



PERFIL DE PLAN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Quito – Ecuador, 29 mayo del 2025

PROPUESTA DEL PLAN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Tema de Proyecto de Investigación:

Optimización Topológica de la Mesa de Suspensión de un Vehículo Chevrolet Sail 1.4 mediante Simulación Estructural

Apellidos y nombres del/los estudiantes:

Jami Totasig Luis Héctor
Arias Astudillo Edison Santiago

Carrera:

Mecánica Automotriz

Fecha de presentación:

29 de mayo de 2025

Quito, 29 de mayo de 2025



Firma del Director del Trabajo de Investigación

1.- Tema de investigación

Optimización Topológica de la Mesa de Suspensión de un Vehículo Chevrolet Sail 1.4 mediante Simulación Estructural

2.- Problema de investigación

Dentro del área automotriz, es un desafío constante el lograr que los componentes que forman parte de un vehículo sean estructuralmente eficientes y cuenten con un equilibrio entre lo que representa la resistencia mecánica, rigidez y la reducción de peso. La mesa de suspensión, como la que tiene el vehículo Chevrolet Sail 1.4, es un componente que se encuentra sometido a diferentes esfuerzos, los cuales se derivan de la carga vertical que recae sobre el vehículo, las fuerzas generadas al momento de frenado y las aceleraciones laterales durante la conducción.

Actualmente, existen diversas tecnologías y softwares que permiten realizar un modelado y simulación de componentes del área automotriz, como el diseño asistido por computadora (CAD) y la simulación estructural (CAE) han avanzado, la aplicación de las técnicas de optimización topológica ha ido en alza, pero todavía es bastante limitada. En este sentido, la optimización topológica mediante herramientas como SolidWorks Simulación ofrece la posibilidad de rediseñar la geometría de la mesa de suspensión del Chevrolet Sail 1.4 con el objetivo de minimizar su peso sin comprometer la integridad estructural del componente. Sin embargo, aún no se ha determinado con precisión cuál es la configuración óptima que permita redistribuir el material en función de las trayectorias de carga reales del vehículo y bajo qué condiciones estructurales dicha optimización resulta técnicamente viable.

2.1.- Definición y diagnóstico del problema de investigación

La consolidación de la optimización topológica se encuentra como una herramienta esencial dentro del diseño estructural de componentes de la industria automotriz, lo cual permite que exista una reducción en el peso de las piezas, sin comprometer la resistencia y operabilidad. Esta técnica resulta particularmente relevante al momento de hablar de la mesa de suspensión de un vehículo Chevrolet Sail 1.4, en el cual la reducción de masa contribuye a que se mejore la eficiencia energética y repercuta de manera positiva en el rendimiento dinámico del vehículo. Estudios recientes, como el realizado por Produck (2025) ha revelado que la aplicación de estas optimizaciones permite que el peso reduzca considerablemente y mejora las propiedades mecánicas esenciales. Con el uso de software de CAD y CAE se logra obtener una implementación técnica en entornos a nivel académico y profesional, promoviendo el desarrollo.

2.2.- Preguntas de investigación

- ¿Cómo influye la aplicación de una optimización topológica, mediante simulación estructural, en la reducción de peso y mejora de la eficiencia estructural de la mesa de suspensión del Chevrolet Sail 1.4?
- ¿Cuál es la distribución de esfuerzos en la mesa de suspensión del Chevrolet Sail 1.4 bajo condiciones de carga típicas (frenado, curva y carga vertical)?
- ¿Qué porcentaje de masa es técnicamente posible reducir sin comprometer la resistencia y rigidez del componente optimizado?
- ¿Qué restricciones geométricas y de manufactura deben considerarse para garantizar que el diseño optimizado pueda ser implementado en procesos industriales convencionales?

3.-Objetivos de la investigación

3.1.- Objetivo General

Realizar la optimización topológica de la mesa de suspensión de un vehículo Chevrolet Sail 1.4 usando un software CAD CAE, con el propósito de reducir la masa del mismo, sin comprometer la funcionalidad del vehículo.

3.2.- Objetivos Específicos

1. Realizar una investigación bibliográfica sobre suspensión automotriz y optimización topológica, con énfasis en el uso de herramientas CAD y CAE, que sustenten el desarrollo del proyecto.
2. Modelar la geometría original de la mesa de suspensión del Chevrolet Sail 1.4, utilizando escáner 3D y software CAD, con el fin de replicar su comportamiento estructural en entornos de simulación.
3. Aplicar técnicas de optimización topológica en SolidWorks Simulación, orientadas a la redistribución eficiente del material con base en las trayectorias reales de carga, buscando reducir la masa total sin comprometer la rigidez estructural.
4. Analizar y comparar los resultados entre el modelo original y el modelo optimizado, evaluando los parámetros mecánicos como masa, esfuerzos y desplazamientos, para validar la factibilidad del rediseño propuesto.

4.- Justificación

El desarrollo de nuevas tecnologías en la industria es el objetivo de la actualización de conceptos, optimización de las líneas de producción y mejora de la eficiencia operativa. La optimización topológica es una herramienta considerada esencial para el diseño estructural de componentes automotrices, ya que permite reducir el peso de varias piezas, con la ventaja de que no se reduce la resistencia ni se ve afectada la funcionalidad del vehículo en cuestión. Estudios recientes han demostrado que la aplicación

de la optimización topológica en componentes similares ha resultado en una disminución significativa del peso, manteniendo o incluso mejorando las propiedades mecánicas esenciales. Además, el uso de herramientas de simulación estructural, como SolidWorks Simulation, facilita la implementación de esta técnica en entornos académicos y profesionales, promoviendo la innovación y el desarrollo de soluciones más sostenibles en la industria automotriz.

5.- Estado del Arte

De acuerdo con Estrella y Guamán (2023) en su estudio acerca de la optimización topológica de una mesa de suspensión, se realizó la aplicación de varios conceptos y algoritmos computacionales, basados en los elementos finitos a través de un software de simulación. El análisis se realizó aplicando el método de elementos finitos, el cual permitió revisar el comportamiento de la mesa de suspensión bajo diferentes condiciones de carga y determinar las áreas que estuvieron sujetas a mayores niveles de tensión. Como resultados de la investigación, existió una reducción del peso en gramos de la mesa de suspensión, teniendo en un principio un peso de 6654.34g y al final, con la optimización, quedó en 5921.41g, lo que sugirió una mejora en la eficiencia del diseño en términos de consumo de material.

La investigación realizada por Sookchanchai & Uthaisangsuk (2019) acerca del diseño liviano de un brazo de control inferior automotriz que utilizó la optimización de la topología para el proceso de conformado, presentó una aplicación metodológica en la cual disminuyeron el peso del componente automotriz para un transporte de carga. Realizaron una mejora en el peso y en la eficiencia del vehículo, teniendo en cuenta las restricciones de fabricación, y consiguieron una mayor eficiencia en un 15% de las propiedades mecánicas del componente.

Bayona (2023) en su investigación, presentó una optimización topológica de un brazo de suspensión McPherson, basándose en las cargas que recibió el brazo de suspensión, las cuales dependieron netamente de la distribución de fuerzas en el vehículo. Efectuaron el estudio del brazo de control de forma individual para descubrir el origen del brazo de control, los esfuerzos y trasladados en cada situación. Las iniciativas de ambos casos de carga consistieron en: 119 MPa y 19 MPa en ambos casos. Después, se llevó a cabo un modelo de brazo sobredimensionado de control para llevar a cabo su optimización topológica. Los materiales empleados en este proceso consistieron en una matriz de nylon reforzada con fibra de vidrio. Las iniciativas equivalentes en el modelo reciente contaron con 38 MPa y 12 MPa. Basándose en este diseño, se elaboró un prototipo de la misma demostración a través de una producción aditiva. El peso final del prototipo fue de 232 g, lo que significó que su peso fue de 232 g. Se consiguió una disminución del peso del 79% en comparación con el modelo inicial.

6.- Temario Tentativo

Capítulo I: Introducción

- 1.1 Planteamiento del problema
- 1.2 Formulación del problema
- 1.3 Objetivos de la investigación

- 1.4 Justificación
- 1.5 Alcance y delimitación

Capítulo II: Fundamentación teórica y antecedentes

- 2.1 Principios de suspensión automotriz
- 2.2 Mesa de suspensión: características estructurales
- 2.3 Fundamentos de la optimización topológica
- 2.4 Estudios previos relacionados (estado del arte)

Capítulo III: Metodología de desarrollo

- 3.1 Tipo de investigación
- 3.2 Procedimiento de modelado y simulación
- 3.3 Aplicación de optimización topológica
- 3.4 Comparación y análisis de resultados

Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones

- 4.1 Conclusiones generales del estudio
- 4.2 Recomendaciones para futuras aplicaciones

Referencias bibliográficas

Anexos

7.- Diseño de la investigación

7.1.- Tipo de investigación

EN FUNCION A SU PROPOSITO	
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.				
<input checked="" type="checkbox"/>	TRL 6: Tecnología validada en				
		Desarrollo	Entorno de simulación	Ingeniería a escala 1/10 < Escala < 1	Prototipo y demostración

	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 MANIPULACION DE VARIABLES		Inductivo	<input type="checkbox"/>
Experimental	<input type="checkbox"/>	Analítico	<input type="checkbox"/>
Cuasiexperimental	<input checked="" type="checkbox"/>	Sintético	<input type="checkbox"/>
No experimental	<input type="checkbox"/>	Estadístico	<input type="checkbox"/>

7.2.- Métodos de investigación

Método bibliográfico: permitió recopilar, analizar y sintetizar información teórica y técnica relacionada con la suspensión automotriz, la optimización topológica y el uso de software CAD/CAE. A través de este método se consultaron fuentes académicas como artículos científicos, tesis, manuales y documentos técnicos que respaldaron conceptualmente la propuesta.

Método experimental: se aplicó para evaluar, mediante simulación estructural, el comportamiento de la mesa de suspensión antes y después de ser optimizada topológicamente. Este método incluyó el modelado 3D del componente, la aplicación de condiciones de carga representativas y el análisis de resultados mediante el método de elementos finitos (FEM), utilizando SolidWorks Simulación.

7.3.- Técnicas de recolección de la información

1. Técnicas Documentales

- **Revisión Bibliográfica:** Se recopilarán y analizarán artículos científicos, tesis y manuales técnicos recientes relacionados con la optimización topológica y el diseño de componentes de suspensión automotriz.
- **Comprobación de Documentos Técnicos:** Se examinarán manuales de diseño y especificaciones técnicas del Chevrolet Sail 1.4 para obtener datos precisos sobre la mesa de suspensión.

Análisis experimental

- **Simulación estructural computacional:** se empleó el software SolidWorks Simulation para analizar el comportamiento de la mesa de suspensión bajo condiciones reales de carga (frenado, curva y carga vertical). Esta simulación permitió obtener datos cuantitativos sobre esfuerzos, deformaciones y desplazamientos.
- **Aplicación de optimización topológica:** a través de las herramientas del software, se ejecutó un proceso iterativo de redistribución del material con base en los resultados obtenidos, a fin de lograr una reducción de peso y una mejora en la rigidez estructural del componente. Posteriormente, se compararon los resultados entre el modelo original y el optimizado para validar la viabilidad del rediseño.

8.- Marco administrativo

8.1.- Cronograma

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	Jami Totasig Luis Héctor	Investigador	Mecánica Automotriz
2	Arias Astudillo Edison Santiago	Investigador	Mecánica Automotriz
3	Ing. Edwin Guamán	Docente Tutor	Mecánica Automotriz

Fuente: Propia.

8.2.2.- Materiales y Costos

Tabla 2.

Recursos materiales requeridos para el desarrollo del proyecto de investigación.

Ítem	Recursos Materiales requeridos	Costos
1	SolidWorks (Software)	–
2	Mesa de Suspensión	\$25
3	Vehículo Chevrolet Sail 1.4	–
4	Escáner HX Shinning 3D	\$10000
5	Laboratorio de análisis	–
6	Laptop	\$350

Fuente: Propia.

8.3.- Fuentes de información

Bibliografía

Bayona, H. (2023). *Optimización topológica y fabricación por manufactura aditiva de un brazo de suspensión MacPherson para un vehículo de combustión modificado para trabajar con motor eléctrico.* Universidad Industrial de Santander.

<https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/9d3a045d-70ed-43f2-87ba-9c466a754c01/content#:~:text=cuales%20se%20muestran%20en%20la,0%2C66%20mm%20en%20situaci%C3%B3n%20de>

Estrella, K., & Guamán, C. (2023). *Optimización topológica mediante el método de elementos finitos de una mesa de suspensión para un automóvil Chevrolet Aveo Activo.* UIDE. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/6460/1/UIDE-Q-TMA-2023-96.pdf#:~:text=Design%20criteria%20and%20specific%20constraints,practical%20feasibility%>

20 of 20 optimized 20 designs

Produck. (2025). *Los Beneficios de la Optimización Topológica en la Industria: Innovación en el Diseño y Eficiencia en la Producción*. Optimización Topológica: <https://produck.eu/blog/beneficios-de-la-optimizacion-topologica/>

Sookchanchai, K., & Uthaisangsuk, V. (2019). Lightweight design of an automotive lower control arm using topology optimization for forming process. *ResearchGate*, 1157(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1157/1/012083>

ESTUDIO DE PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO											
CARRERA: Mecánica Automotriz											
FECHA DE PRESENTACIÓN: 29 de mayo de 2025											
APELLIDOS Y NOMBRES DEL / LOS EGRESADOS: Jami Totasig Luis Héctor Arias Astudillo Edison Santiago											
TÍTULO DEL PROYECTO: Optimización Topológica de la Mesa de Suspensión de un Vehículo Chevrolet Sail 1.4 mediante Simulación Estructural											
ÁREA DE INVESTIGACIÓN:	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:										
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:											
<table><tr><td>• OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>• ANÁLISIS</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>• DELIMITACIÓN.</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr></table>			• OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• ANÁLISIS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	• DELIMITACIÓN.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
• ANÁLISIS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
• DELIMITACIÓN.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:											
GENERALES:											
REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DEL PROYECTO											
<table><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>SI</td><td><input type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr></table>			<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO					
<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO								
ESPECÍFICOS:											
GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO											
<table><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>SI</td><td><input type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr></table>			<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO					
<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓNAceptado

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:

29 MAYO 2025
FECHA DE ENTREGA DE ANTEPROYECTO