 litros de cilindrada, entonces se conocerá el rendimiento • Si se determina el rendimiento de un motor gasolinero de 1.5 litros de cilindrada a 3825 metros sobre el nivel mar, entonces se podrá plantear soluciones 	<p>Tipo y nivel de investigación:</p> <p>El tipo de investigación es básico - descriptivo</p>

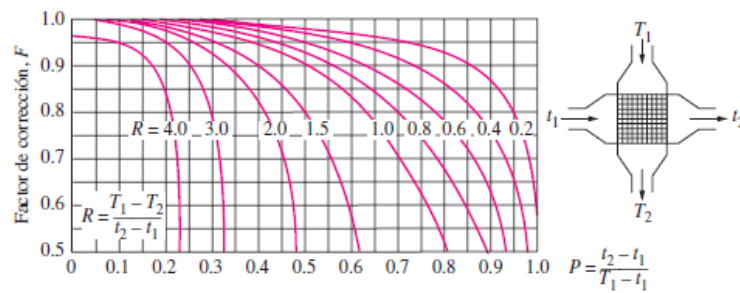
Apendice 2. Otros



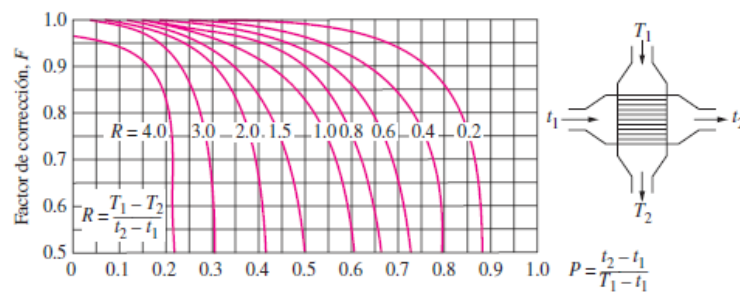
a) Un paso por la coraza y 2, 4, 6, etc. (cualquier múltiplo de 2) pasos por los tubos



b) Dos pasos por la coraza y 4, 8, 12, etc. (cualquier múltiplo de 4) pasos por los tubos



c) Flujo cruzado de un solo paso con los dos fluidos de flujo no *mezclado*



d) Flujo cruzado de un solo paso con uno de los fluidos de flujo *mezclado* y el otro no *mezclado*

FIGURA 11-18

Diagramas del factor de corrección F para intercambiadores de calor comunes de tubos y coraza de flujo cruzado.

(Tomado de Bowman, Mueller y Nagle.)



TABLA A-9

Propiedades del agua saturada

Temp., T °C	Presión de saturación, P _{sat} , kPa	Densidad, ρ kg/m ³		Entalpía de vaporización, h _g , kJ/kg	Calor específico, C _p , J/kg · K		Conductividad térmica, k W/m · K		Viscosidad dinámica, μ kg/m · s		Número de Prandtl, Pr		Coeficiente de expansión volumétrica, β 1/K
		Líquido	Vapor		Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	
0.01	0.6113	999.8	0.0048	2 501	4 217	1 854	0.561	0.0171	1.792 × 10 ⁻³	0.922 × 10 ⁻⁵	13.5	1.00	-0.068 × 10 ⁻³
5	0.8721	999.9	0.0068	2 490	4 205	1 857	0.571	0.0173	1.519 × 10 ⁻³	0.934 × 10 ⁻⁵	11.2	1.00	0.015 × 10 ⁻³
10	1.2276	999.7	0.0094	2 478	4 194	1 862	0.580	0.0176	1.307 × 10 ⁻³	0.946 × 10 ⁻⁵	9.45	1.00	0.733 × 10 ⁻³
15	1.7051	999.1	0.0128	2 466	4 186	1 863	0.589	0.0179	1.138 × 10 ⁻³	0.959 × 10 ⁻⁵	8.09	1.00	0.138 × 10 ⁻³
20	2.339	998.0	0.0173	2 454	4 182	1 867	0.598	0.0182	1.002 × 10 ⁻³	0.973 × 10 ⁻⁵	7.01	1.00	0.195 × 10 ⁻³
25	3.169	997.0	0.0231	2 442	4 180	1 870	0.607	0.0186	0.891 × 10 ⁻³	0.987 × 10 ⁻⁵	6.14	1.00	0.247 × 10 ⁻³
30	4.246	996.0	0.0304	2 431	4 178	1 875	0.615	0.0189	0.798 × 10 ⁻³	1.001 × 10 ⁻⁵	5.42	1.00	0.294 × 10 ⁻³
35	5.628	994.0	0.0397	2 419	4 178	1 880	0.623	0.0192	0.720 × 10 ⁻³	1.016 × 10 ⁻⁵	4.83	1.00	0.337 × 10 ⁻³
40	7.384	992.1	0.0512	2 407	4 179	1 885	0.631	0.0196	0.653 × 10 ⁻³	1.031 × 10 ⁻⁵	4.32	1.00	0.377 × 10 ⁻³
45	9.593	990.1	0.0655	2 395	4 180	1 892	0.637	0.0200	0.596 × 10 ⁻³	1.046 × 10 ⁻⁵	3.91	1.00	0.415 × 10 ⁻³
50	12.35	988.1	0.0831	2 383	4 181	1 900	0.644	0.0204	0.547 × 10 ⁻³	1.062 × 10 ⁻⁵	3.55	1.00	0.451 × 10 ⁻³
55	15.76	985.2	0.1045	2 371	4 183	1 908	0.649	0.0208	0.504 × 10 ⁻³	1.077 × 10 ⁻⁵	3.25	1.00	0.484 × 10 ⁻³
60	19.94	983.3	0.1304	2 359	4 185	1 916	0.654	0.0212	0.467 × 10 ⁻³	1.093 × 10 ⁻⁵	2.99	1.00	0.517 × 10 ⁻³
65	25.03	980.4	0.1614	2 346	4 187	1 926	0.659	0.0216	0.433 × 10 ⁻³	1.110 × 10 ⁻⁵	2.75	1.00	0.548 × 10 ⁻³
70	31.19	977.5	0.1983	2 334	4 190	1 936	0.663	0.0221	0.404 × 10 ⁻³	1.126 × 10 ⁻⁵	2.55	1.00	0.578 × 10 ⁻³
75	38.58	974.7	0.2421	2 321	4 193	1 948	0.667	0.0225	0.378 × 10 ⁻³	1.142 × 10 ⁻⁵	2.38	1.00	0.607 × 10 ⁻³
80	47.39	971.8	0.2935	2 309	4 197	1 962	0.670	0.0230	0.355 × 10 ⁻³	1.159 × 10 ⁻⁵	2.22	1.00	0.653 × 10 ⁻³
85	57.83	968.1	0.3536	2 296	4 201	1 977	0.673	0.0235	0.333 × 10 ⁻³	1.176 × 10 ⁻⁵	2.08	1.00	0.670 × 10 ⁻³
90	70.14	965.3	0.4235	2 283	4 206	1 993	0.675	0.0240	0.315 × 10 ⁻³	1.193 × 10 ⁻⁵	1.96	1.00	0.702 × 10 ⁻³
95	84.55	961.5	0.5045	2 270	4 212	2 010	0.677	0.0246	0.297 × 10 ⁻³	1.210 × 10 ⁻⁵	1.85	1.00	0.716 × 10 ⁻³
100	101.33	957.9	0.5978	2 257	4 217	2 029	0.679	0.0251	0.282 × 10 ⁻³	1.227 × 10 ⁻⁵	1.75	1.00	0.750 × 10 ⁻³
110	143.27	950.6	0.8263	2 230	4 229	2 071	0.682	0.0262	0.255 × 10 ⁻³	1.261 × 10 ⁻⁵	1.58	1.00	0.798 × 10 ⁻³
120	198.53	943.4	1.121	2 203	4 244	2 120	0.683	0.0275	0.232 × 10 ⁻³	1.296 × 10 ⁻⁵	1.44	1.00	0.858 × 10 ⁻³
130	270.1	934.6	1.496	2 174	4 263	2 177	0.684	0.0288	0.213 × 10 ⁻³	1.330 × 10 ⁻⁵	1.33	1.01	0.913 × 10 ⁻³
140	361.3	921.7	1.965	2 145	4 286	2 244	0.683	0.0301	0.197 × 10 ⁻³	1.365 × 10 ⁻⁵	1.24	1.02	0.970 × 10 ⁻³
150	475.8	916.6	2.546	2 114	4 311	2 314	0.682	0.0316	0.183 × 10 ⁻³	1.399 × 10 ⁻⁵	1.16	1.02	1.025 × 10 ⁻³
160	617.8	907.4	3.256	2 083	4 340	2 420	0.680	0.0331	0.170 × 10 ⁻³	1.434 × 10 ⁻⁵	1.09	1.05	1.145 × 10 ⁻³
170	791.7	897.7	4.119	2 050	4 370	2 490	0.677	0.0347	0.160 × 10 ⁻³	1.468 × 10 ⁻⁵	1.03	1.05	1.178 × 10 ⁻³
180	1 002.1	887.3	5.153	2 015	4 410	2 590	0.673	0.0364	0.150 × 10 ⁻³	1.502 × 10 ⁻⁵	0.983	1.07	1.210 × 10 ⁻³
190	1 254.4	876.4	6.388	1 979	4 460	2 710	0.669	0.0382	0.142 × 10 ⁻³	1.537 × 10 ⁻⁵	0.947	1.09	1.280 × 10 ⁻³
200	1 553.8	864.3	7.852	1 941	4 500	2 840	0.663	0.0401	0.134 × 10 ⁻³	1.571 × 10 ⁻⁵	0.910	1.11	1.350 × 10 ⁻³
220	2 318	840.3	11.60	1 859	4 610	3 110	0.650	0.0442	0.122 × 10 ⁻³	1.641 × 10 ⁻⁵	0.865	1.15	1.520 × 10 ⁻³
240	3 344	813.7	16.73	1 767	4 760	3 520	0.632	0.0487	0.111 × 10 ⁻³	1.712 × 10 ⁻⁵	0.836	1.24	1.720 × 10 ⁻³
260	4 688	783.7	23.69	1 663	4 970	4 070	0.609	0.0540	0.102 × 10 ⁻³	1.788 × 10 ⁻⁵	0.832	1.35	2.000 × 10 ⁻³
280	6 412	750.8	33.15	1 544	5 280	4 835	0.581	0.0605	0.094 × 10 ⁻³	1.870 × 10 ⁻⁵	0.854	1.49	2.380 × 10 ⁻³
300	8 581	713.8	46.15	1 405	5 750	5 980	0.548	0.0695	0.086 × 10 ⁻³	1.965 × 10 ⁻⁵	0.902	1.69	2.950 × 10 ⁻³
320	11 274	667.1	64.57	1 239	6 540	7 900	0.509	0.0836	0.078 × 10 ⁻³	2.084 × 10 ⁻⁵	1.00	1.97	—
340	14 586	610.5	92.62	1 028	8 240	11 870	0.469	0.110	0.070 × 10 ⁻³	2.255 × 10 ⁻⁵	1.23	2.43	—
360	18 651	528.3	144.0	720	14 690	25 800	0.427	0.178	0.060 × 10 ⁻³	2.571 × 10 ⁻⁵	2.06	3.73	—
374.14	22 090	317.0	317.0	0	∞	∞	∞	∞	0.043 × 10 ⁻³	4.313 × 10 ⁻⁵	—	—	—

Nota 1: La viscosidad cinemática ν y la difusividad térmica α se pueden calcular a partir de sus definiciones, $\nu = \mu/\rho$ y $\alpha = k/\rho c_p = \nu/Pr$. Las temperaturas de 0.01°C, 100°C y 374.14°C son las temperaturas de los puntos triple, de ebullición y crítico del agua, respectivamente. Las propiedades cuya lista se da arriba (excepto la densidad del vapor) se pueden usar a cualquier presión con error despreciable, excepto a temperaturas cercanas al valor del punto crítico.

Nota 2: La unidad kJ/kg · °C, para el calor específico, es equivalente a kJ/kg · K y la unidad W/m · °C, para la conductividad térmica es equivalente a W/m · K.

Fuente: Los datos de la viscosidad y la conductividad térmica se tomaron de J. V. Sengers y J. T. R. Watson, *Journal of Physical and Chemical Reference Data* 15 (1986), págs. 291-1322. Los otros datos se obtuvieron de diversas fuentes o se calcularon.



TABLA A-15

Propiedades del aire a la presión de 1 atm

Temp., $T, ^\circ\text{C}$	Densidad, $\rho, \text{kg/m}^3$	Calor específico, $c_p, \text{J/kg} \cdot \text{K}$	Conductividad térmica, $k, \text{W/m} \cdot \text{K}$	Difusividad térmica, $\alpha, \text{m}^2/\text{s}^2$	Viscosidad dinámica, $\mu, \text{kg/m} \cdot \text{s}$	Viscosidad cinemática, $\nu, \text{m}^2/\text{s}$	Número de Prandtl, Pr
-150	2.866	983	0.01171	4.158×10^{-6}	8.636×10^{-6}	3.013×10^{-6}	0.7246
-100	2.038	966	0.01582	8.036×10^{-6}	1.189×10^{-6}	5.837×10^{-6}	0.7263
-50	1.582	999	0.01979	1.252×10^{-5}	1.474×10^{-5}	9.319×10^{-6}	0.7440
-40	1.514	1 002	0.02057	1.356×10^{-5}	1.527×10^{-5}	1.008×10^{-5}	0.7436
-30	1.451	1 004	0.02134	1.465×10^{-5}	1.579×10^{-5}	1.087×10^{-5}	0.7425
-20	1.394	1 005	0.02211	1.578×10^{-5}	1.630×10^{-5}	1.169×10^{-5}	0.7408
-10	1.341	1 006	0.02288	1.696×10^{-5}	1.680×10^{-5}	1.252×10^{-5}	0.7387
0	1.292	1 006	0.02364	1.818×10^{-5}	1.729×10^{-5}	1.338×10^{-5}	0.7362
5	1.269	1 006	0.02401	1.880×10^{-5}	1.754×10^{-5}	1.382×10^{-5}	0.7350
10	1.246	1 006	0.02439	1.944×10^{-5}	1.778×10^{-5}	1.426×10^{-5}	0.7336
15	1.225	1 007	0.02476	2.009×10^{-5}	1.802×10^{-5}	1.470×10^{-5}	0.7323
20	1.204	1 007	0.02514	2.074×10^{-5}	1.825×10^{-5}	1.516×10^{-5}	0.7309
25	1.184	1 007	0.02551	2.141×10^{-5}	1.849×10^{-5}	1.562×10^{-5}	0.7296
30	1.164	1 007	0.02588	2.208×10^{-5}	1.872×10^{-5}	1.608×10^{-5}	0.7282
35	1.145	1 007	0.02625	2.277×10^{-5}	1.895×10^{-5}	1.655×10^{-5}	0.7268
40	1.127	1 007	0.02662	2.346×10^{-5}	1.918×10^{-5}	1.702×10^{-5}	0.7255
45	1.109	1 007	0.02699	2.416×10^{-5}	1.941×10^{-5}	1.750×10^{-5}	0.7241
50	1.092	1 007	0.02735	2.487×10^{-5}	1.963×10^{-5}	1.798×10^{-5}	0.7228
60	1.059	1 007	0.02808	2.632×10^{-5}	2.008×10^{-5}	1.896×10^{-5}	0.7202
70	1.028	1 007	0.02881	2.780×10^{-5}	2.052×10^{-5}	1.995×10^{-5}	0.7177
80	0.9994	1 008	0.02953	2.931×10^{-5}	2.096×10^{-5}	2.097×10^{-5}	0.7154
90	0.9718	1 008	0.03024	3.086×10^{-5}	2.139×10^{-5}	2.201×10^{-5}	0.7132
100	0.9458	1 009	0.03095	3.243×10^{-5}	2.181×10^{-5}	2.306×10^{-5}	0.7111
120	0.8977	1 011	0.03235	3.565×10^{-5}	2.264×10^{-5}	2.522×10^{-5}	0.7073
140	0.8542	1 013	0.03374	3.898×10^{-5}	2.345×10^{-5}	2.745×10^{-5}	0.7041
160	0.8148	1 016	0.03511	4.241×10^{-5}	2.420×10^{-5}	2.975×10^{-5}	0.7014
180	0.7788	1 019	0.03646	4.593×10^{-5}	2.504×10^{-5}	3.212×10^{-5}	0.6992
200	0.7459	1 023	0.03779	4.954×10^{-5}	2.577×10^{-5}	3.455×10^{-5}	0.6974
250	0.6746	1 033	0.04104	5.890×10^{-5}	2.760×10^{-5}	4.091×10^{-5}	0.6946
300	0.6158	1 044	0.04418	6.871×10^{-5}	2.934×10^{-5}	4.765×10^{-5}	0.6935
350	0.5664	1 056	0.04721	7.892×10^{-5}	3.101×10^{-5}	5.475×10^{-5}	0.6937
400	0.5243	1 069	0.05015	8.951×10^{-5}	3.261×10^{-5}	6.219×10^{-5}	0.6948
450	0.4880	1 081	0.05298	1.004×10^{-4}	3.415×10^{-5}	6.997×10^{-5}	0.6965
500	0.4565	1 093	0.05572	1.117×10^{-4}	3.563×10^{-5}	7.806×10^{-5}	0.6986
600	0.4042	1 115	0.06093	1.352×10^{-4}	3.846×10^{-5}	9.515×10^{-5}	0.7037
700	0.3627	1 135	0.06581	1.598×10^{-4}	4.111×10^{-5}	1.133×10^{-4}	0.7092
800	0.3289	1 153	0.07037	1.855×10^{-4}	4.362×10^{-5}	1.326×10^{-4}	0.7149
900	0.3008	1 169	0.07465	2.122×10^{-4}	4.600×10^{-5}	1.529×10^{-4}	0.7206
1 000	0.2772	1 184	0.07868	2.398×10^{-4}	4.826×10^{-5}	1.741×10^{-4}	0.7260
1 500	0.1990	1 234	0.09599	3.908×10^{-4}	5.817×10^{-5}	2.922×10^{-4}	0.7478
2 000	0.1553	1 264	0.11113	5.664×10^{-4}	6.630×10^{-5}	4.270×10^{-4}	0.7539

Nota: Para los gases ideales, las propiedades c_p , k , μ y Pr son independientes de la presión. Las propiedades ρ , ν y α a una presión P (en atm) diferente de 1 atm se determinan al multiplicar los valores de ρ , a la temperatura dada, por P y al dividir ν y α entre P .

Fuente: Datos generados basándose en el software EES desarrollado por S. A. Klein y F. L. Alvarado. Fuentes originales: Keenan, Chao, Keyes, Gas Tables, Wiley, 198, y Thermophysical Properties of Matter, Vol. 3: Thermal Conductivity, Y. S. Touloukian, P. E. Liley, S. C. Saxena, Vol. 11: Viscosity, Y. S. Touloukian, S. C. Saxena y P. Hestermans, IFI/Plenum, NY, ISBN 0-306067020-8.



ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 27/08/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: DANTE NOEL APAZA MAMANI

Dirección: Jr HUANCAVELICA Mz A Lt 7

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 75452644

Teléfono: 934532545 email: dante1998.noel@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: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y RENDIMIENTO EN MOTOR GASOLINERO DE 1.5 LITROS A 3825 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, 2023

Palabras claves, (3 a 5 términos): EFICIENCIA ENERGÉTICA, SISTEMA DE REFRIGERACION, MOTOR GASOLINERO

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

¹ 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.

² 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

27 de agosto del 2024

Fecha