



UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ingeniería Automotriz

Análisis De Prestaciones Mecánicas Del Chasis Y Basculante De Una  
Motocicleta Eléctrica Utilizando Software (CAE).

Trabajo previo a la obtención del grado académico de Ingeniería Automotriz

Autores:

Edson Dahirí Ramírez Salamea

Richard Eduardo Sarango Quizhpe

Director:

Ing. Robert Esteban Rockwood Iglesias M.I.

Cuenca – Ecuador

2024

## **Dedicatoria**

A la memoria de mi abuelo, **Gil Roberto Ramírez Delgado**, quien con su nobleza y amor paternal me inculcó la pasión por los fierros, tus enseñanzas y ejemplo han sido la guía y motivación en mi camino y este logro es un tributo a tu memoria.

Te amo viejito y te envié un abrazo hasta el cielo.



**Edson Dahirí Ramírez Salamea**

## **Agradecimientos**

A mi familia, en especial a mi madre, **Roncesvalles**, quien con su paciencia y cariño me impulsó a perseguir mis sueños y nunca rendirme, mi abuela **Ana María** (Nona), que siempre ha estado junto a mí, motivándome para mejorar cada día de la mano de Dios, mis tíos **Max y Lérica**, por brindarme su sabiduría, abrigo y momentos de mucha alegría que llevo en mi corazón.

A mis amigos y docentes por brindarme una mano y su apoyo en el transcurso de mi carrera con alegrías, lágrimas y mucho esfuerzo, junto a ellos mi aprendizaje fue más enriquecedor y significativo.

Finalmente, a mi docente **Ingeniero Robert Esteban Rockwood Iglesias. M.I.** Por su capacidad de transmitirme su sabiduría y pasión a lo largo de la carrera con paciencia y desprendimiento, además de brindar su disponibilidad y orientación fundamentales para la realización de esta tesis.

**Edson Dahirí Ramírez Salamea**

Me gustaría dar las gracias a Dios y a mi familia, especialmente a mi madre, abuelita, y a mi padre, que me han apoyado a lo largo de toda mi carrera, así como a mis tíos, que me dieron una mano en los días difíciles de la pandemia de COVID-19.

Agradezco a todos los profesores y técnicos del taller que brindaron su conocimiento y apoyos a lo largo de todo mi aprendizaje y así como también quiero agradecer a todos mis amigos que me acompañaron todos estos años, por los grandes momentos que compartimos.

Un agradecimiento especial a mi profesor Ing. Robert Esteban Rockwood Iglesias. M.I. por su apoyo en toda mi carrera y disponibilidad durante la realización de esta tesis.

**Richard Eduardo Sarango Quizhpe**

## Resumen

La transición hacia vehículos eléctricos presenta retos para la industria automotriz en Ecuador. Las motocicletas eléctricas, en particular, surgen como alternativas sostenibles frente a motocicletas de combustión interna. No obstante, existen desafíos técnicos significativos relacionados con la seguridad, durabilidad y eficiencia estructural de componentes clave como el chasis y el basculante.

El objetivo principal de esta tesis es evaluar las prestaciones mecánicas del chasis y basculante de una motocicleta eléctrica mediante el método de elementos finitos (FEA). Para ello, se utilizó software CAD (SolidWorks®) y CAE Altair® HyperMesh®, para modelar y simular las estructuras bajo diversas condiciones de carga en escenarios como frenado, aterrizajes y curvas, utilizando acero ASTM A36 y aluminio 6061-T6. También se analizó la rigidez torsional y lateral, y las frecuencias naturales para los primeros modos de vibración, para asegurar un desempeño óptimo y proponer mejoras estructurales.

Los resultados demostraron que el chasis original en acero es adecuado para cargas moderadas (1g), pero muestra limitaciones bajo condiciones extremas (2g y 3g). El rediseño estructural con refuerzos mejoró significativamente la capacidad de carga, elevando el factor de seguridad hasta 3.1. Las frecuencias naturales del chasis y basculante reforzados superaron las del diseño original; además el uso de aluminio redujo el peso en un 71.7%, aunque requiere estudios adicionales sobre resistencia de vida media bajo cargas de fatiga, análisis de dinámica de cuerpos múltiples y estudio de campo.

**Palabras clave:** Análisis de elementos finitos (FEA), Análisis modal, Chasis y basculante, Motocicleta eléctrica, Optimización estructural, Resistencia mecánica, Rigidez estructura.

## **Abstract**

The transition to electric vehicles presents challenges for the automotive industry in Ecuador. Electric motorcycles, in particular, emerge as sustainable alternatives to internal combustion motorcycles. However, there are significant technical challenges related to safety, durability, and structural efficiency of key components such as the chassis and swingarm.

The main objective of this thesis is to evaluate the mechanical performance of the chassis and swingarm of an electric motorcycle using the finite element analysis (FEA) method. For this purpose, CAD software (SolidWorks®) and Altair® HyperMesh® CAE were used to model and simulate the structures under various loading conditions in scenarios such as braking, landing and cornering, using ASTM A36 steel and 6061-T6 aluminum. Torsional and lateral stiffness and natural frequencies for the first vibration modes were also analyzed to ensure optimal performance and propose structural improvements.

The results showed that the original steel chassis is adequate for moderate loads (1g) but shows limitations under extreme conditions (2g and 3g). The structural redesign with reinforcements significantly improved the load capacity, raising the safety factor to 3.1. The natural frequencies of the reinforced chassis and swingarm exceeded those of the original design; in addition, the use of aluminum reduced the weight by 71.7%, although it requires additional studies on half-life resistance under fatigue loads, multibody dynamics analysis and field study.

**Keywords:** Chassis and swingarm, Electric motorcycle, Finite element analysis (FEA), Mechanical strength, Modal analysis, Structural optimization, Structural stiffness.