

		INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO	Versión: 3.0 ELAB: 30/04/2018 U.BOV: 23-5/2023
SUSTANTIVO FORMATO Cód. go: 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 13



PERFIL DE PLAN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Quito – Ecuador, mayo del 2025

PROPUESTA DEL PLAN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**Tema de Proyecto de Investigación:**

Análisis dinámico del impacto del catalizador en un motor 4G69

Apellidos y nombres del/los estudiantes:

Montalvo Morales Christian Daniel
Imbaquingo Carlosama Romel Martin


Carrera:

Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Fecha de presentación:

27 de Mayo del 2025

Quito, 27 de Mayo del 2025


Firma del Director del Trabajo de Investigación

1.- Tema de investigación

Análisis dinámico del impacto del catalizador en un motor 4G69.

2.- Problema de investigación

El rendimiento dinámico de un motor, expresado a través de parámetros de torque y potencia, es fundamental para evaluar su eficiencia y comportamiento mecánico. En este sentido, la instalación o ausencia de un catalizador puede influir significativamente en estos valores, debido a la contrapresión que este componente introduce en el sistema de escape. Esta investigación busca analizar cómo varía los valores dinámicos de un motor Mitsubishi 4G69 en tres condiciones específicas: sin catalizador, tras una afinación completa, y con un catalizador nuevo instalado. Las pruebas se realizarán en un dinamómetro, que permitirá registrar con precisión las curvas de potencia y torque a diferentes RPM, asegurando condiciones de medición estables y repetibles, de esta manera identificaremos si el catalizador compromete o mejora el rendimiento dinámico del motor, aportando información útil para la toma de decisiones en mantenimiento automotriz. La importancia del estudio surge en la necesidad de equilibrar eficiencia mecánica con control de emisiones. Entre las limitaciones se considera que las pruebas se realizarán en un único modelo de motor y bajo condiciones controladas, lo que puede restringir la generalización de los resultados, aunque se espera que estos aporten valor técnico en contextos similares.

2.1.- Definición y diagnóstico del problema de investigación

El rendimiento dinámico de los motores de combustión interna, específicamente los valores dinámicos y su comportamiento en distintos rangos de RPM es un factor crítico para evaluar la eficiencia y la respuesta del vehículo. Sin embargo, muchas prácticas de mantenimiento, como la afinación del motor o la instalación de catalizadores, se realizan sin datos cuantificables que respalden su verdadero impacto en estos parámetros clave. Según Bosch (2020), una afinación adecuada puede mejorar el torque hasta en un 12 %, mientras que un catalizador mal instalado puede generar contrapresiones que afectan negativamente la potencia. Paralelamente, el análisis de gases permite verificar si estos ajustes también contribuyen a la reducción de emisiones, cumpliendo con normativas ambientales. Esta investigación busca diagnosticar cómo estas intervenciones afectan integralmente el comportamiento dinámico del motor, ofreciendo una base técnica útil para mecánicos, ingenieros y centros de diagnóstico automotriz.

2.2.- Preguntas de investigación

¿Qué características presentan los valores dinámicos (torque, potencia y respuesta a distintos RPM) y las emisiones de gases en un motor de combustión interna antes de ser sometido a mantenimiento o modificaciones?

¿Existe una relación entre la afinación mecánica del motor, la variación en los valores dinámicos y las emisiones contaminantes registradas?

¿Cuál es la diferencia en el rendimiento dinámico del motor entre el estado original, el estado afinado y el estado con catalizador nuevo instalado?

¿En qué medida varían las emisiones de (CO₂, HC, NO_x) después de realizar la afinación del motor y posteriormente instalar un catalizador?

3.-Objetivos de la investigación

3.1.- Objetivo General

Evaluar mediante pruebas experimentales controladas con dinamómetro y análisis de gases, el impacto que generan la afinación mecánica y la instalación de un catalizador en el rendimiento dinámico y las emisiones contaminantes de un motor de combustión interna, con el fin de determinar su efectividad técnica y ambiental.

3.2.- Objetivos Específicos

Medir los valores dinámicos y emisiones de gases en el motor sin afinación ni catalizador, utilizando el dinamómetro como base comparativa para establecer una referencia inicial del rendimiento.

Realizar una afinación completa del motor y registrar nuevamente sus valores dinámicos y emisiones, mediante mejoras específicas para el desempeño y cambios en la eficiencia del motor.

Analizar los efectos que produce la instalación de un catalizador nuevo en el rendimiento del motor y en la reducción de contaminantes, manteniendo condiciones de prueba constantes para analizar su aporte específico en el funcionamiento general del motor.

Comparar los resultados obtenidos en las tres fases de prueba, con el fin de determinar cuál intervención tiene mayor impacto positivo en el comportamiento del motor y en la reducción de emisiones contaminantes.

4.- Justificación

La presente investigación se realiza con el propósito de evaluar de manera práctica y teórica cómo afectan dos intervenciones comunes, la afinación mecánica y la instalación de un catalizador al rendimiento dinámico de un motor de combustión interna, así como a sus emisiones contaminantes. A diferencia de estudios netamente teóricos, este trabajo será desarrollado de forma presencial y práctica, aprovechando la futura instalación de un dinamómetro en las instalaciones de la institución. Esta herramienta permitirá obtener datos reales sobre torque, potencia y respuesta del motor en distintos rangos de RPM, complementados por un análisis detallado de los gases de escape.

Este proyecto es importante porque permitirá validar, mediante mediciones controladas y repetibles, el impacto real de acciones de mantenimiento que muchas veces se aplican sin un respaldo técnico directo. La información obtenida podrá ser utilizada por mecánicos, técnicos, ingenieros y estudiantes para tomar decisiones fundamentadas que optimicen tanto el rendimiento del motor como su impacto ambiental.

Además, la investigación fomenta el uso de herramientas de diagnóstico avanzadas en el entorno académico, fortaleciendo el aprendizaje aplicado y la vinculación con la industria automotriz. A nivel formativo, permite a los estudiantes desarrollar competencias en el análisis de datos experimentales, evaluación de hipótesis y mejora de procesos, aportando así al avance del conocimiento técnico y a la solución de problemas reales dentro del campo de la ingeniería automotriz.

5.- Estado del Arte

El estudio del impacto del catalizador en motores de combustión interna ha sido ampliamente abordado en la literatura técnica, debido a su papel fundamental en la reducción de emisiones contaminantes. Diversas investigaciones han demostrado que el catalizador influye directamente en la eficiencia del sistema de escape, alterando la composición de gases como el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NOx) y los hidrocarburos no quemados (HC).

Entre los trabajos más relevantes, destaca el estudio de Zhang et al. (2018), donde se evaluó el comportamiento de catalizadores de tres vías en motores de gasolina bajo diferentes condiciones de carga. Los resultados evidenciaron una reducción significativa en las emisiones de NOx y CO cuando el catalizador se encontraba en estado óptimo de funcionamiento. Por otro lado, investigaciones como las de Kim y Lee (2020) se centraron en el análisis dinámico del sistema de escape mediante el uso de sensores de gases en tiempo real, lo que permitió establecer una correlación entre la eficiencia del catalizador y la temperatura de operación del motor.

Asimismo, estudios recientes han utilizado técnicas de diagnóstico a bordo (OBD) combinadas con análisis espectroscópico para detectar fallos en el sistema catalítico. Estos avances han impulsado nuevas metodologías experimentales, donde el monitoreo dinámico de los gases de escape permite evaluar en tiempo real el estado del catalizador y su impacto en el rendimiento del motor.

En el contexto del motor Mitsubishi 4G69, existen pocos estudios que analicen específicamente el comportamiento del catalizador en condiciones dinámicas de operación. Por tanto, la presente investigación busca llenar ese vacío, implementando una metodología experimental basada en la medición de gases de escape con y sin catalizador. El análisis de estos datos permitirá evaluar la eficiencia real del catalizador y su influencia en el rendimiento del motor.

Con base en los antecedentes revisados, este estudio propone un enfoque integral que no sólo evalúe la eficiencia del catalizador desde el punto de vista medioambiental, sino también desde la perspectiva del comportamiento dinámico del motor 4G69, aportando así información valiosa para

futuras aplicaciones en diagnóstico automotriz y optimización de sistemas de control de emisiones.

6.- Temario Tentativo

1. Resumen
2. Introducción
3. Desarrollo
 - 3.1. Qué son los valores dinámicos de un motor.
 - 3.2. Principios del sistema de escape y formación de emisiones.
 - 3.3. Estructura y operación del catalizador.
 - 3.4. Variables dinámicas del motor: torque, potencia y RPM
 - 3.5. Composición y análisis de gases de escape.
 - 3.6. Aplicación del dinamómetro en la evaluación del motor.
 - 3.7. Revisión de estudios previos sobre mejoras por afinación y uso de catalizador.
4. Toma de Datos
5. Análisis de Datos
6. Conclusiones
7. Recomendaciones
8. Bibliografía
9. Anexos

7.- Diseño de la investigación

7.1.- Tipo de investigación

EN FUNCIÓN A SU PROPÓSITO	
Teórica	<input type="checkbox"/>
Aplicada Tecnológica	<input checked="" type="checkbox"/>
Aplicada científica	<input type="checkbox"/>

	NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICA	ORIENTACIÓN 1	ORIENTACIÓN 2	ORIENTACIÓN 3	ORIENTACIÓN 4
<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

POR SU NIVEL DE PROFUNDIDAD		POR LOS MEDIOS PARA OBTENER LOS DATOS	
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"/>		
POR LA NATURALEZA DE LOS DATOS		SEGÚN EL TIPO DE INFERENCIA	
Cualitativa	<input type="checkbox"/>	Deductivo	<input checked="" type="checkbox"/>
Cuantitativa	<input checked="" type="checkbox"/>	Hipotético	<input type="checkbox"/>
POR EL GRADO DE MANIPULACIÓN DE VARIABLES		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

La presente investigación se desarrollará aplicando el método científico y el método experimental, los cuales permitirán estructurar y ejecutar las actividades necesarias para alcanzar los objetivos propuestos. En primera instancia, se llevarán a cabo pruebas dinámicas al motor Mitsubishi 4G69 de manera estándar, utilizando un dinamómetro que simulará cargas variables. Durante estas pruebas, se registran parámetros operativos en tiempo real para analizar el comportamiento del motor tanto con como sin la presencia del catalizador.

Simultáneamente, se empleará un analizador de gases que permitirá medir las concentraciones de contaminantes como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno

(NOx) e hidrocarburos (HC). Estas mediciones se realizarán de forma sistemática en ambos escenarios, con el fin de recolectar datos precisos para su posterior análisis comparativo.

Los datos obtenidos serán procesados y representados mediante gráficos comparativos, permitiendo evaluar el impacto del catalizador en la reducción de emisiones. A partir de este análisis se formulará una hipótesis sobre la eficiencia del componente, la cual se validará mediante la comparación de los resultados experimentales. Este enfoque garantizará una metodología rigurosa que combine observación, medición y análisis científico.

7.3.- Técnicas de recolección de la información

- En el desarrollo de esta investigación se aplicarán diversas técnicas de recolección de información, fundamentales para obtener datos precisos y confiables que permitan dar solución al problema planteado. Estas técnicas se seleccionarán de acuerdo con los objetivos de nuestro estudio y el enfoque metodológico adoptado.
- **Técnicas verbales:**

Se realizarán entrevistas dirigidas a personal especializado en diagnóstico automotriz y docentes del área de mecánica, con el fin de obtener opiniones fundamentadas sobre el funcionamiento del catalizador en condiciones reales. La selección de entrevistados será cuidadosa, considerando su experiencia y vinculación con el tema, y se planificará un calendario de entrevistas con preguntas orientadas a los objetivos de la investigación.
- **Técnicas oculares:**

Se aplicará la observación directa durante las pruebas dinámicas del motor 4G69, tanto con como sin catalizador, registrando el comportamiento del motor y de las emisiones en tiempo real. Asimismo, se realizará la comparación entre los resultados obtenidos en distintos escenarios para identificar variaciones significativas.
- **Técnicas documentales y físicas:**

Se llevará a cabo una revisión analítica de manuales técnicos del motor, artículos científicos y normativas sobre emisiones vehiculares. Además, se validará la información mediante comprobación técnica durante las pruebas experimentales.
- **Muestreo estadístico y pruebas selectivas:**

Se aplicará un muestreo estadístico para determinar la cantidad y frecuencia óptima de mediciones, a fin de garantizar la validez de los datos. Las pruebas selectivas se enfocarán en evaluar el rendimiento del motor bajo diferentes condiciones, utilizando tabulación de resultados para su posterior análisis comparativo.
- **Técnicas escritas:**

Los datos obtenidos serán organizados mediante tablas, gráficos y análisis escritos, lo que

permitirá una conciliación entre la información teórica y los resultados experimentales, asegurando así una interpretación precisa y fundamentada.

8.- Marco administrativo

8.1.- Cronograma

Análisis dinámico del impacto del catalizador en un motor 4G69

Nombre del estudiante:

1. Romel Martín Montalvo Morales

2. Christian Daniel Montalvo Morales

Actividad	Presupuesto	Inicio	Fin	Mes: 2/2023																																
				26 de mayo de 2023							2 de junio de 2023							9 de junio de 2023							16 de junio de 2023							23 de junio de 2023				
Actividad	Presupuesto	Inicio	Fin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Avaluar el comportamiento dinámico y las emisiones del motor Mitsubishi 4G69 de la presencia del catalizador, para determinar una línea base comparativa	10,00																																			
Realizar los primeros análisis del Mitsubishi 4G69 en el dinamómetro y verificar condiciones físicas de operación.	3	10/05	13/05																																	
Configurar el sistema de medición de emisiones y adquisición de datos.	3	13/05	15/05																																	
Realizar pruebas de prueba en diferentes regímenes de RPM, registrando datos de torque, potencia y gases contaminantes.	3	15/05	16/05																																	
Procesar y tabular los resultados para establecer la línea base del rendimiento y emisiones sin catalizador.	3	15/05	16/05																																	
Evaluar los mejoras en el rendimiento y emisiones del motor 4G69 tras una situación completa con componentes nuevos.	30,00																																			
Realizar ensayos de diagnóstico de escape de escape y admisión (bulbo, filtro de aire y combustible, aceite y filtro de aceite).	3	10/06	13/06																																	
Realizar ensayos de prueba de prueba bajo los mismos condiciones de la línea anterior.	5	20/06	21/06																																	
Ajustar y calibrar los datos obtenidos respecto a la línea base.	3	20/06	21/06																																	
Analizar las variaciones en los curvas de potencia, torque y emisiones contaminantes.	3	20/06	21/06																																	
Determinar el estado de uso del catalizador nuevo en el comportamiento dinámico y en la reducción de emisiones del motor.	20,00																																			
Instalar un catalizador nuevo, verificando su correcta fijación y ausencia de fugas.	3	10/06	13/06																																	
Realizar ensayos de prueba de funcionamiento del motor al estar y catalizador activo.	3	14/06	15/06																																	
Comparar y evaluar los resultados frente a los de ensayos anteriores.	3	14/06	15/06																																	
Generar gráficos y conclusiones sobre el impacto del catalizador en el rendimiento y las emisiones.	3	14/06	15/06																																	

8.2.- Recursos

8.2.1.-Talento humano

Tabla 1.

Participantes en el proyecto de investigación.

Nº	Participantes	Rol a desempeñar en el proyecto	Carrera
1	Imbaquingo Carlosama Romel Martín	Investigador y desarrollador del proyecto	Mecánica Automotriz
2	Christian Daniel Montalvo Morales	Investigador y desarrollador del proyecto	Mecánica Automotriz
3			
4			
5			
N			

Fuente: Propia.

8.2.2.- Materiales y Costos

Tabla 2.

8.2.2.- Materiales y Costos

Tabla 2.

Recursos materiales requeridos para el desarrollo del proyecto de investigación.

Cantidad	Recursos Materiales Requeridos	Costos
4	Bujías de encendido	\$ 13,50
1	Filtro de aceite	\$ 5
1	Filtro de aire	\$ 12
1	Filtro de combustible	\$ 7
1	Aceite de motor	\$ 25
1	Catalizador nuevo (alternativo)	\$ 220
1	Limpia Carburador	\$ 3,10
Total		\$285,60

Fuente: Propia.

Tabla 3.

Mano de obra requeridos para el desarrollo del proyecto de investigación.

Cantidad	Recursos Materiales Requeridos	Costos
1	Cambio de bujías	\$0
1	Reemplazo de filtros (aire, combustible)	\$0
1	Cambio de aceite y filtro de aceite	\$0
1	Limpieza de inyectores	\$30
1	Instalación de catalizador	\$0
1	Limpieza del cuerpo de aceleración	\$0
Total		\$30

Fuente: Propia.

8.4.- Fuentes de información

BIBLIOGRAFÍA.

1. Zhang, Y., Liu, H., & Wang, T. (2018). *Experimental study on the performance of three-way catalysts under variable load conditions*. Journal of Environmental Sciences, 67, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2018.01.010>
2. Kim, S., & Lee, D. (2020). *Real-time exhaust gas analysis and dynamic catalyst efficiency in gasoline engines*. SAE Technical Paper Series. <https://doi.org/10.4271/2020-01-0903>

3. Heywood, J. B. (2018). *Internal combustion engine fundamentals* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.
4. González, R., & Ramírez, F. (2021). *Aplicación de técnicas OBD y espectroscopía para el diagnóstico del sistema catalítico automotriz*. *Revista de Ingeniería Mecánica y Vehicular*, 15(2), 45–53.
5. Pulkrabek, W. W. (2014). *Engineering fundamentals of the internal combustion engine* (2nd ed.). Pearson Education.

8.5. ANEXOS.

AUTO DECOR		0995403737 # 0992925420 # 0992810333 # 0995125982		
GIRALDO BARRANTES CARLOS HUMBERTO TODO EN ACCESORIOS Y SISTEMA ELECTRICO		Av. Alonso de Angulo OE3 - 892 y Galo Molina ventas@autodecor.com.ec		
<u>PROFORMA P000002092</u>				
Señor(es): FACTURA #				
DIRECCION:				
TELEF:				
FECHA: 25/06/2025		VENDEDOR: JOHNY GIRALDO		
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
X2V	CATALIZADOR 2" 1/4 USA OVALADO MEDIANO DE 1000 A 3000 CC 602545	1.00	191.3000	191.30
SOM: DOSCIENTOS VEINTE 00/100		SUBTOTAL:		191.30
ESTA PROFORMA ES VALIDA HASTA 25/06/2025		DESCUENTO:		0.00
EL VALOR INCLUYE INSTALACION		IVA 15%:		28.70
		TOTAL:		220.00

ESTUDIO DE PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

CARRERA:

Mecánica Automotriz

FECHA DE PRESENTACIÓN:

27-05-2025

APELLIDOS Y NOMBRES DEL / LOS EGRESADOS:

Imbarquingo Carlosama Romel Martin
Montalvo Morales Christian Daniel

TÍTULO DEL PROYECTO:

Análisis Dinámico del impacto del catalizador en un motor 4669

ÁREA DE INVESTIGACIÓN:

Mecánica Automotriz

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Mantenimiento, Evaluación, Diagnóstico Automotriz

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:

	SI CUMPLE	NO NO CUMPLE
TEMA DE INVESTIGACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JUSTIFICACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESTADO DEL ARTE.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TEMARIO TENTATIVO.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MARCO ADMINISTRATIVO.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TIPO DE INVESTIGACIÓN PLANTEADA

OBSERVACIONES:

.....

.....

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN UTILIZADOS:

OBSERVACIONES:

.....

.....

CRONOGRAMA:

OBSERVACIONES:

.....

.....

FUENTES DE**INFORMACIÓN:**

.....

.....

RECURSOS:

	CUMPLE	NO CUMPLE
HUMANOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ECONÓMICOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Aceptado

Negado

el diseño de investigación por las siguientes razones:

- a)
- b)
- c)

ESTUDIO REALIZADO POR EL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR:

.....
MARCEL PINEDA

27 05 2025
DÍA MES AÑO

FECHA DE ENTREGA DE ANTEPROYECTO