



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i3>

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

*Diseño del chasis de un prototipo de Formula SAE Eléctrico*

*Chassis design of a Formula SAE Electric prototype*

*Projeto de chassi de um protótipo da Fórmula SAE Electric*

Angel Xavier Arias Perez <sup>I</sup>

[axarias@espe.edu.ec](mailto:axarias@espe.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-1070-2850>

Alex Javier Ramos Jinez <sup>II</sup>

[ajramos@espe.edu.ec](mailto:ajramos@espe.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-5364-9549>

Abrahan Mesias Jorque Rea <sup>III</sup>

[ajorque@istct.edu.ec](mailto:ajorque@istct.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-4235-9604>

Rodrigo Patricio Toasa Jimenes <sup>IV</sup>

[rodrigopatricio89@gmail.com](mailto:rodrigopatricio89@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-8744-0794>

**Correspondencia:** [axarias@espe.edu.ec](mailto:axarias@espe.edu.ec)

\***Recibido:** 29 de mayo del 2022 \***Aceptado:** 02 de junio de 2022 \* **Publicado:** 25 de julio de 2022

- I. Magíster en Diseño Mecánico, Ingeniero Automotriz, Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE, Sangolquí, Ecuador.
- II. Ingeniero Automotriz, Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE, Sangolquí, Ecuador.
- III. Ingeniero Automotriz, Instituto Superior Universitario Central Técnico ISCT, Quito, Ecuador.
- IV. Magíster en Diseño Mecánico, Ingeniero Automotriz, Universidad Nacional de Chimborazo, UNACH, Riobamba, Ecuador.

## Diseño del chasis de un prototipo de Formula SAE Eléctrico

---

### Resumen

El presente artículo tiene como finalidad realizar el diseño mecánico del chasis de un formula SAE Eléctrico basándose en la dimensiones recomendadas según la normativa de la Formula SAE, el modelado del chasis se desarrolló mediante el software Autodesk Inventor iniciando con un croquis en 3D hasta la obtención del dibujo completo en líneas, a continuación se utilizó las herramientas de miembro estructural para seleccionar y aplicar los perfiles estructurales en el modelado del chasis, luego se realizó operaciones de corte en las uniones de los perfiles hasta que no existieran interferencias entre miembros estructurales.

Posteriormente se importó el modelo del chasis al software ANSYS Workbench para realizar el análisis estático mediante las herramientas de elementos finitos, es importante mencionar que en la fase inicial es necesario configurar correctamente el mallado del chasis, se empleó una malla CFD (Computational Fluid Dynamics) de calidad ortogonal para el análisis estático y después se evaluó la malla para obtener resultados correctos, en este estudio, a continuación se configuró las condiciones de contorno (puntos fijos y cargas) y se procedió a simular las diferentes condiciones críticas a las que estará sometido el chasis como prueba de aceleración, frenado y curva, mediante el análisis MEF se determinó que el chasis no fallará en ninguna de las pruebas simuladas, determinando de esta manera un correcto diseño del chasis del formula SAE Eléctrico

**Palabras Claves:** Diseño; formula SAE; ANSYS; chasis.

### Abstract

The purpose of this article is to carry out the mechanical design of the chassis of an Electric SAE formula based on the recommended dimensions according to the SAE Formula regulations, the chassis modeling was developed using Autodesk Inventor software, starting with a 3D sketch until obtaining of the complete drawing in lines, then the structural member tools were used to select and apply the structural profiles in the chassis modeling, then cutting operations were performed on the joints of the profiles until there were no interferences between structural members.

Subsequently, the chassis model was imported into the ANSYS Workbench software to perform the static analysis using finite element tools. It is important to mention that in the initial phase it is necessary to correctly configure the chassis mesh, a CFD (Computational Fluid Dynamics) mesh was used. of orthogonal quality for the static analysis and then the mesh was evaluated to obtain correct results, in this study, then the boundary conditions (fixed points and loads) were configured and the

## Diseño del chasis de un prototipo de Formula SAE Eléctrico

---

different critical conditions to which it will be subjected were simulated. the chassis as an acceleration, braking and curve test, through the FEM analysis it was determined that the chassis will not fail in any of the simulated tests, thus determining a correct design of the chassis of the SAE Electric formula

**Keywords:** Design; SAE formula; ANSYS; chassis.

### Resumo

O objetivo deste artigo é realizar o projeto mecânico do chassi de uma fórmula SAE Elétrica com base nas dimensões recomendadas de acordo com os regulamentos da Fórmula SAE, a modelagem do chassi foi desenvolvida usando o software Autodesk Inventor, iniciando com um esboço 3D até a obtenção de o desenho completo em linhas, em seguida foram utilizadas as ferramentas dos membros estruturais para selecionar e aplicar os perfis estruturais na modelagem do chassi, em seguida foram realizadas operações de corte nas juntas dos perfis até que não houvesse interferências entre os membros estruturais.

Posteriormente, o modelo do chassi foi importado para o software ANSYS Workbench para realizar a análise estática utilizando ferramentas de elementos finitos. É importante mencionar que na fase inicial é necessário configurar corretamente a malha do chassi, uma malha CFD (Computational Fluid Dynamics) de qualidade ortogonal para a análise estática e então a malha foi avaliada para obter resultados corretos, neste estudo, então as condições de contorno (pontos fixos e cargas) foram configuradas e as diferentes condições críticas a que ela será submetida foram simuladas . o chassi como um teste de aceleração, frenagem e curva, através da análise FEM foi determinado que o chassi não falhará em nenhum dos testes simulados, determinando assim um projeto correto do chassi da fórmula SAE Electric

**Palavras-chave:** Projeto; fórmula SAE; ANSYS; chassis.

### Introducción

El diseño mecánico en la actualidad se ha convertido en una de las etapas más importantes antes de construir una máquina, estructura o elemento mecánico, debido a esto es importante mencionar cuales son los factores más importantes a tomar en cuenta para realizar un correcto diseño mecánico, siendo este el principal propósito de este estudio desarrollar un correcto diseño del chasis para un formula

## Diseño del chasis de un prototipo de Formula SAE Eléctrico

---

SAE Eléctrico, lo cual trae beneficios como una estructura mecánica confiable, ahorro de material, un elemento o máquina que satisfaga las necesidades de sus operadores y muchos otros beneficios. Antes de que existan los ordenadores los ingenieros se tardaban horas o incluso días realizando el análisis de una estructura mecánica para comprobar si esta soportaría las cargas a las cuales estaría sometida, gracias al avance de la tecnología computacional todos estos procesos se han visto reducidos notablemente, la mayoría de softwares utilizan el método de elementos finitos para obtener resultados a muchos problemas de la ingeniería.

### **Método de elementos finitos**

Este método consiste en dividir la geometría (pieza) en partes pequeñas las cuales se llaman elementos, resolviendo así un problema de alta complejidad facilitando a la computadora la operación con eficiencia. Este método propone reemplazar un número infinito de variables desconocidas con un número finito de elementos de comportamiento bien definidos. Estas subdivisiones pueden tomar muchas formas dependiendo de la naturaleza y el tamaño del problema. Ejemplos: triángulos, cuadrados, etc. Debido al número limitado de elementos, estos se denominan "elementos finitos". Los elementos finitos están conectados por puntos llamados nodos o puntos de nodo. El conjunto de todos estos elementos (elementos y nodos) se denomina malla. Debido a la subdivisión de la geometría, las fórmulas que determinan el comportamiento físico no se resuelven con exactitud, sino que se aproximan mediante este proceso numérico. La precisión de ambos métodos de elementos finitos depende del número de nodos y elementos, y del tamaño y tipo de elementos en la malla. Cuanto menor sea el tamaño y mayor el número de elementos en la malla, más preciso será el resultado del análisis.

### **Simulación computacional**

El software de simulación por computadora sigue evolucionando y mejorando el análisis basado en métodos, lo que facilita una mejor selección de tipos y generación de mallas de elementos, técnicas de modelado, criterios de aceptación, errores y visualización de resultados, lo que hace que las herramientas sean más fáciles de usar. Por lo tanto, para dominar el software y desarrollar las mejores prácticas para aplicar este poderoso recurso al desarrollo y evaluación de productos y proyectos, debe conocer los conceptos básicos de cómo hacerlo. Este método se puede aplicar para resolver y diagnosticar problemas de análisis estructural y obtener desplazamientos, deformaciones y tensiones.

## Diseño del chasis de un prototipo de Formula SAE Eléctrico

---

También puede aplicar criterios de resistencia, rigidez o fatiga para representar diferentes escenarios y evaluar el rendimiento del producto. Las variaciones en el método de elementos finitos también permiten el análisis térmico, acústico, dinámico, electromagnético y de flujo en los casos más simples de comportamiento lineal a no lineal. La tecnología actual integra el software utilizado para desarrollar representaciones geométricas, conocido como CAD (Computer Aided Design) con un sistema basado en un método de elementos finitos llamado CAE (Computer Aided Engineering). Esta integración le brinda los mejores resultados con un análisis más eficiente y ágil.

El proyecto que se desarrolla a continuación es el resultado de una investigación previa sobre la simulación computacional especialmente aplicada al análisis estático y dinámico del chasis de tipo tubular, métodos y técnicas de estudio para el análisis estructural, estudios que se detallan a continuación:

### **Análisis de Impacto Frontal**

Este estudio se realizó para obtener un análisis de impacto Diseño de chasis tipo fórmula SAE tubular utilizando el paquete de software LS-DYNA, construyendo cada elemento estructural utilizando la herramienta de diseño paramétrico ANSYS. En esta etapa se realiza la ejecución de la estructura de acuerdo al diseño del chasis, se genera un archivo con extensión .STEP para ser importado a ANSYS y se realizó la investigación correspondiente. Se aplicó el conocimiento de FEM junto con el conocimiento de manejo de software de simulación, el cual fue un estudio integral del proceso de simulación estructural propuesto. El software SolidWorks tiene un impacto significativo en el trabajo que se realiza, ya que las herramientas CAD permiten el modelado 3D de los elementos, capturando la forma de la estructura principalmente a través de los elementos estructurales, a partir de los cuales se ejecuta todo el proceso. A continuación, el archivo de extensión STEP puede modificarse y personalizarse para su análisis mediante la interfaz ANSYS. Finalmente, el proceso propuesto fue validado y analizado utilizando el entorno de realidad virtual proporcionado por el software ANSYS. Se obtuvieron resultados satisfactorios con los resultados del análisis de tensión direccional, tensión total, tensión, velocidad de impacto. Aclara la importancia de utilizar un software dedicado para determinar el nivel de seguridad que brinda el vehículo en caso de impacto. Proporciona resultados fiables que permiten centrar las actividades en uno de los pilares de la seguridad vial asociado a los vehículos de seguridad. [1]

### **Análisis Estructural en vehículos categoría L7E**

Este estudio muestra que Ecuador cuenta con vehículos L7e de diversos orígenes, más comúnmente de Europa y China, y ha sido objeto de un análisis estructural del diseño ya que es una excelente alternativa a la movilidad urbana. Se han revisado las normas de seguridad de los vehículos, así como los estándares de diseño y fabricación. Compararon varias variables en condiciones estáticas. La simulación se desarrolló mediante ingeniería asistida por computadora, donde se colocaron diferentes tipos de cargas para simular las fuerzas generadas durante el trabajo del vehículo, y se compararon deformaciones uniformes, desplazamientos y esfuerzos de von Mises. Para el cálculo de la fuerza recibida se aplican al vehículo los requisitos de la norma NTEINEN 1323 para automóviles. Se estudió el comportamiento de los materiales en base a las condiciones externas a las que estuvo expuesta la estructura para determinar su resistencia ante los peores escenarios. estático. En las pruebas de torsión, ambos vehículos han superado los puntos de rendimiento de 334MPa y 223MPa, con factores de seguridad bajos de 0,38 y 0,47 para vehículos en Europa y China. Más bien, esta es la prueba más radical de la estructura. Concluyendo que superan el límite de resistencia a la tracción. Esto significa que el material ya conduce a la destrucción. Por ello, se presentan varias opciones de acero de alta resistencia con un factor de seguridad superior a 1,50. [2]

### **Diseño de chasis para un monoplaza formula SAE**

Este estudio muestra que la Formula SAE es un concurso universitario internacional donde los estudiantes deben diseñar, fabricar y conducir un coche de fórmula monoplaza. Los equipos de estudiantes deben organizarse como una empresa donde, además del diseño y la fabricación de monoplazas, también son importantes la gestión de los recursos disponibles, el cumplimiento de las condiciones del marco económico y la comercialización de los mismos, respetando los requisitos técnicos. De esta forma, las áreas de diseño, fabricación y compras influyen en la industria manufacturera, seguidas de las áreas de marketing y comunicación de marketing. Este informe describe las propuestas de diseño de chasis monoplaza de Fórmula SAE basadas en la estructura de fabricación y los estudios de materiales. Además del modelado de diseño, este estudio utiliza las especificaciones establecidas en la sección de diseño y construcción del chasis de las reglas de competencia 2013FSAE como variables de control para realizar el comportamiento estructural con análisis de elementos finitos. [3]

### **Proceso de diseño y fabricación del chasis tubular para Vehículo Fórmula SAE**

Este trabajo menciona el estudio del chasis tubular de los vehículos de Fórmula SAE que cumplan con el código de diseño establecido por SAE Internacional. Este código especifica las características y partes que se deben cumplir. El análisis realizado se centra en la relación entre las tareas de modelado por ordenador y sus procesos de fabricación. Parte del chasis expuesto consiste en un perfil de tubo parcialmente doblado y cortado conectado por soldadura. Actualmente, las plataformas de diseño asistido por computadora incluyen módulos para el diseño de piezas soldadas. Este estudio proporciona un conjunto de recomendaciones para el modelado correcto del chasis y los beneficios que se pueden lograr dentro del proceso de diseño y fabricación. Finalmente, discutimos los procesos de corte y soldadura utilizados para fabricar este componente del vehículo y los posibles beneficios de un correcto modelado en la fabricación. [4]

### **Comportamiento estático y modal del chasis de un ómnibus modernizado**

El propósito de este estudio es determinar el comportamiento estático y modal del chasis mediante cambios estructurales que se encuentran adheridos al chasis de los buses modernos. La nueva construcción debe mejorar la apariencia aerodinámica, alcanzar más velocidad y transportar a más personas, por lo que el chasis debe recalcularse para estas nuevas condiciones. Aquí hay dos simulaciones numéricas usando el método de elementos finitos. El primero trata sobre el análisis estático del chasis para las tres condiciones de carga. El segundo admite análisis modal para determinar la frecuencia natural y el modo del chasis. Según los resultados del análisis de resistencia y rigidez, se puede concluir que el chasis se puede utilizar en nuevas condiciones. [5]

### **Optimización topológica de las manguetas para un vehículo prototipo fórmula SAE**

La ingeniería inversa nos permitió rediseñar las manguetas originales para reducir el peso y mejorar las propiedades. Este proceso se realizó utilizando software CAD para modelado, CAE para optimización de topología y validación de resultados en el eje de fabricación mediante aleación 7075-T6 y un proceso de fundición del aluminio. El rediseño de la mangueta comenzó con un análisis de las piezas originales para obtener los parámetros geométricos del nuevo modelo. Con el software ANSYS Workbench, se optimizó la simulación del nuevo muñón de dirección, reduciendo los materiales innecesarios para los nuevos muñones de dirección delanteros y traseros en un 70 % y establecimos los factores de diseño en 3,22 y 5,16, respectivamente. El diseño final de la producción

## Diseño del chasis de un prototipo de Formula SAE Eléctrico

---

comenzó con la producción de impresión 3D y la producción de moldes en arena cruda, las fundiciones de aluminio se produjeron en un horno de crisol y el metal se aleó a una temperatura de calentamiento promedio de 910°C. aleando metales como: cromo, cobre, magnesio, zinc y una pequeña cantidad de hierro, silicio, titanio, otros metales. Como resultado, el peso de las manguetas se redujo en un 53 % en comparación con el original. Se puede concluir que con las aleaciones adecuadas se pueden obtener piezas pequeñas y duraderas a un costo de fabricación razonablemente económico. [6]

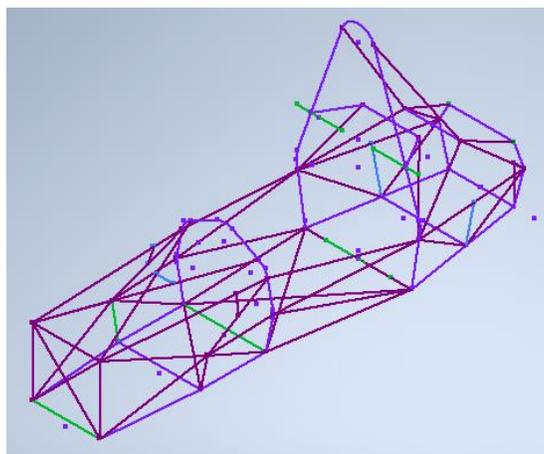
### **Análisis topológico del chasis de una motocicleta de competencia**

En este estudio se realizó una técnica de optimización topológica en el bastidor de una motocicleta Honda CRF 230 de competencia, con el objetivo de reducir el peso del componente original manteniendo los límites seguros de las propiedades mecánicas y materiales, con el fin de lograr un mejor rendimiento del motor y un mejor manejo para los ciclistas. Para ello se realiza la caracterización del material de partida del cuadro de la motocicleta mediante un proceso denominado Espectrometría de Chispa, además se realiza un análisis estático del cuadro para determinar las condiciones de contorno de la simulación. Para el modelado del chasis y el desarrollo de simulación, se utilizó SolidWorks Simulation. La aplicación de la optimización topológica se realiza utilizando el criterio de distribución de esfuerzos, mediante el uso del método MEF. Finalmente, se analizó la estructura original contra la estructura modificada para obtener una reducción de 67,6% en el peso del chasis original, y un factor de seguridad de 1.41. [7]

### **Materiales y Métodos**

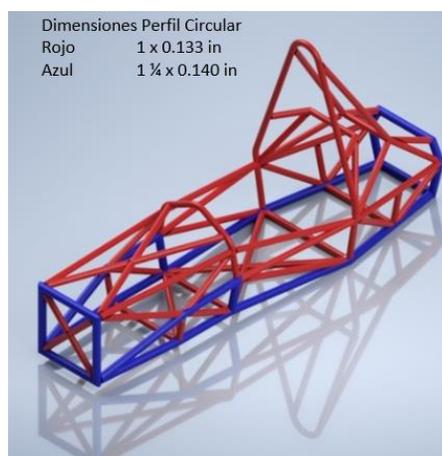
A continuación, se procede con el modelado del chasis en base a las dimensiones indicadas en el reglamento de la Formula SAE 2021 para lo cual se empleó el programa Autodesk Inventor obteniendo mediante bocetos en 3D el dibujo en líneas que se puede observar en la figura 1

## Diseño del chasis de un prototipo de Formula SAE Eléctrico



**Figura 1.** Boceto 3D chasis. Vista Isométrica

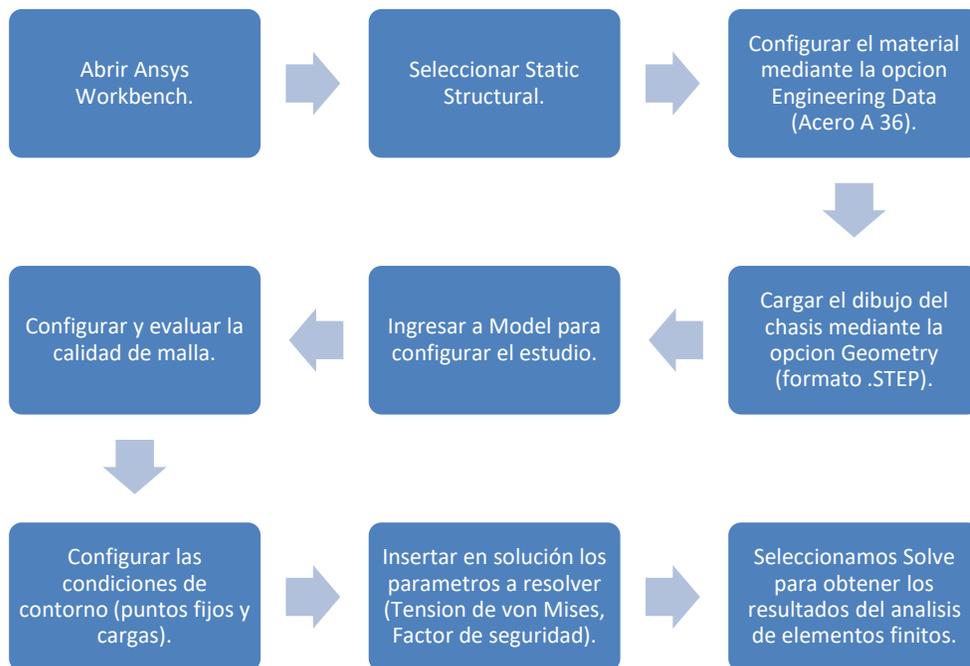
A continuación, se procede aplicar el perfil estructural en cada una de las líneas del chasis obteniéndose el diseño de la estructura el cual se puede observar en la figura 2, las dimensiones empleadas de los perfiles se muestran en la misma figura según el color.



**Figura 2.** Modelado del chasis.

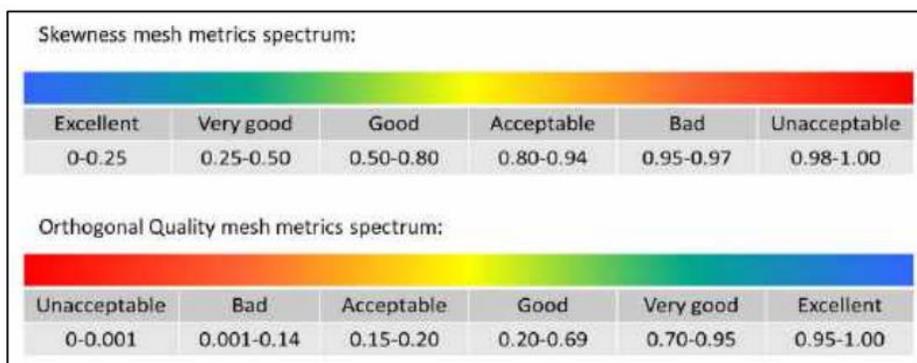
Continuando con el diseño del chasis se empleó el programa Ansys Workbench para realizar el análisis estático y verificar que la estructura no fallará en diferentes escenarios críticos a los que estará sometida, en la figura 3 se muestra el flujograma con la secuencia correcta a seguir para el análisis de elementos finitos.

### Diseño del chasis de un prototipo de Formula SAE Eléctrico



**Figura 3.** Flujograma del análisis de elementos finitos (MEF)

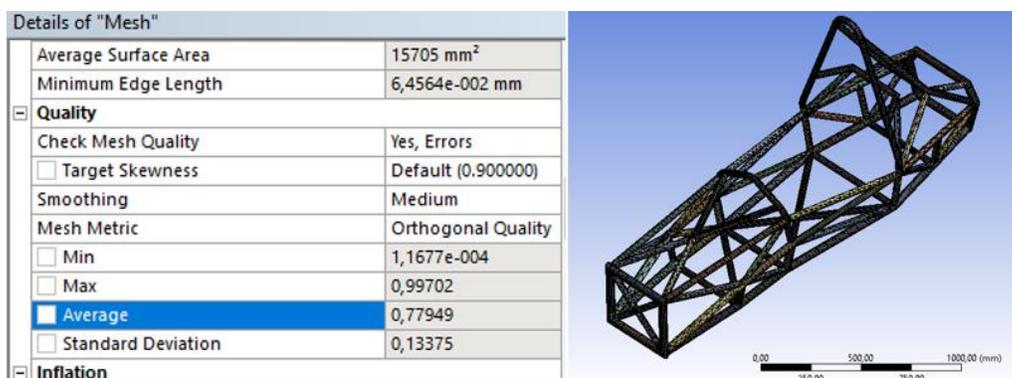
Uno de los factores más importantes en el análisis MEF es la calidad de mallado del modelo ya que de esto depende la confiabilidad de los resultados del análisis de elementos finitos, para cambiar la forma de la malla y evaluar la calidad de mallado es necesario conocer que la calidad de malla ortogonal se evalúa de 0 a 1, dónde 0 es mala y 1 es buena calidad como se observa en a figura 4



**Figura 4.** Rango de calidad de malla ortogonal

## Diseño del chasis de un prototipo de Formula SAE Eléctrico

Se procede a cambiar el tipo de mallado escogiendo la opción CFD dentro de physics preference, la opción Fine dentro de Relevance center, y la opción orthogonal Quality dentro de Mesh metric. Una vez generado el mallado en la figura 5 se puede observar que se obtuvo un valor de 0.77 con lo cual se determina que la calidad de mallado es muy buena.



**Figura 5.** Malla Orthogonal (Quality)

Para continuar con el análisis de elementos finitos es necesario conocer el peso de todos los diferentes componentes que serán implementados sobre el chasis del Formula SAE Electric los cuales se detallan en la tabla 1

**Tabla 1.** Cargas aplicadas sobre el Chasis en Newtons

Componente	Peso (N)
Piloto	700
Asiento	100
Motor y Baterías	267
Transmisión	300
Sistema de control	100
Carrocería	200
Dirección	100

## Diseño del chasis de un prototipo de Formula SAE Eléctrico

### Resultado y Discusión

Para iniciar el análisis de elementos finitos mediante el software ANSYS Workbench es necesario configurar las condiciones de contorno, en la figura 6 se muestran los puntos fijos (anclajes de la suspensión delantera y trasera) y las cargas de todos los componentes sobre el chasis.

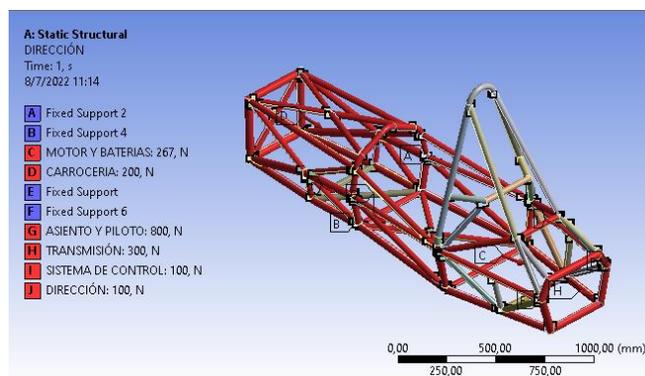


Figura 6. Condiciones de contorno para el análisis MEF

A continuación, se analiza el chasis bajo diferentes circunstancias críticas de manejo como son análisis en aceleración, freno y en curva obteniéndose los siguientes resultados

### Análisis durante Aceleración

En este análisis estático se asume que por acción de la aceleración del vehículo todas las cargas van hacia atrás, generando un esfuerzo máximo de 90 Mpa siendo menor al límite Elástico de 250Mpa del Acero empleado, lo cual se puede observar en la figura 7.

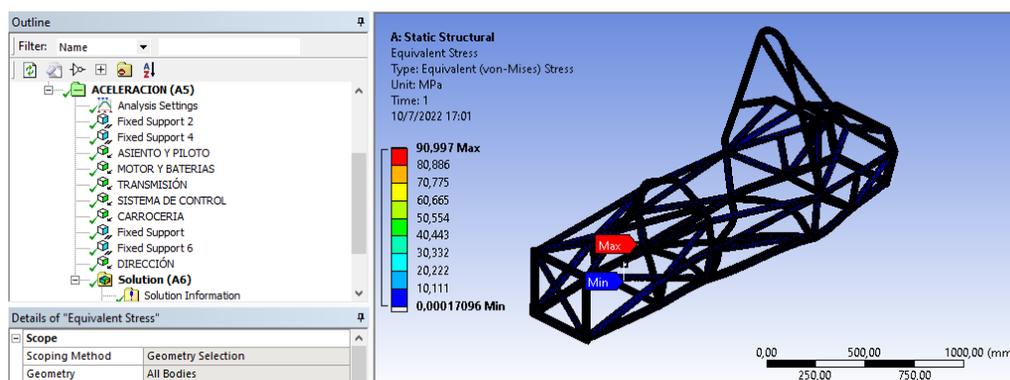


Figura 7. Tensión de Von Mises en Aceleración

## Diseño del chasis de un prototipo de Formula SAE Eléctrico

El factor de seguridad dentro del diseño mecánico se determina dividiendo el límite de fluencia del material sobre el máximo esfuerzo presente en el análisis, valor que se puede observar en la figura 8.

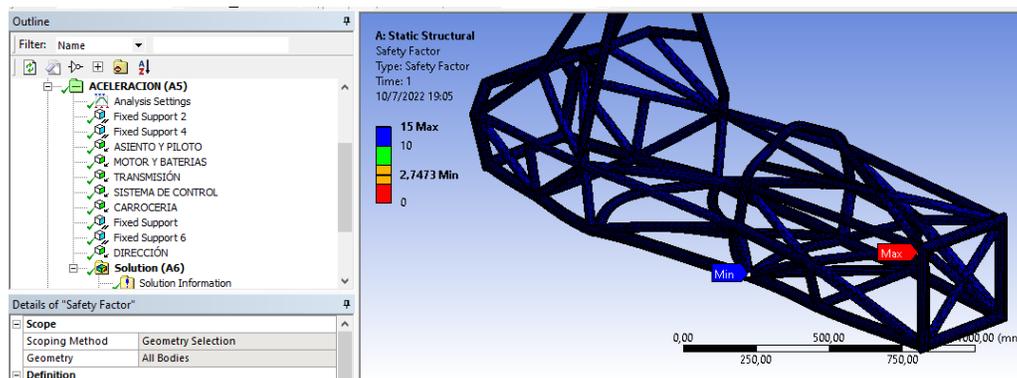


Figura 8. Factor de seguridad en Aceleración.

### Análisis durante el frenado

En este análisis estático se asume que por acción de la aceleración del vehículo todas las cargas van hacia adelante, generando un esfuerzo máximo de 81 Mpa siendo menor al límite Elástico de 250Mpa del Acero empleado, lo cual se puede observar en la figura 9.

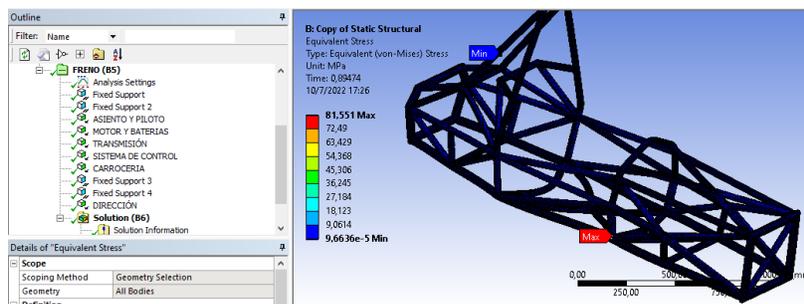


Figura 9. Tensión de Von Mises durante el frenado

El factor de seguridad durante el análisis de frenado es igual a 3 lo cual indica que el chasis no fallará durante esta prueba, ver figura 10

## Diseño del chasis de un prototipo de Formula SAE Eléctrico

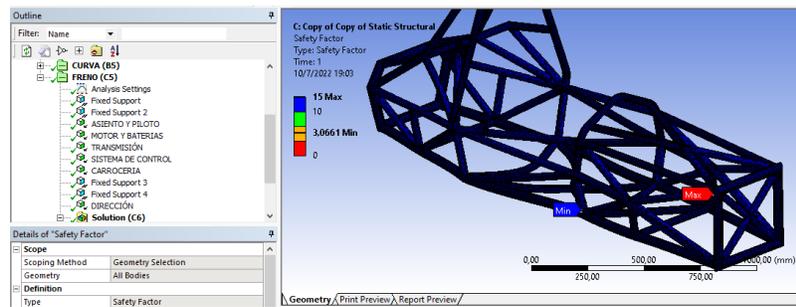


Figura 10. Factor de seguridad durante el frenado.

### Análisis durante curva

En este análisis estático se asume que por acción de las fuerzas centrífugas durante la curva todas las cargas van hacia afuera (lateral al vehículo), generando un esfuerzo máximo de 100 Mpa siendo menor al límite Elástico de 250Mpa del Acero empleado, lo cual se puede observar en la figura 11.

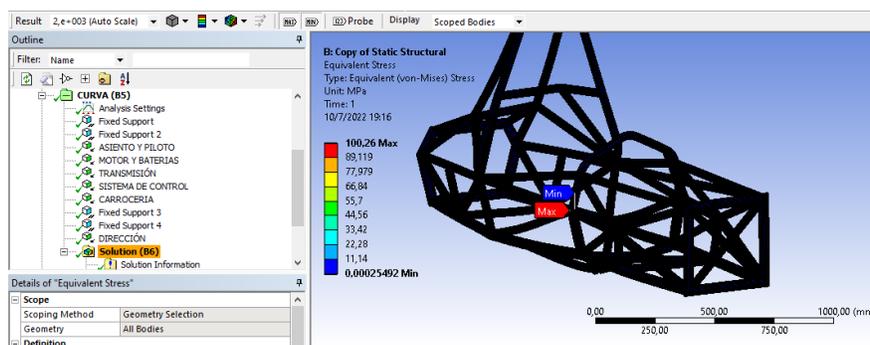


Figura 11. Tensión de Von Mises durante curva

El factor de seguridad durante el análisis en curva es igual a 2.4 lo cual indica que el chasis no fallará durante esta prueba, ver figura 12

## Diseño del chasis de un prototipo de Formula SAE Eléctrico

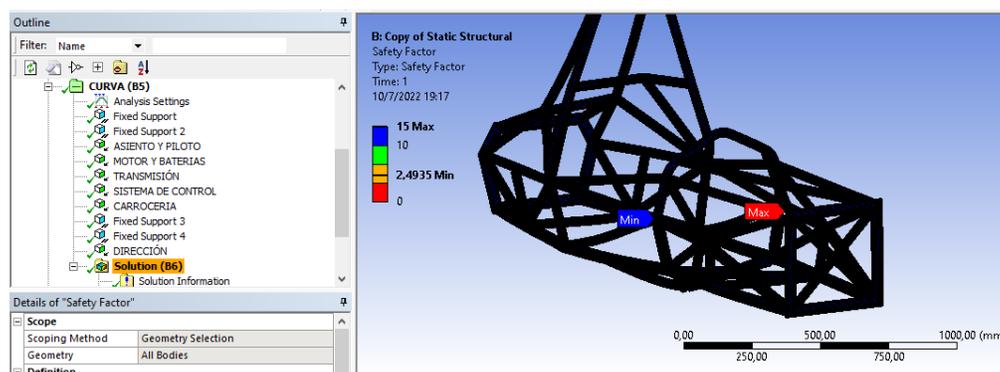


Figura 12. Factor de seguridad durante curva

### Conclusiones

El método de elementos finitos es una de las formas más rápidas y confiables de resolver problemas complejos en el área de la mecánica estructural, siempre y cuando no se tome a la ligera la calidad en el mallado, y una correcta configuración de las condiciones de contorno previo al análisis.

Se realizó con éxito el diseño del chasis del formula SAE Eléctrico, y se determinó que durante la prueba en curva del chasis es cuando mayor esfuerzo de Von Mises se presenta con un valor de 100 Mpa, además el material seleccionado para la simulación fue el acero A36.

El programa Autodesk Inventor y sus herramientas nos permiten obtener una vista realista renderizada del modelado lo cual nos da una idea clara de como se vera el chasis mucho antes de que este sea construido, facilitando de gran manera la etapa de manufactura y ahorrando recursos.

La simulación mediante el programa Ansys Workbench nos muestra cómo funcionará el chasis y como se comportará sometido a las cargas y diferentes pruebas de funcionamiento, además nos muestra los puntos críticos del chasis para tomar muy en cuenta en la construcción.

### Referencias

1. M. Freire, «Frontal, Lateral and Rear Impact Analysis of a Formula Sae Type Tubular,» Polo del conocimiento, p. 28, 2022.
2. G. Reyes, «Structural Analysis in electric vehicles of category L7E,» Polo del conocimiento, p. 25, 2021.
3. R. Valenzuela, «Diseño de chasis para un monoplaza formula SAE,» Culcyt//Tecnología, p. 31, 2013.

## Diseño del chasis de un prototipo de Formula SAE Eléctrico

---

4. M. Cuellar, «Análisis del proceso de diseño y fabricación del chasis tubular para Vehículo,» MEMORIAS DEL XXIV CONGRESO INTERNACIONAL ANUAL DE LA SOMIM, p. 10, 2018.
5. César Chagoyén, «Comportamiento estático y modal del chasis de un ómnibus modernizado,» Ingeniería Mecánica - Cujae, p. 11, 2013.
6. C. Padilla, «Topological optimization of front and rear stub axles for a SAE formula,» Dominio de las Ciencias, p. 22, 2020.
7. Á. Remache, «Topological analysis using the Finite Element Method,» Enfoque UTE, p. 17, 2019.

©2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).