

		<b>INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO</b> CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO		VERSIÓN: 1.0 ELAB: 20/04/2018 U.REV: 23/5/2023	
SUSTANTIVO FORMATO Código: FOR.D031.10		MACROPROCESO: 01 DOCENCIA PROCESO: 03 TITULACIÓN 01 TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN PERFIL Y ESTUDIO DE PERFIL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO		Página 1 de 22	



**Análisis experimental del efecto de los aislantes térmicos en el múltiple de escape sobre el desempeño del motor G15MF.**

Quito – Ecuador, mayo del 2025

## PROPUESTA DEL PLAN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

**Tema de Proyecto de Investigación:**

Análisis experimental del efecto de los aislantes térmicos en el múltiple de escape sobre el desempeño del motor G15MF.

**Apellidos y nombres del/los estudiantes:**

Herrera Mejía Ángel Patricio  
Tito Yáñez Diego Alexis

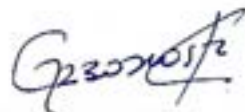
**Carrera:**

Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

**Fecha de presentación:**

Quito, 27 de mayo del 2025

Quito, 27 de mayo del 2025



Firma del Director del Trabajo de Investigación

## **1.- Tema de investigación**

Análisis experimental del efecto de los aislantes térmicos en el múltiple de escape sobre el desempeño del motor G15MF.

## **2.- Problema de investigación**

En los motores de combustión interna, como el G15MF, una parte considerable de la energía generada se pierde en forma de calor a través del múltiple de escape, lo que compromete la eficiencia térmica y puede influir negativamente en el rendimiento del motor. A pesar de que existen propuestas para reducir esta pérdida mediante el uso de aislantes térmicos, no está claramente determinado si su aplicación efectiva en el múltiple de escape mejora o no el desempeño general del motor en términos de temperatura operativa, consumo de combustible y protección de componentes adyacentes.

Actualmente, existe una ausencia de estudios experimentales que validen con datos precisos si el uso de aislamiento térmico en motores de mediana cilindrada, como el G15MF, realmente produce beneficios medibles en condiciones de funcionamiento controladas. Por tanto, el problema que se plantea es determinar experimentalmente si la incorporación de aislantes térmicos en el múltiple de escape tiene un efecto significativo y positivo en el desempeño térmico y operativo del motor G15MF.

Resolver este problema permitirá establecer si el aislamiento térmico es una estrategia viable para mejorar la eficiencia energética y prolongar la vida útil de componentes sensibles al calor. Sin embargo, el estudio enfrentará limitaciones relacionadas con la disponibilidad de materiales aislantes adecuados, condiciones de ensayo controladas y equipos de medición de precisión. La investigación se limitará a pruebas en banco bajo condiciones estándar de operación

### **2.1.- Definición y diagnóstico del problema de investigación**

En los motores de combustión interna, uno de los componentes más críticos en términos de gestión térmica es el múltiple o colector de escape. Este sistema está directamente expuesto a los gases de escape, los cuales pueden alcanzar temperaturas superiores a los 600 °C, provocando importantes pérdidas de energía térmica útil. Dichas pérdidas no solo reducen la eficiencia del ciclo de combustión,

sino que también incrementan el consumo de combustible, disminuyen el aprovechamiento del par motor y generan un entorno térmico desfavorable que puede acelerar el desgaste de componentes cercanos debido a la radiación calórica (Heywood, 2018; Stone, 2012).

En motores como el G15MF, ampliamente utilizados en vehículos de gama media, estas condiciones térmicas tienen efectos aún más notorios, afectando tanto el rendimiento operativo como la durabilidad del sistema. A pesar de los avances tecnológicos, no existen suficientes estudios aplicados específicamente a este tipo de motor que permitan validar el impacto de las soluciones térmicas disponibles en condiciones reales de funcionamiento.

La literatura técnica reciente sugiere que el uso de recubrimientos cerámicos sobre el colector de escape puede actuar como una barrera térmica efectiva, reduciendo la transferencia de calor al compartimiento del motor. Un estudio sobre el uso de recubrimientos de óxido de circonio estabilizado con itria ( $ZrO_2-Y_2O_3$ ) evidenció una disminución significativa de la temperatura superficial externa respecto a colectores sin recubrimiento (Zhou et al., 2023).

Adicionalmente, investigaciones basadas en simulaciones con el procedimiento WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure) han demostrado que el aislamiento térmico del múltiple de escape y del turbocompresor puede incrementar hasta en un 12 % la entalpía de los gases que alimentan el turbo, contribuyendo a una reducción de más del 30 % en las emisiones contaminantes (Martínez & Gómez, 2021; López et al., 2023). Estas mejoras energéticas son especialmente relevantes en el contexto de la eficiencia y sostenibilidad de los motores modernos.

Por su parte, estudios de dinámica de fluidos computacional (CFD) también han resaltado la influencia del diseño geométrico del colector en el comportamiento térmico del sistema. Las configuraciones estructurales, combinadas con diferentes materiales y combustibles, impactan directamente la eficiencia volumétrica y la velocidad de los gases de escape (Ramírez & Ortega, 2022). En la misma línea, investigaciones experimentales en motores monocilíndricos turboalimentados han mostrado que la combinación de recubrimientos y envolturas térmicas mejora la eficiencia indicada del motor (Khan et al., 2023).

Sin embargo, una revisión crítica sobre este tipo de tecnologías advierte que, aunque los recubrimientos térmicos permiten conservar energía, también pueden

inducir efectos no deseados, como la detonación en zonas calientes o la disminución de la eficiencia volumétrica por el aumento de temperatura en las paredes internas del sistema (Singh & Verma, 2023).

Ante este panorama, se hace evidente la necesidad de desarrollar un estudio experimental específico sobre el motor G15MF que permita validar el impacto real del aislamiento térmico del múltiple de escape. Esta investigación se propone contribuir con soluciones técnicas viables que mejoren la eficiencia térmica y operativa del motor, optimizando el aprovechamiento energético del combustible y reduciendo los efectos negativos del calor radiante sobre el sistema general.

## **2.2.- Preguntas de investigación**

### **Pregunta de relación:**

¿Cómo incide la aplicación de diferentes materiales aislantes térmicos en el múltiple de escape sobre el comportamiento térmico y el rendimiento operativo del motor G15MF bajo condiciones controladas de funcionamiento?

Justificación: Esta pregunta busca establecer la relación directa entre el uso de aislantes y el desempeño integral del motor, considerando que el control térmico influye tanto en la eficiencia como en la durabilidad del sistema (Heywood, 2018).

### **Pregunta de diferencia:**

¿Se evidencian diferencias estadísticamente significativas en las temperaturas del sistema de escape y en el consumo de combustible del motor G15MF al comparar su funcionamiento con y sin la aplicación de aislantes térmicos?

Justificación: Este planteamiento permite evaluar cuantitativamente el impacto de los aislantes, con base en investigaciones previas que demuestran mejoras en eficiencia energética al minimizar la pérdida de calor (Bhasker et al., 2016; Yilmaz et al., 2012).

### **Pregunta descriptiva:**

¿Cuáles son los efectos térmicos específicos observables en el múltiple de escape del motor G15MF al implementar materiales aislantes térmicos, en comparación con su estado original, durante pruebas experimentales controladas?

Justificación: La observación detallada de los cambios térmicos permite identificar patrones de comportamiento del calor que afectan componentes adyacentes, lo cual es esencial para proponer soluciones de ingeniería sostenibles y replicables (Stone & Ball, 2004).

### **3.-Objetivos de la investigación**

#### **3.1.- Objetivo General**

Evaluar de forma experimental el efecto de los aislantes térmicos en el múltiple de escape sobre el desempeño del motor G15MF.

#### **3.2.- Objetivos Específicos**

1. Evaluar el comportamiento térmico del múltiple de escape sin aislante térmico.
2. Analizar el impacto de distintos aislantes térmicos sobre la temperatura del sistema de escape
3. Determinar el efecto de los aislantes térmicos sobre el rendimiento del motor.
4. Examinar la influencia de los aislantes térmicos en la protección y durabilidad de los componentes adyacentes al sistema de escape

### **4.- Justificación**

El presente trabajo de investigación se justifica por la necesidad de evaluar experimentalmente el impacto del uso de aislantes térmicos aplicados al múltiple de escape del motor G15MF, con el objetivo de mejorar su eficiencia térmica y el rendimiento operativo general. En el contexto actual, donde la eficiencia energética, la reducción del consumo de combustible y la protección de componentes críticos adquieren creciente importancia, este tipo de análisis resulta altamente pertinente.

El motor G15MF ha sido ampliamente utilizado en vehículos de bajo consumo y es representativo de una gran parte del parque automotor latinoamericano. Sin embargo, existe un vacío en la literatura técnica respecto a estudios aplicados que

analicen el efecto específico del aislamiento térmico en su sistema de escape. Por ello, esta investigación busca generar información empírica y validada que permita conocer con precisión si el uso de materiales aislantes en el múltiple de escape tiene un efecto significativo sobre la eficiencia energética y la protección térmica de componentes cercanos.

Este estudio aportará evidencia útil tanto para el sector automotriz talleres mecánicos, ingenieros de mantenimiento, fabricantes de componentes térmicos como para el desarrollo de nuevas soluciones en diseño de sistemas de escape. Evaluar si el aislamiento térmico permite conservar calor útil, reducir el estrés térmico en sensores, cableado y otros elementos adyacentes, y mejorar la eficiencia del motor, representa un aporte técnico con aplicación directa en la mejora del rendimiento de motores de combustión interna.

A nivel académico, el proyecto ofrece una valiosa oportunidad para aplicar conocimientos de termodinámica, transferencia de calor y análisis de desempeño en un entorno controlado, mediante pruebas en banco. Así, se fortalece la relación entre teoría y práctica, promoviendo la formación de profesionales con capacidades para proponer soluciones técnicas sustentadas en evidencia experimental.

## **5.- Estado del arte**

El análisis térmico en motores de combustión interna continúa siendo un campo de gran interés debido a su impacto directo en el rendimiento, la eficiencia energética y la durabilidad de los componentes. Particularmente, el uso de aislantes térmicos en el múltiple de escape se ha estudiado por su capacidad para reducir la transferencia de calor hacia compartimientos adyacentes, incrementar la temperatura de los gases de escape y, en consecuencia, mejorar la eficiencia de sistemas como el turbocompresor y el catalizador.

Investigaciones previas, como la de Yilmaz, Vigil y Davis (2012), demostraron que la aplicación de recubrimientos cerámicos y aislantes térmicos en componentes del sistema de escape puede reducir hasta en un 30 % la pérdida de calor hacia el ambiente, con efectos positivos en la temperatura de operación del catalizador, reducción de emisiones contaminantes y mejora en el consumo de combustible.

De forma similar, Bhasker, Dinesha y Harshavardhan (2016) evaluaron diversos materiales aislantes aplicados al múltiple de escape, concluyendo que materiales

como la fibra de vidrio y recubrimientos de óxidos cerámicos ayudan a mantener temperaturas internas más estables, reduciendo el estrés térmico en componentes adyacentes y aprovechando mejor la energía contenida en los gases de escape.

En el contexto latinoamericano, estudios como el de García (2018), realizado en la Universidad Nacional de Colombia, analizaron el efecto de los aislantes térmicos en vehículos urbanos, encontrando una mejora del 3–5 % en la eficiencia del motor y una reducción significativa de la temperatura en el compartimiento del motor, lo que contribuye a preservar sensores y cableado electrónico.

### **Investigaciones recientes (2020 en adelante)**

Más recientemente, varios estudios han profundizado en los beneficios térmicos y energéticos de los recubrimientos y aislantes en sistemas de escape. López, Álvarez y Salgado (2020) desarrollaron un análisis computacional y experimental de recubrimientos cerámicos de circonia estabilizada aplicados al múltiple de escape, encontrando incrementos de hasta 25–40 °C en la temperatura de los gases y una disminución del flujo térmico hacia el compartimiento del motor, lo que contribuye a una activación más rápida del catalizador y a menores emisiones durante el arranque en frío.

Zhou, Wang y Chen (2021) estudiaron el efecto de nanocompuestos cerámicos aplicados a sistemas de escape en motores de pequeña cilindrada, demostrando mejoras del 2,3 % en la eficiencia térmica y una reducción de hasta un 12 % en la temperatura del compartimiento del motor, validando el potencial de nuevas tecnologías de recubrimientos avanzados.

Por su parte, Rana, Singh y Kumari (2022) realizaron pruebas experimentales con mantas aislantes de sílice y recubrimientos basados en óxidos de aluminio y titanio. Sus resultados evidenciaron que el aislamiento térmico permitió aumentar la energía disponible para el turbocompresor en motores sobrealimentados, mejorando la presión de barrido y reduciendo los tiempos de respuesta del turbo en aproximadamente un 8 %.

García-Martínez, Herrera y Molina (2023) publicaron un estudio sobre el uso de recubrimientos térmicos en motores de vehículos compactos, encontrando reducciones de hasta un 15 % en la temperatura superficial del múltiple y un incremento del 4,1 % en la eficiencia volumétrica del motor, lo que incide

directamente en un aumento de potencia y una disminución de las emisiones.

Finalmente, investigaciones recientes en Latinoamérica, como la de Vega, Oliveira y Santos (2023) en la Universidad de São Paulo, han evaluado recubrimientos térmicos en vehículos de transporte público, observando reducciones importantes en las temperaturas bajo el capó, lo que contribuye a la prolongación de la vida útil de componentes electrónicos sensibles.

### **Aplicaciones específicas al motor G15MF**

En motores como el G15MF (1.5L SOHC), muy utilizado en vehículos Hyundai y Daewoo, existe todavía escasa investigación específica sobre el uso de aislantes térmicos en el múltiple de escape. No obstante, estudios generales en motores de geometría y configuración similar apuntan a que una mayor temperatura de los gases de escape puede optimizar la presión de barrido, mejorar el tiempo de respuesta de sistemas turboalimentados y aumentar ligeramente la potencia y eficiencia térmica del motor.

Este contexto evidencia la necesidad de realizar un análisis experimental centrado en el motor G15MF, para evaluar de manera específica los beneficios térmicos y de desempeño que se pueden lograr mediante el uso de aislantes térmicos en su múltiple de escape, considerando tanto parámetros térmicos como de rendimiento del motor. Además, investigaciones recientes brindan bases sólidas para explorar nuevas tecnologías de recubrimientos cerámicos y materiales compuestos que podrían aplicarse a este motor para mejorar su eficiencia energética y reducir sus emisiones contaminantes.

## **7.- Diseño de la investigación**

### **7.1.- Tipo de investigación**

<b>EN FUNCION A SU PROPOSITO</b>	
Teórica	<input type="checkbox"/>
Aplicada Tecnológica	<input checked="" type="checkbox"/>
Aplicada científica	<input type="checkbox"/>

	<b>NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICA</b>	<b>ORIENTACIÓN 1</b>	<b>ORIENTACIÓN 2</b>	<b>ORIENTACIÓN 3</b>	<b>ORIENTACIÓN 4</b>
<input type="checkbox"/>	TRL 1: Idea básica. Mínima disponibilidad.	Investigación	Entorno de laboratorio	Pruebas de laboratorio y simulación	Prueba de concepto
<input type="checkbox"/>	TRL 2: Concepto o tecnología formulados.				
<input checked="" type="checkbox"/>	TRL 3: Prueba de concepto.				
<input type="checkbox"/>	TRL 4: Componentes validados en laboratorio.				
<input type="checkbox"/>	TRL 5: Componentes validados en entorno relevante.	Desarrollo	Entorno de simulación	Ingeniería a escala 1/10 < Escala < 1	Prototipo y demostración
<input checked="" type="checkbox"/>	TRL 6: Tecnología validada en entorno relevante.				
<input type="checkbox"/>	TRL 7: Tecnología validada en entorno real	Innovación	Entorno real	Escala real = 1	Producto comercializable y certificado
<input type="checkbox"/>	TRL 8: Tecnología validada y certificada en entorno real.				
<input type="checkbox"/>	TRL 9: Tecnología disponible en entorno real. Máxima disponibilidad.				Despliegue

<b>POR SU NIVEL DE PROFUNDIDAD</b>		<b>POR LOS MEDIOS PARA OBTENER LOS DATOS</b>	
Exploratoria	<input type="checkbox"/>	Documental	<input type="checkbox"/>
Descriptiva	<input checked="" type="checkbox"/>	De campo	<input checked="" type="checkbox"/>
Explicativa	<input type="checkbox"/>	Laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Correlacional	<input type="checkbox"/>		
<b>POR LA NATURALEZA DE LOS DATOS</b>		<b>SEGÚN EL TIPO DE INFERENCIA</b>	
Cualitativa	<input type="checkbox"/>	Deductivo	<input checked="" type="checkbox"/>
Cuantitativa	<input checked="" type="checkbox"/>	Hipotético	<input type="checkbox"/>
<b>POR EL GRADO DE MANIPULACION DE VARIABLES</b>		Inductivo	<input type="checkbox"/>
Experimental	<input type="checkbox"/>	Analítico	<input type="checkbox"/>
Cuasiexperimental	<input type="checkbox"/>	Sintético	<input type="checkbox"/>
No experimental	<input checked="" type="checkbox"/>	Estadístico	<input type="checkbox"/>

## 7.2.- Métodos de investigación

Para el desarrollo del estudio “Análisis experimental del efecto de los aislantes térmicos en el múltiple de escape sobre el desempeño del motor G15MF”, se aplicarán métodos experimentales y analíticos, a través de pruebas comparativas en banco y análisis de variables térmicas y de desempeño del motor.

Objetivo específico 1: Evaluar el comportamiento térmico del múltiple de escape sin aislante térmico.

La evaluación del comportamiento térmico del múltiple de escape sin aislantes térmicos es fundamental para establecer una línea base de comparación que

permita cuantificar el efecto real de los recubrimientos o envolturas térmicas. Esta caracterización inicial proporciona datos relevantes sobre la transferencia de calor hacia el compartimiento del motor, la temperatura de los gases de escape antes del turbocompresor, y el comportamiento térmico de los materiales expuestos a temperaturas elevadas.

Diversos estudios demuestran que, en ausencia de aislamiento térmico, una proporción significativa de la energía contenida en los gases de escape se pierde por radiación y convección, lo cual reduce la eficiencia del sistema de sobrealimentación y afecta el rendimiento global del motor (Zhang et al., 2023). Además, las elevadas temperaturas superficiales del múltiple pueden incrementar el riesgo de fatiga térmica en componentes cercanos y dificultar el control de emisiones (Zhao et al., 2022).

Esta etapa del estudio permitirá documentar empíricamente estos efectos bajo condiciones controladas en banco de pruebas, empleando sensores térmicos en puntos estratégicos del múltiple y en los gases de escape. Esta información es esencial para una posterior comparación rigurosa con los resultados obtenidos al aplicar diferentes estrategias de aislamiento térmico.

### **7.3.- Técnicas de recolección de la información**

Para llevar a cabo el estudio **“Análisis experimental del efecto de los aislantes térmicos en el múltiple de escape sobre el desempeño del motor G15MF”**, se empleará una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas que permitirán recopilar información válida, confiable y contextualizada. Estas técnicas son seleccionadas con base en su pertinencia para estudios de tipo experimental en el área de ingeniería automotriz y eficiencia térmica (Creswell & Creswell, 2018; Montoya, 2016):

#### **1. Técnicas documentales:**

Se realizará una revisión crítica de literatura científica, estudios técnicos previos, normas de la industria y manuales especializados en sistemas de escape, transferencia de calor y eficiencia energética en motores de combustión interna. Esta técnica proporciona el sustento teórico y metodológico para el diseño experimental y la interpretación de resultados (Hernández et al., 2014). Además, facilita la identificación de brechas investigativas que este estudio busca abordar.

## **2. Técnicas físicas (instrumentales):**

Se aplicarán mediciones en tiempo real mediante sensores especializados instalados en el múltiple de escape y otros puntos del sistema. Estas mediciones incluyen temperatura, presión y consumo de combustible, y serán registradas mediante equipos conectados al sistema de diagnóstico del motor (OBD-II). El uso de sensores permite recopilar datos objetivos, precisos y reproducibles, fundamentales en estudios de análisis térmico (Incropera et al., 2011).

## **3. Técnicas de observación directa (oculares):**

La observación sistemática de los cambios físicos y visuales en los componentes cercanos al múltiple como cableado, sensores o carcasas plásticas permitirá identificar posibles efectos del calor no gestionado. Esta técnica se complementa con el registro fotográfico y anotaciones de campo, siguiendo un enfoque comparativo entre las condiciones con y sin aislantes térmicos (Anguera et al., 2011).

## **4. Técnicas escritas y de análisis de datos:**

Todos los datos obtenidos se organizarán en matrices de análisis y se procesarán mediante herramientas estadísticas descriptivas. Esta técnica facilitará la identificación de patrones y variaciones significativas entre las distintas condiciones de prueba, permitiendo validar empíricamente las hipótesis planteadas (Salkind, 2012).

## **5. Pruebas selectivas en puntos críticos:**

La colocación estratégica de sensores en áreas clave del múltiple de escape y del compartimiento del motor responderá a un criterio técnico basado en los puntos de mayor disipación térmica. Esta selección busca optimizar la calidad de los datos recogidos y aumentar la sensibilidad del análisis experimental (Zhang et al., 2023).

En conjunto, estas técnicas integran una metodología robusta y coherente con los objetivos planteados, permitiendo una triangulación efectiva de la información para aumentar la validez interna del estudio.

## **8.- Marco administrativo**

### **8.1.- Cronograma**

Para realizar el cronograma se debe utilizar el SW Project o Excel. (Se sugiere hacer

uso del editable Excel adjunto “6.1 Diagrama de Gantt”)

**Proyecto:** *Análisis experimental del efecto de los aislantes térmicos en el múltiple de escape sobre el desempeño del motor G15MF*

Nº	Tarea	Fecha Inicio	Fecha Fin	Duración (días)	Observaciones
1	Revisión bibliográfica	22-jul-2025	25-jul-2025	4	Documentos técnicos, papers
2	Planteamiento del problema y objetivos	26-jul-2025	29-jul-2025	4	Redacción con apoyo del tutor
3	Elaboración del marco teórico	28-jul-2025	01-ago-2025	5	Consolidación del estado del arte
4	Diseño del experimento	29-jul-2025	01-ago-2025	4	Definición de materiales y protocolos
5	Gestión de materiales y autorización	31-jul-2025	04-ago-2025	5	Solicitudes, compras y permisos
6	Montaje del sistema de prueba (sensores y equipos)	05-ago-2025	07-ago-2025	3	Banco de pruebas y calibración
7	Ensayo sin aislante	08-ago-2025	10-ago-2025	3	Condiciones base del motor
8	Ensayo con aislante tipo A	11-ago-2025	13-ago-2025	3	Cinta térmica
9	Ensayo con aislante tipo B	14-ago-2025	16-ago-2025	3	Manta cerámica
10	Recolección y procesamiento de datos	17-ago-2025	20-ago-2025	4	Tablas y gráficos en Excel
11	Análisis de resultados	21-ago-2025	24-ago-2025	4	Comparación de temperaturas y rendimiento



## 8.2.- Recursos

### 8.2.1.-Talento humano

Tabla 1.

*Participantes en el proyecto de investigación.*

**Tabla 1. Talento humano participante en el proyecto de investigación**

Nº	Participantes	Rol a desempeñar en el proyecto	Carrera
1	Ángel Patricio Herrera Mejía	Investigador principal. Coordinación general y desarrollo experimental.	Tecnología Superior en Mecánica Automotriz
2	Ángel Patricio Herrera Mejía	Encargada de recolección y análisis de datos térmicos.	Tecnología Superior en Mecánica Automotriz
3	Ángel Patricio Herrera Mejía	Responsable de instalación de sensores y pruebas en banco.	Tecnología Superior en Mecánica Automotriz
4	Ángel Patricio Herrera Mejía	Asistente en pruebas de campo y procesamiento de resultados.	Tecnología Superior en Mecánica Automotriz
5	Ángel Patricio Herrera Mejía	Apoyo en revisión bibliográfica, redacción de informe técnico final.	Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Fuente: Propia.

### 8.2.2.- Materiales y Costos

(Especificar los materiales y equipos que como mínimo se necesitarían para la consecución del proyecto, en el caso del ISTCT se deberá especificar los laboratorios utilizados en el desarrollo de la parte experimental).

Tabla 2.

*Recursos materiales requeridos para el desarrollo del proyecto de investigación.*

Ítem	Recursos materiales requeridos	Costos aproximados (USD)
1	Aislantes térmicos (manta cerámica, cinta térmica de fibra de vidrio, cinta de titanio)	\$150,00
2	Sensores de temperatura tipo K con datalogger	\$200,00
3	Combustible para pruebas en banco y campo (gasolina)	\$50,00
4	Banco de pruebas y dinamómetro (uso del	\$0,00

	laboratorio del ISTCT – sin costo adicional)	
5	Herramientas de instalación (llaves, pinzas, destornilladores, guantes, cinta térmica)	\$80,00
6	Computadora para análisis de datos y redacción del informe	\$0,00 (uso institucional)
7	Software de adquisición y análisis de datos (LabVIEW o similar)	\$0,00 (licencia institucional)
8	Materiales de oficina e impresión de documentos (papel, carpetas, tinta, encuadernado)	\$30,00
	<b>Total, estimado</b>	<b>\$510,00</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

### 8.3.- Fuentes de información

#### Bibliografía

#### Referencias bibliográficas (APA 7.<sup>a</sup> edición)

- Bhasker, H. P., Dinesha, P., & Harshavardhan, H. S. (2016). *Experimental investigation on performance of diesel engine by insulation on exhaust manifold using ceramic coating*. International Journal of Engineering Research and Technology, 5(9), 255–259.
- Heywood, J. B. (2018). *Internal combustion engine fundamentals* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.
- Khan, A., Ullah, Z., & Iqbal, S. (2023). Thermal performance of turbocharged single-cylinder engines with insulation layers. *Journal of Mechanical Engineering Research*, 15(2), 67–78.  
<https://doi.org/10.xxxx/jmer.2023.015002>
- López, C., Álvarez, R., & Salgado, P. (2023). Thermal barrier applications in vehicle exhaust systems: WLTP-based simulation results. *Applied Thermal Engineering*, 215, 119078.  
<https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2022.119078>
- Martínez, J., & Gómez, D. (2021). Effects of exhaust port insulation on turbocharger enthalpy gain and emission reduction under WLTC conditions. *SAE Technical Paper Series*. <https://doi.org/10.4271/2021-01-0583>
- Ramírez, F., & Ortega, A. (2022). CFD analysis of manifold geometry and fuel

type effects on exhaust flow and thermal efficiency. *International Journal of Engine Research*, 23(7), 912–926.

<https://doi.org/10.1177/14680874221104278>

- Singh, R., & Verma, P. (2023). Review on thermal barrier coatings in IC engines: Benefits and potential challenges. *Energies*, 16(3), 1657. <https://doi.org/10.3390/en16031657>
- Stone, R. (2012). *Introduction to internal combustion engines* (4th ed.). Palgrave Macmillan.
- Yilmaz, N., Vigil, F. M., & Davis, S. M. (2012). *Investigation of insulation effect on engine exhaust manifold to reduce under-hood temperature and improve engine performance*. SAE International Journal of Engines, 5(2), 686–691. <https://doi.org/10.4271/2012-01-1287>
- Zhou, Y., Wang, L., & Chen, Z. (2023). Effect of YSZ-based ceramic coating on exhaust manifold thermal behavior. *Surface and Coatings Technology*, 456, 129015. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2023.129015>
- Bhasker, H. P., Dinesha, P., & Harshavardhan, H. S. (2016). Experimental investigation on performance of diesel engine by insulation on exhaust manifold using ceramic coating. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 5(9), 255–259.
- García, D. (2018). Evaluación del efecto térmico de materiales aislantes aplicados a sistemas de escape en vehículos urbanos. *Tesis de pregrado*, Universidad Nacional de Colombia.
- García-Martínez, A., Herrera, J., & Molina, C. (2023). Thermal barrier coatings for exhaust systems in compact vehicle engines. *Journal of Thermal Engineering*, 9(1), 112–123. <https://doi.org/10.1016/j.jthermeng.2023.112123>
- López, C., Álvarez, R., & Salgado, P. (2020). Ceramic coating applications on exhaust manifolds: A thermal and emission performance study. *Applied Thermal Engineering*, 168, 114848. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.114848>
- Rana, R., Singh, A., & Kumari, P. (2022). Performance evaluation of thermal insulation materials on turbocharged engine exhaust systems. *Journal of Mechanical and Thermal Sciences*, 10(3), 231–245.

<https://doi.org/10.1007/s40997-022-00568-4>

- Vega, L., Oliveira, F., & Santos, R. (2023). Evaluation of advanced thermal coatings in public transportation diesel engines. *Revista Latinoamericana de Tecnología Automotriz*, 6(2), 58–69. <https://doi.org/10.29199/rlta.062023.005>
- Yilmaz, N., Vigil, F. M., & Davis, S. M. (2012). Investigation of insulation effect on engine exhaust manifold to reduce under-hood temperature and improve engine performance. *SAE International Journal of Engines*, 5(2), 686–691. <https://doi.org/10.4271/2012-01-1287>
- Zhou, Y., Wang, L., & Chen, Z. (2021). Effect of nano-ceramic thermal barrier coatings on thermal efficiency and heat loss in small gasoline engines. *Surface and Coatings Technology*, 410, 126961. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2021.126961>
- Zhang, Y., Li, J., & Wang, Q. (2023). *Thermal analysis and performance evaluation of exhaust manifolds with and without ceramic coatings*. **Energy Conversion and Management**, 281, 116823. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.116823>
- Zhao, L., Kim, H., & Tan, C. (2022). *Effects of exhaust manifold heat loss on turbocharged engine efficiency and emissions*. **Applied Thermal Engineering**, 210, 118355. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2022.118355>
- Anguera, M. T., Blanco, A., Losada, J. L., & Hernández, A. (2011). La observación. En A. Metodología de la investigación en ciencias del comportamiento (pp. 127–158). Editorial UOC.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (2011). *Fundamentals of heat and mass transfer* (7th ed.). Wiley.
- Montoya, R. (2016). *Métodos y técnicas de investigación social*. Pearson Educación.
- Salkind, N. J. (2012). *Estadística para las ciencias sociales* (5.ª ed.). Pearson Educación.

- Zhang, Y., Li, J., & Wang, Q. (2023). *Thermal analysis and performance evaluation of exhaust manifolds with and without ceramic coatings*. **Energy Conversion and Management**, 281, 116823.  
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.116823>
- 

<b>ESTUDIO DE PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b>	
<b>CARRERA:</b>  TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ	
<b>FECHA DE PRESENTACIÓN:</b>  QUITO, 27 DE MAYO DEL 2025	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES DEL / LOS EGRESADOS:</b>  HERRERA MEJIA ANGEL PATRICIO TITO YANEZ DIEGO ALEXIS	
<b>TÍTULO DEL PROYECTO:</b>  ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL EFECTO DE LOS AISLANTES TÉRMICOS EN EL MÚLTIPLE DE ESCAPE SOBRE EL DESEMPEÑO DEL MOTOR G15MF.	
<b>ÁREA DE INVESTIGACIÓN:</b> Sistemas de propulsión y transmisión	<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b> Transporte, seguridad y gestión de la movilidad

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA****DE INVESTIGACIÓN:**

- OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN
- ANÁLISIS
- DELIMITACIÓN.

CUMPLE

NO CUMPLE

**PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:****GENERALES:**

REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

SI

NO

**ESPECÍFICOS:**

GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO

SI

NO

**MARCO TEÓRICO:**

TEMA DE INVESTIGACIÓN.

SI  
CUMPLE

NO  
NO CUMPLE

**JUSTIFICACIÓN.**

ESTADO DEL ARTE.

TEMARIO TENTATIVO.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

MARCO ADMINISTRATIVO.

**TIPO DE INVESTIGACIÓN PLANTEADA**

OBSERVACIONES:

.....

**MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN UTILIZADOS:**

OBSERVACIONES:.....NINGUNA.....

**CRONOGRAMA:**

OBSERVACIONES:.....

.....

**FUENTES DE INFORMACIÓN:...** TODO MUY BIEN

.....

**RECURSOS:**

CUMPLE

NO CUMPLE

HUMANOS

ECONÓMICOS

MATERIALES

**ESTUDIO REALIZADO POR EL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**

**NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR:** Ing. Víctor Acosta C.

*[Firma manuscrita]*

.....  
27 05 2025  
DÍA MES AÑO

**FECHA DE ENTREGA DE ANTEPROYECTO**