



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BASTIDOR PARA UN PROTOTIPO
ELÉCTRICO LIGERO DE BAJO CONSUMO ENERGÉTICO MEDIANTE
ANÁLISIS CAE Y PROCESOS DE FABRICACIÓN.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Automotriz

AUTOR(ES): SERGIO KENNETH PADILLA RODRÍGUEZ
JHONATAN HERIBERTO TERCERO GUANO

TUTOR: JHONNY MARCELO PANCHÁ RAMOS

Quito - Ecuador 2023

CERTIFICADO DERESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Sergio Kenneth Padilla Rodríguez con documento de identificación N° 1723628242 y Jhonatan Heriberto Tercero Guano con documento de identificación N° 0550051965 manifestamos que:

somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

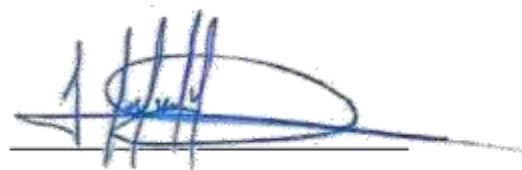
Quito, 02 de marzo del año 2023

Atentamente,



Sergio Kenneth Padilla Rodríguez

1723628242



Jhonatan Heriberto Tercero Guano

0550051965

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Sergio Kenneth Padilla Rodríguez con documento de identificación No. 1723628242 y Jhonatan Heriberto Tercero Guano con documento de identificación No. 0550051965, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “ Diseño y construcción de un bastidor para un prototipo eléctrico ligero de bajo consumo energético mediante análisis cae y procesos de fabricación” el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Automotrices, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

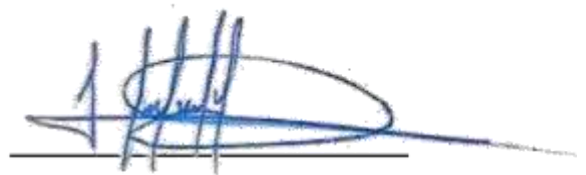
Quito, 02 de marzo del año 2023

Atentamente,



Sergio Kenneth Padilla Rodríguez

1723628242



Jhonatan Heriberto Tercero Guano

0550051965

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Johnny Marcelo Pancha Ramos con documento de identificación N° 1714747506 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BASTIDOR PARA UN PROTOTIPO ELÉCTRICO LIGERO DE BAJO CONSUMO ENERGÉTICO MEDIANTE ANÁLISIS CAE Y PROCESOS DE FABRICACIÓN, realizado por Sergio Kenneth Padilla Rodríguez con documento de identificación N° 1723628242 y por Jhonatan Heriberto Tercero Guano con documento de identificación N° 0550051965, obtenido como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 02 de marzo del año 2023

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Johnny', is written over a solid black horizontal line.

Ing. Johnny Marcelo Pancha Ramos MSc.

1714747506

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres, Blanca Rodríguez y Juan Carlos Quelal, por apoyarme en las buenas y en las malas y por amarme siempre. y apoyo incondicional a mis hermanos por estar ahí para mí cada vez que los necesité, por ser mis compañeros y por su apoyo moral durante este período y a todos los que me ayudaron y contribuyeron al éxito del trabajo, en especial a los que nos acogieron y compartieron sus conocimientos.

Sergio Kenneth Padilla Rodríguez

Dedico el presente proyecto a las personas que más aprecio en mi vida, mis padres Franklin Tercero y Avelina Guano quienes han sido el sistema de apoyo clave para que termine mi carrera. Agradecerles por estar a mi lado constantemente, creyendo en mí y ofreciéndome el apoyo en todo momento a quienes les tengo mi más alta consideración porque aprendí todo lo que sé de ellos, inculcándome continuamente los valores que uso para vivir mi vida diaria y me han ayudado a lograr uno de los muchos objetivos que tengo propuesto. Debido a mi amor y felicidad por ellos, este logro está dedicado a ellos haber realizado una tarea relacionada con mi vida profesional.

Jhonatan Heriberto Tercero Guano

AGRADECIMIENTO

Quiero empezar las gracias a la Universidad Politécnica Salesiana, las cuales me han permitido seguir desarrollándome personal y académicamente, lograr grandes cosas. Quiero agradecer a mis padres, Blanca Rodríguez y Juan Carlos Quelal, quienes han sido un gran apoyo en mi carrera académica. A mis hermanos, quienes siempre me han brindado un apoyo incondicional en mi vida personal.

Sergio Kenneth Padilla Rodríguez

Agradezco sinceramente a la Universidad Politécnica Salesiana por brindarnos la oportunidad, en especial a la carrera de Ingeniería Automotriz, por darme a oportunidad de obtener una profesión y ser un ser humano útil para nuestra sociedad.

A nuestros amigos que estuvieron con nosotros durante este período de nuestras vidas y personas que nos ayudaron a lograr este objetivo de alguna manera brindándonos apoyo hemos planeado nuestras vidas.

Jhonatan Heriberto Tercero Guano

Índice General

I. INTRODUCCIÓN	7
II. PROBLEMA	7
III. OBJETIVO GENERAL	9
IV. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
CAPÍTULO 1	10
1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	10
1.1. Chasis o Bastidor	10
1.2. Estructura y Componentes.....	10
1.3. Normas y características principales del larguero o bastidor.....	11
1.4. Clasificación de chasis.....	12
1.5. Principios para diseñar el chasis	14
1.6. Carrocería.....	14
1.7. Carrocería autoportante.....	15
1.8. Exigencias en el diseño y construcción de carrocerías.....	15
1.9. Aerodinámica y dinámica del mismo	15
1.10. Importancia en el sector automovilístico	16
1.11. Sistema de Dirección.....	17
1.12. Clasificación de Sistemas de Dirección	17
1.13. Sistema de frenos	20
CAPÍTULO 2	24
2. DISEÑO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL USO DE MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	24
2.1. Bastidor o estructura	24
2.2. Normas y restricciones de seguridad.....	28
2.3. Soldadura.....	28

2.4. Tipo y propiedades metalúrgicas del metal	32
2.5. Selección del material	32
2.6. Sistema de dirección	33
2.7. SISTEMA DE FRENOS	36
2.8. Diseño CAD/CAE	38
2.9. Software de CAD	40
2.10. Diseño CAE	41
2.11. Método de Elementos Finitos (MEF)	41
2.12. Método Descriptivo Utilizado en el diseño del prototipo.....	42
2.13. Método Analítico	43
2.14. Método Experimental.....	43
CAPÍTULO 3	45
3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	45
3.1. Consideraciones del diseño.....	45
3.2. Diseño estructural	45
3.3. Propuesta del prototipo	47
3.4. Modelación del prototipo en CAD.....	47
3.5. Construcción.....	49
3.6. Preparación de materiales.....	50
3.7. Cortes	51
3.8. Proceso de soldadura	53
3.9. Proceso final	54
CAPITULO 4	56
4. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	56
4.1. Aplicación de cargas	56
4.2. Análisis por medio de un software de elementos finitos.....	57
4.3. Análisis estático	57

4.4. Resultados del análisis	60
V. CONCLUSIONES.....	61
VI. RECOMENDACIONES	62
VII. BIBLIOGRAFÍA	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Bastidor de un automóvil	10
Figura 2. Batidor y elementos	11
Figura 3. Bastidor tipo escalera	12
Figura 4. Chasis autoparte	13
Figura 5. Chasis tipo tubular	13
Figura 6. Chasis monocasco	14
Figura 7. Túnel aerodinámico	16
Figura 8. Aurora Rod end	19
Figura 9. Esquema Ackerman	19
Figura 10. Frenos de Tambor.	22
Figura 11. Caliper fija	23
Figura 12. Caliper flotante	23
Figura 13. Chasis Tubular	25
Figura 14. Bastidor tipo Jaula	26
Figura 15. Chasis tipo compacto.	26
Figura 16. Chasis monocasco fibra de carbono	27
Figura 17. Chasis Híbrido	27
Figura 18. Restricción de seguridad	28
Figura 19. Diagrama unión de tubos	29
Figura 20. Uniones con espaciado y solape.	30
Figura 21. Circuito de un proceso de soldadura.....	30
Figura 22. Soldadura con arco eléctrico y gas GMAW	31
Figura 23. Soldadura tungsteno con arco eléctrico	31
Figura 24. Partes de la dirección.	33
Figura 25. Esquema radio de giro	34
Figura 26. Diagrama negativo Ackerman.	34
Figura 27. Diagrama positivo Ackerman	35
Figura 28. Ángulo de Salida	35
Figura 29. Ángulo de avance	36
Figura 30. Funcionamiento de los frenos hidráulico.....	38

Figura 31. Modelado CAD	40
Figura 32. Simulación CAE	42
Figura 33. Estructura Bastidor	46
Figura 34. Estructura del bastidor del prototipo	47
Figura 35. Vista frontal del prototipo	48
Figura 36. Vista superior del prototipo	48
Figura 37. Vista lateral del prototipo	48
Figura 38. Corte de los segmentos	51
Figura 39. Limpieza del corte realizado	51
Figura 40. Medidas de corte	51
Figura 41. Medidas con soldadura	52
Figura 42. Soldadura de extremos del bastidor.....	52
Figura 43. Soldadura de la parte media del bastidor	53
Figura 44. Chasis y roll bar	53
Figura 45. Sistema de Dirección y Freno	54
Figura 46. Prototipo Terminado.....	54
Figura 47. Vista simétrica del análisis estático	57
Figura 48. Análisis estático frontal	57
Figura 49. Análisis estático lateral	58
Figura 50. Análisis estático del roll bar	58
Figura 51. Análisis estático del piloto	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas y desventajas del piñón cremallera	18
Tabla 2. Especificaciones mecánicas, físicas y químicas del ASTM A 500	32
Tabla 3. Materiales para la fabricación del prototipo	49
Tabla 4. Equipos para la fabricación del prototipo	50

RESUMEN

En el presente trabajo se dan a conocer los procesos del diseño y fabricación de bastidor mediante el análisis CAE, así como para la construcción del chasis del prototipo, el cual debe ser ligero, pero también resistente, lo que permite una mayor velocidad y potencia en su rendimiento en la competición.

Los componentes del tren de transmisión mecánica se toman en consideración como cargas, y la geometría del bastidor se modela como punto de partida, en cuanto al diseño del bastidor es muy específico a lo requerido, las dimensiones mínimas y máximas del vehículo. Se utilizaron tubos cuadrados y redondos para las vigas y travesaños, se debe extremar la precaución al cortar los tubos, haciendo el corte en un perfil circular, que es particularmente crucial cuando se trata de tubos, lo que exige certeza y precisión va a ser el estilo que usted aplique la elección de los tubos de chasis de aleación de acero redondos y cuadrados se realizó utilizando una matriz de decisión y los planos y el modelo prototipo se realizaron utilizando un software de modelado asistido por computadora. El software se utilizará para la simulación y el análisis de resultados y se ha utilizado ciertas referencias para disponer los componentes estructurales del marco integro así la parte final del chasis se construye uniendo al bastidor los componentes mecánicos, incluidos el motor eléctrico, la cadena y los sistemas de frenado y dirección, utilizando métodos tradicionales en la producción de construcciones metálicas los resultados de la construcción, simulación, análisis de los esfuerzos que soporta la estructura. El tubo redondo con el que está construido la mayor parte de nuestro prototipo tiende hacer el más adecuado. Para finalizar este objetivo propuesto se sugiere continuar con el proyecto y diseñar la carrocería.

Palabras Claves: PROTOTIPO DE VEHÍCULO, DISEÑO CAE, RESISTENCIA, SIMULACION.

ABSTRACT

In the present work, the processes of the design and manufacture of the frame are presented through the CAE analysis, as well as for the construction of the chassis of the prototype, which must be light, but also resistant, which allows greater speed and power in its performance in competition.

The components of the mechanical drivetrain are taken into consideration as loads, and the geometry of the frame is modeled as a starting point, as far as the design of the frame is very specific to what is required, the minimum and maximum dimensions of the vehicle. Square and round tubes were used for the beams and crossmembers, extreme caution should be exercised when cutting the tubes, making the cut in a circular profile, which is particularly crucial when it comes to tubes, what demands certainty and precision will be the style you apply The choice of round and square steel alloy chassis tubes was made using a decision matrix and the planes and The prototype model was made using computer-aided modeling software The software will be used for simulation and analysis of results and certain references have been used to arrange the structural components of the integrated frame so the final part of the chassis is built by joining to the frame the mechanical components, including the electric motor, the chain and the braking and steering systems, using traditional methods in the production of metal constructions the results of the construction, Simulation, analysis of the stresses supported by the structure. The round tube with which most of our prototype is built tends to make the most suitable. To finalize this proposed objective, it is suggested to continue with the project and design the bodywork

ABSTRACT (VEHICLE PROTOTYPE, CAE DESIGN, RESISTANCE, SIMULATION)

I. INTRODUCCIÓN

El mundo ha estado experimentando un avance tecnológico constante en muchas industrias y profesiones desde hace un tiempo, uno de ellos es la industria automotriz, que ha logrado importantes avances tecnológicos y cuyo desarrollo se refleja en la creación de bastidores para vehículos en las diversas categorías. Antes de las pruebas se realizan modificaciones especiales a sus autos para cumplir con los requisitos técnicos asegurando de que sus vehículos estén en la carretera listos para funcionar hay dos grupos primero las formas básicas de los futuros prototipos de automóviles tienen líneas simples, en la segunda fase esta la urbanización, tiene por objetivo reducir significativamente el uso de combustibles fósiles.

Cuando se habla de estos prototipos cabe recalcar que es para reducir el uso de vehículos con motores de combustión interna. Es posible demostrar que el problema es consecuencia de los casos mencionados en el apartado anterior los componentes utilizados para construir los bastidores de los vehículos, son seleccionados de la siguiente manera. En función del peso del chasis, el diseño de la carrocería y la hora de inicio de dar funcionamiento a estos prototipos. Como resultado, el chasis y la carrocería deben crearse de una manera específica para aumentar la eficiencia, reducir el desgaste y aumentar la velocidad utilizando materiales nuevos y de vanguardia que sean livianos y duraderos.

II. PROBLEMA

A partir de los estudios y conocimientos obtenidos acerca de los prototipos eléctricos, determinamos que el problema es la elección de los materiales para construir el vehículo eléctrico, esto es para que el rendimiento del vehículo no se vea afectado negativamente por el peso del chasis o el diseño de la carrocería. Para ser más ligero, más rápido y más eficiente, el chasis y la carrocería deben diseñarse y construirse utilizando nuevos materiales novedosos que sean a la vez más resistentes y ligeros. Dependiendo del desarrollo de la tecnología, el sector de fabricación de maquinaria se expande día a día esto permite desarrollar varios tipos de diseños donde la evidencia de esto se pueda ver en los automóviles

que ofrecen un mejor rendimiento y un gasto mucho menor del consumidor. El relevo generacional de hoy es uno de ellos, la energía requerida para conducir un automóvil varía significativamente. En otras palabras, se utilizan para reducir el daño ambiental y mejorar las estrategias, esta innovación se centra en los coches eléctricos y probar que pueden ser una gran opción en cuanto a movilidad. Si bien el motor a combustión también es un medio de transporte confiable, el proyecto para desarrollar un prototipo con bajo consumo de energía tiene como objetivo disminuir sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Debido a que el movimiento permite optimizar completamente el peso, debe mejorarse en términos de desarrollo. La estructura debe ser ligera y flexible, manteniendo la comodidad del piloto demostrando la importancia de crear proyectos que permitan un mayor crecimiento e innovación. Finalmente crear nuevas ideas que revolucionarán la industria automotriz. Ahora la problemática en el proyecto trata de centrarse en mejorarse su tamaño y construcción. Los primeros elementos de un prototipo eléctrico unipersonal y así obtener una excelente seguridad, peso ligero, aerodinámica y mejor flexibilidad. Explicar el problema con los ejemplos del apartado anterior, la elección de los materiales utilizados para fabricar el automóvil es lo que lo diferencia de sus diferentes diseñadores.

Delimitación del problema.

Ya sea con motores de combustión interna o sistemas de propulsión eléctrica, los prototipos actuales requieren una mayor autonomía de combustible. La pérdida de peso es necesaria para un rendimiento óptimo, por el peso extra puede afectar significativamente la relación entre la eficiencia del combustible y la distancia recorrida. Por lo tanto, fue necesario el diseño del bastidor para el monocasco de bajo consumo de energía. Es importante recordar que otro requisito para una mejor eficiencia energética es la forma en que conduce, ya que se ha demostrado que obtiene más millas por galón con menos combustible.

El prototipo a fabricarse es importante ya que tiene un mejor menor espacio, menor costo, no contamina al medio ambiente y finalmente ayuda a realizar investigaciones científicas.

III. OBJETIVO GENERAL.

- Diseñar y construir un bastidor para un prototipo eléctrico ligero de bajo consumo energético mediante análisis CAE y procesos de fabricación.

IV. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Identificar la disponibilidad de materiales y procesos de fabricación implementados en el diseño y fabricación de un bastidor con los sistemas de dirección y frenado.
- Diseñar un bastidor que permita integrar el sistema dirección, sistema de freno y tren motriz eléctrico mediante un software de dibujo mecánico.
- Fabricar el bastidor e implementar el sistema de dirección, frenado y acondicionamiento para el tren motriz.
- Uso de un software para diseñar y construir un bastidor que cumpla con los requisitos necesarios de la competencia.
- Analizar los esfuerzos del bastidor a los que está sometido, mediante un estudio CAE.

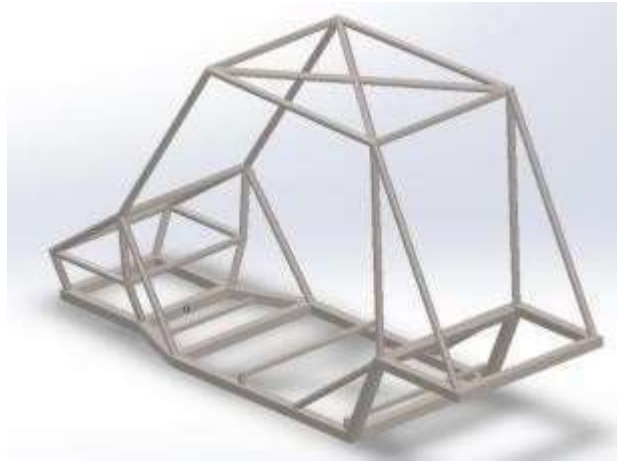
CAPÍTULO 1

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1. Chasis o Bastidor

El soporte interno, la rigidez y los elementos de conformación forman el chasis o estructura del vehículo. Los bastidores de un automóvil están integrados entre sí y comprenden un bastidor que soporta el motor y las partes mecánicas, como la transmisión y las suspensiones de las ruedas. También soportan la carrocería. (Quezada & Sarmiento, 2017)

Figura 1. Bastidor de un automóvil



Fuente: C. García; R. Álvarez. Optimización del diseño del chasis de un vehículo.

1.2. Estructura y Componentes

El chasis sirve como estructura para soportar el peso de cada componente, incluido el motor, el sistema de frenado, dirección y otras partes, ya que es donde se montan y ajustan todos los componentes mencionados y otros que se fijan a la suspensión y ruedas. Las partes del chasis del vehículo todos terrenos se muestran en la Figura 2 y están hechas de acero estampado tienen forma de U para acomodar el eje. Utilizando los ejes delantero y trasero, respectivamente, se permiten oscilaciones verticales los largueros se abordan desde el movimiento frontal debido a la necesidad de espacio adicional. (Quezada & Sarmiento, 2017)

Para soportar la carrocería y otros componentes, se colocan una serie de travesaños que conectan los largueros a intervalos apropiados. Al igual que se sujetan los largueros en marcha, estos travesaños disponen de un espacio apto para esfuerzos (Quezada & Sarmiento, 2017)

Figura 2. Batidor y elementos



Fuente: J. Manuel Pérez, Técnicas del Automóvil.

La ligereza y la resistencia a la deformación son los dos criterios principales que deben cumplirse a la hora de construir los marcos. Por esta razón, algunos marcos están diseñados con los largueros cruzados en el medio, formando una X a la que se unen los travesaños en varios lugares. (Quezada & Sarmiento, 2017)

La comparación de datos se toma desde la distancia entre los ejes delantero y trasero se conoce como distancia entre ejes, y la distancia entre ejes en sí es la separación de dos ruedas en un solo eje. (Cunalata, Terán, Santillán, & Bonilla, 2022)

1.3. Normas y características principales del larguero o bastidor

Se requiere el apoyo directo en los largueros a través de los travesaños para todos los mecanismos internos del vehículo. En consecuencia, soportan tensiones de flexión continuas que se ven exacerbadas por el impacto del sistema de suspensión. Para soportar estas fuerzas, los largueros deben ser muy rígidos. Dado que están sujetos a fuerzas de torsión cuando el vehículo circula por carreteras en mal estado, deben tener secciones rectangulares o en forma de U para darles una gran rigidez, una unión sencilla de los travesaños y una construcción del bastidor sencilla. (Perez Pecha & Ruiz Mejia, 2018)

Para que el suelo del vehículo sea lo más bajo posible, lo que favorece una conducción estable, los largueros y los travesaños deben tener las formas adecuadas. Se utiliza soldadura por resistencia o, en algunos casos, soldadura por láser para unir el marco o el chasis a la carrocería. Cuando la carrocería se fija a una plataforma formada por chapas y perfiles soldados entre sí o unidos con colas especiales, el chasis gana una importante rigidez longitudinal y torsional. (Molina, Peralta Zurita, & Paucar Gualotuña, 2018)

1.4. Clasificación de chasis

1.4.1. Escalera

El marco más antiguo y es el más básico en comparación con otros diseños durante la época colonial, se utilizó para crear carruajes tirados por caballos. Dos vigas metálicas, dispuestas paralelas a la longitud del vehículo, componen su estructura. Estas vigas metálicas estarán conectadas por unos travesaños. Las vigas rectas han evolucionado con el tiempo, ganando elementos curvos, refuerzos en forma de X, alargamientos y ensanchamientos en algunos tramos y otras modificaciones que mejoran el rendimiento del vehículo. Hoy en día, se utiliza para varios vehículos, incluidos vehículos de todo terreno, autobuses, camiones y furgonetas. (Perez Pecha & Ruiz Mejia, 2018)

Figura 3. Bastidor tipo escalera



Fuente: J. Manuel Pérez, Técnicas del Automóvil.

1.4.2. Auto portante

Actualmente son los más populares y consisten en soldaduras o uniones remachadas entre láminas. La rigidez necesaria se puede conseguir mediante la unión de múltiples materiales, lo que optimiza el diseño al reducir el peso y los costes de producción. (Perez Pecha & Ruiz Mejia, 2018)

Figura 4. Chasis autoparte



Fuente: J. Manuel Pérez, Técnicas del Automóvil.

1.4.3. Tubular

Es una estructura hecha enteramente de tubos huecos, y debido a su intrincado diseño, que se asemeja a una telaraña, se usa con frecuencia para autos de carreras, autos deportivos y algunas motocicletas debido a que ofrecen una mejor relación peso-resistencia. (Castillo Cárdenas, 5)

Figura 5. Chasis tipo tubular



Fuente: J. Manuel Pérez, Técnicas del Automóvil.

1.4.4. Monocasco

El chasis monocasco es una especie de bastidor que sirve a la vez como chasis y simultáneamente. Las carrocerías de los vehículos funcionan significativamente mejor que la competencia tipos, también son asequibles y tienen una excelente estabilidad estructural. Se usan más comúnmente en autos deportivos porque su fabricación es excesiva. (Flores, Rodríguez, & Rodríguez, 2018)

Figura 6. Chasis monocasco



Fuente: C. García; R. Álvarez. Diseño y optimización del chasis de un vehículo eléctrico autónomo

1.5. Principios para diseñar el chasis.

Al diseñar un chasis, la rigidez-flexión y la rigidez-torsión suelen ser dos factores a tener en cuenta el ejemplo más realista que se puede usar es cuando una de las ruedas delanteras encuentra un bache mientras que las otras ruedas no, el tipo de competición determinará el límite máximo de grado que se requerirá para deformar el chasis. El primero representa la flexión del chasis en relación al peso de los demás componentes del vehículo, el segundo en cambio se trata de la deformación del chasis provocada por una carga asimétrica. (Minga Pauta & Rockwood Iglesias, 2016)

1.6. Carrocería.

Cuando el automóvil está en movimiento, la carrocería puede considerarse como una caja especial diseñada para transportar pasajeros o carga. Para acomodar y proteger a los ocupantes del vehículo, la carrocería cumple un propósito principal. (CASADO & JIMÉNEZ, 2019)

1.6.1. Chasis con carrocería separada.

El chasis es el que soporta todas las partes mecánicas cuando un vehículo tiene este tipo de carrocería. Debido a que la carrocería está organizada como un conjunto separado con su propio piso, puede funcionar incluso sin carrocería. A pesar de estar adherido al chasis, la carrocería aún puede separarse por varias razones y reparar. Con frecuencia se monta en SUV, furgonetas, camiones y otros vehículos únicos como grúas. (CASADO & JIMÉNEZ, 2019)

1.6.2. Plataforma con bastidor separado.

El chasis es el marco sobre el que se sueldan los componentes del vehículo. Puede soportar tanto el suelo del vehículo como sus componentes mecánicos, y la carrocería se atornilla a la plataforma. Coches como el Citroen Mehari y el 2CV cuentan con esta carrocería. (CASADO & JIMÉNEZ, 2019)

1.6.3. Carrocería monocasco.

Son estructuras sólidas y monolíticas con capotas, puertas y parachoques que se pueden quitar. El primer vehículo con una carrocería de este tipo fue el Lancia Lambda, que hizo su debut en 1923. (CASADO & JIMÉNEZ, 2019)

1.7. Carrocería autoportante.

La mayoría de los coches actuales utilizan esta carrocería con frecuencia. Su construcción, que consta de numerosas piezas unidas por soldadura, hace que el trabajo de reparación sea sencillo y solo requiera la sustitución del componente dañado. Sus características exteriores incluyen parachoques, alas, un capó y otras cosas (Quezada & Sarmiento, 2017)

1.8. Exigencias en el diseño y construcción de carrocerías

Junto con la funcionalidad y la estética, los aspectos importantes del diseño de la carrocería incluyen los requisitos estructurales, el peso, la aerodinámica, la seguridad y los elementos estéticos y diseñado para aumentar la eficiencia, conservar energía y proteger a los ocupantes. (Pazmiño, Aranda, Oswaldo, & Diego, 2019)

1.9. Aerodinámica y dinámica del mismo

La interacción del aire y otros gases con objetos en movimiento se estudia en la rama de la mecánica de fluidos conocida como dinámica de gases. (Mejía & Paulina, 2018).

1.10. Importancia en el sector automovilístico

Debido a que es esencial crear un vehículo con excelente aerodinámica, así como una apariencia elegante y moderna, el diseño de la carrocería del automóvil ha adquirido una importancia significativa en la era moderna. Debido a que hay menos resistencia que superar mientras se mueve, la potencia del motor aumenta, el consumo de combustible disminuye y su rendimiento mejora. (CASADO & JIMÉNEZ, 2019)

La capacidad de medir la resistencia y el efecto en varias formas de vehículos en movimiento, especialmente cuando se exponen a vientos cruzados, y la capacidad de ver cómo se mueve el aire rociando productos especiales. Los fabricantes, que prueban rigurosamente cada modelo antes de lanzarlo al mercado, son los responsables de los líquidos. El famoso túnel de viento es uno de estos exámenes. La capacidad de un vehículo para penetrar el aire se evalúa mediante el coeficiente de penetración de un cuerpo (C_x), cuyo valor depende de él. (Mejía & Paulina, 2018)

Figura 7. Túnel aerodinámico



Fuente: C. García; R. Álvarez. Diseño y optimización del chasis de un vehículo eléctrico autónomo

Desde el punto de vista de la aerodinámica, la forma de "gota" es la geometría ideal porque presenta la menor cantidad de resistencia al movimiento hacia adelante. Esto significa que el diseño y la construcción de las carrocerías están centrados en este modelo. Sin embargo, muchos fabricantes consideran que esta forma es antiestética, por lo que con frecuencia agregan características que son agradables a la vista para los conductores. Ejemplos de estas características incluyen bajar la altura de manejo, inclinar los parabrisas para aumentar la aerodinámica y evitar superficies sobresalientes como jorobas. (Mejía & Paulina, 2018)

1.11. Sistema de Dirección

El sistema de dirección del automóvil actúa como el conducto entre el conductor y el vehículo, dirigiéndolo a lo largo de la ruta prevista cuando el volante se gira en un movimiento lineal junto con las ruedas delanteras. (BESSOLO, 2016)

El sistema de dirección tiene como objetivo aislar las perturbaciones del camino con la menor cantidad de esfuerzo y un control del vehículo preciso y confiable. Al intentar mantener los neumáticos y el suelo en contacto constante, lo logra. El automóvil es estable y simple de operar cuando se mueve a altas velocidades. (BESSOLO, 2016)

1.12. Clasificación de Sistemas de Dirección

A pesar de estar dividido en dos categorías, la clasificación de los sistemas de dirección se puede dividir en las siguientes subdivisiones:

- En un vehículo con dirección asistida, el conductor y una fuente externa contribuyen a la fuerza necesaria para alterar la dirección del automóvil.
- Varias fuentes externas proporcionan la fuerza de dirección asistida necesaria para alterar la trayectoria del automóvil. (BESSOLO, 2016)
- La capacidad de una aplicación para alterar su trayectoria como resultado de fuerzas o momentos producidos por la fricción entre los neumáticos y el suelo se conoce como autodirección. (Cunalata, Terán, Santillán, & Bonilla, 2014)

1.12.1. Sistema Cremallera o Piñón.

Un piñón gira en respuesta al movimiento del volante, moviendo una cremallera posicionada transversalmente que está unida a las barras de dirección y las rótulas. Hay algunas ventajas y desventajas de este sistema, que actualmente es uno de los más populares. (BESSOLO, 2016)

El sistema, que actualmente se encuentra entre los más populares, tiene las ventajas y desventajas que se enumeran a continuación. (BESSOLO, 2016)

Tabla 1. Ventajas y desventajas del piñón cremallera

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • De diseño sencillo. • Simple y asequible de fabricar. • Alta efectividad • Sin restricciones en el contacto del piñón y la cremallera. • El enlace puede estar conectado directamente cremallera • Muy poca elasticidad de dirección. • El movimiento máximo del es simple de restringir cremallera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor sensibilidad a los impactos. • Las fuerzas angulares causan tensiones significativas dentro de la biela. • Interrupciones desde el exterior. • A veces, la longitud de la biela es excesiva cuando está conectado directamente con la breve cremallera. • El movimiento del determina el ángulo de rotación cremallera. • Es incompatible con un eje rígido.

Fuente: J. Tercero; K. Padilla

1.12.2. Sistemas de Bolas Recirculantes

Consiste en un mecanismo con un tornillo roscado en uno de su extremo localice el tornillo al final de la columna de dirección, que se usa con el volante el movimiento lo produce la columna de dirección, que gira cuatro veces sobre sí misma de una serie de engranajes, los mismos que disminuirán significativamente el esfuerzo requerido era el conductor. Su uso de una serie de esferas para hacerlo posible es lo que le da su nombre desplazamiento. Los vehículos de trabajo pesados son donde se utiliza con mayor frecuencia. (BESSOLO, 2016)

1.12.3. Terminales de la dirección

Los ejes de la dirección o rotulas, también conocidos como terminales, son los extremos del varillaje de dirección. En la mayoría de estos componentes, están hechos de una carcasa que alberga un cojinete liso esférico. Los extremos de la varilla vienen en variedades de rosca izquierda y derecha, lo que facilita el ajuste de los ángulos de dirección. Esta es la característica clave que lo hace ampliamente aplicable en el sistema de suspensión y dirección del prototipo. (CASTRO, 2015)

Figura 8. Aurora Rod end



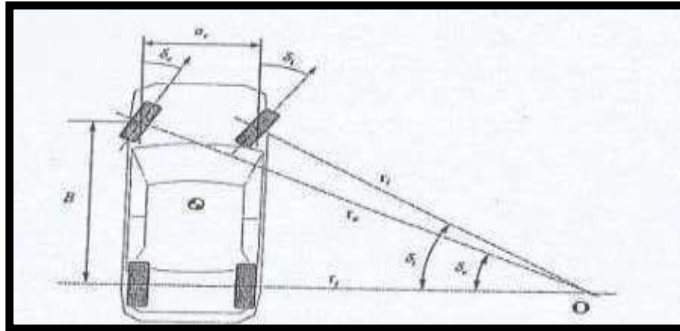
Fuente: C. García; R. Álvarez. Diseño y optimización del chasis de un vehículo eléctrico autónomo

1.12.4. Condición de Ackerman

El término "condición de Ackerman" se creó cuando Jeantaud lo utilizó por primera vez en 1878. (SUNTAXI, 2019) A medida que el vehículo se mueve a través de una curva con un radio constante, la Figura 9 demuestra que las ruedas exteriores seguirán una trayectoria circular con un radio mayor que las interiores. Las ruedas internas y externas deben girar en varios ángulos para garantizar un comportamiento dinámico y un rendimiento óptimo. Todas las ruedas tendrán el mismo radio de curvatura si se encuentran en el punto cero en este escenario. (BESSOLO, 2016)

- Ángulo de guiado externo
- Ángulo de guiado interno
- Ancho de vía anterior
- Distancia entre ejes

Figura 9. Esquema Ackerman



Fuente: C. García; R. Álvarez. Diseño y optimización del chasis de un vehículo eléctrico autónomo

1.13. Sistema de frenos

El sistema de frenado se refiere al conjunto de componentes que permiten que un vehículo disminuya la velocidad o incluso se detenga por completo. Es considerado como uno de los sistemas de seguridad más importantes que todo vehículo debe tener. En particular, debe mostrar precisión y confiabilidad. (Lazo, David, Yanez, & Patricio, 2021)

Un sistema de frenado debe poseer las siguientes cualidades:

- Eficiencia: Detener el automóvil rápidamente y en una distancia corta mínimo.
- Estabilidad: Preservando la trayectoria del vehículo.
- Progresividad: Con frenado proporcional al esfuerzo del conductor.
- Comodidad: Mientras requiere poco esfuerzo por parte del conductor.
- Mecánico: Qué sucede con el sistema cuando el conductor interviene aplicando el freno función.

- Físico: La adherencia del vehículo al suelo puede diferir como consecuencia del peso o aerodinámica del prototipo. (BESSOLO, 2016)

1.13.1. Adherencia.

Esta es la superficie del lugar de descanso del cuerpo, que simboliza la resistencia de un cuerpo a ser movido por otra fuerza. con respecto al agarre y el peso corporal que afectan el factor de fricción (f). (Achútegui Viada, 2021) La adherencia varía:

- Dependiendo de cuánto pesa el carro.
- Las características y el estado de una carretera.

1.13.2. Fricción.

Es la cantidad de fuerza que deben vencer dos objetos en contacto para poder moverse. Hay muchos tipos diferentes de fricción, pero el tipo que causa el deslizamiento en seco presenta la mayor resistencia para mover un objeto. (Achútegui Viada, 2021)

Un vehículo tiene cierta cantidad de energía cinética cuando está en movimiento, y si desea detenerlo, debe convertir esa energía en un tipo diferente de energía que no involucre el movimiento del vehículo, como la energía térmica.

La fricción es la que se opone al movimiento de dos objetos cuando entran en contacto y esto se viene a llamar fricción. Debido a que el peso y la fricción están inversamente correlacionados, la fricción aumenta a medida que aumenta el peso cuando un objeto entra en contacto con otro objeto. La fricción se ve afectada por la temperatura, la calidad de la superficie y el material de fricción, ya sea un rotor o un tambor. (Lazo, David, Yanez, & Patricio, 2021)

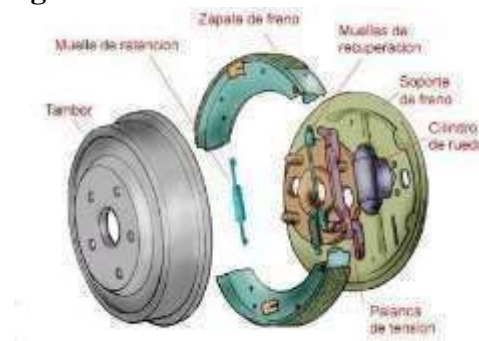
1.13.3. Clasificación

1.13.3.1. Freno Tambor

Usando zapatas de fricción y un tambor como tambor, se dice que un freno es un freno de tambor. Es uno de los mecanismos que más utilizan los coches para detener objetos en movimiento camiones y vehículos grandes. Un sistema hidráulico se utiliza en el

accionamiento hidráulico y está a cargo de la transmisión usando cilindros, aplique fuerza a los zapatos, esto está compuesto principalmente por un compresor y una caldera, y alimentado por aire comprimido, así como una válvula de control de flujo que responde al uso del pedal. Los cilindros de freno se activan con aire. Usando un compresor y un servofreno en una transmisión mixta, a diferencia de la mayoría de los servofrenos, que crean un vacío como resultado colector de admisión. El pedal activa y controla el flujo de aire al (TRUJILLO, ARIAS, & ROMERO, 2017)

Figura 10. Frenos de Tambor.



Fuente: Luis Molero, Los frenos en el automóvil. servofreno sistema hidráulico que evitará que el coche frene.

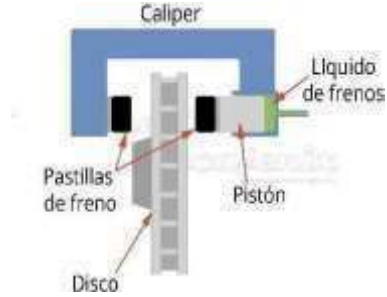
1.13.3.2. Freno de disco.

Dado que los frenos de disco son más eficientes y tienen una mejor absorción y disipación del calor, los frenos de tambor finalmente se reemplazaron porque comenzaron a perder eficiencia. Aplicar es la clave para detener las pastillas, que mantienen sus propiedades para aplicar fuerza axial al disco en un amplio rango de temperatura. (Carrasco Tineo, 2019)

Se pueden distinguir como mordaz o abrazadera fija.

La pieza de soporte se mantiene en su lugar mediante una abrazadera, lo que la convierte en una abrazadera; un freno rígido se identifica por dos émbolos. Ejercer presión sobre la pastilla de freno hacia cada una de las caras del disco de freno. Son ideales para vehículos grandes o potentes porque son pesados, pero más efectivos. (Cunalata, Terán, Santillán, & Bonilla, 2014)

Figura 11. Caliper fija



Fuente: Luis Molero, Los frenos en el automóvil.

Abrazadera o mordaza móvil. A diferencia de la pinza móvil, que ofrece cierto desplazamiento, la pinza presenta un movimiento axial. La única parte es un émbolo, que también mueve una pastilla hacia el disco. Por lo general, se usan en automóviles porque son más pequeños y ocupan menos espacio. (Lazo, David, Yanez, & Patricio, 2021)

Figura 12. Caliper flotante



Fuente: Luis Molero, Los frenos en el automóvil.

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL USO DE MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.

2.1. Bastidor o estructura.

Es uno de los componentes más cruciales de un automóvil y también se conoce como el chasis. Una de las partes más fundamentales, proporciona al vehículo fuerza y estabilidad de diferentes maneras. En una variedad de situaciones, incluidas aquellas relacionadas con el motor, la suspensión, el escape y otros componentes mecánicos del vehículo, el marco que soporta las piezas es un elemento crucial. La dirección, el freno y otros sistemas sostienen el cuerpo. Es importante diseñar y producir un prototipo que sea liviano porque ya tiene componentes mecánicos porque actualmente no se están realizando estudios en Ecuador sobre el diseño de la estructura del automóvil. Sin embargo, también es importante señalar que el prototipo construido y diseñado está siendo sugerido para un mejor montaje en el futuro. Como resultado, en la posición actual. El entramado o estructura se diseña utilizando un software denominado entramado o estructura, teniendo en cuenta que estos deben permitir aportar criterios de diseño basados en un análisis de tensiones. La futura instalación de este prototipo puede ser el resultado de la importante demanda de vehículos ligeros en el país, se utilizarán máquinas de soldar en la construcción del prototipo, junto con otras herramientas cruciales (Colomina & Masiá, 2016).

Tenemos distintos tipos de chasis, conociendo que es una estructura enteramente metálica o tubular que sirve como esqueleto del automóvil. Su trabajo es soportar todos los pesos y fuerzas ejercidos por las diversas partes que intervienen en la fabricación del automóvil, así como proteger a los ocupantes y al conductor. (Cunalata, Terán, Santillán, & Bonilla, 2014)

2.1.1. Chasis tubular tipo largueros.

Dos vigas de metal que se extienden empezando de la parte delantera del vehículo hasta su parte trasera. sirven como componentes estructurales principales del automóvil. Soporta varias articulaciones, la cabina, el motor y la suspensión. Es el tipo de chasis que más cargas puede soportar por ser el más fácil de fabricar. Sin embargo, presentaba muchas dificultades a la hora

de montar suspensiones más complicadas debido a su baja rigidez torsional y elevado peso en comparación con otros tipos. Los autos antiguos se construyeron con dos vigas paralelas, por lo que estaban casi completamente intactos cuando chocaron. Sin embargo, la pura fuerza de la colisión hizo que los conductores golpearan sus volantes y sufrieran pulmones rotos o, en algunos casos, perforados. (Cunalata, Terán, Santillán, & Bonilla, 2014)

Figura 13. Chasis Tubular



Fuente: J. Manuel Pérez, Técnicas del Automóvil.

2.1.2. Bastidor tubular o jaula.

Es una estructura triangular similar a una armadura que se ensambla principalmente a partir de tubos de perfil redondo a los que se atornilla cada componente. Debido a que lleva mucho tiempo y mucha mano de obra construir un prototipo, este tipo de chasis generalmente se considera experimental. Este tipo de chasis ofrece al piloto o conductor excelentes beneficios, uno de los cuales es la resistencia al impacto frontal; el marco tubular de largueros tiene el mismo diseño fundamental. Sin embargo, una parte importante del tiempo de construcción de este tipo de chasis se dedica únicamente a la soldadura. Así como parten y se extienden de sus tubos los cuales también crean conexiones y arcos que funcionan para proteger a los pasajeros y aumentar la rigidez torsional cuando se cruzan los lados izquierdo y derecho del automóvil o prototipo fabricado. (Osorio Bayona, 2021)

Figura 14. Bastidor tipo Jaula



Fuente: J. Manuel Pérez, Técnicas del Automóvil.

2.1.3. Chasis Compacto

Este tipo de marco se diferencia de los marcos tubulares en que las piezas se pueden enrollar, doblar, estirar y unir mediante soldadura para formar una estructura pequeña y liviana a la que se pueden unir otras partes. A continuación, se proporciona una ilustración del tipo de marco compacto. Este diseño tiene un piso y dos arcos que comienzan en la puerta de entrada y terminan en el borde del techo. Estos arcos en la parte trasera endurecen el capó en un vuelco y evitan que el automóvil golpee al conductor al parecerse a un marco tubular estilo jaula. Aunque puede parecer costoso de producir, este tipo de chasis es en realidad el más popular en la industria automotriz moderna porque es el más barato para producir productos. A veces son soldados por máquinas robóticas o por expertos en la industria automotriz. (Perez, 2010)

Figura 15. Chasis tipo compacto.



Fuente: Manuel Pérez, Técnicas del Automóvil.

2.1.4. Batidor tipo monocasco de fibra de carbono.

Otro método es construir un monocasco con materiales compuestos como la fibra de carbono. A pesar de ser un material experimental, se utiliza con frecuencia para hacer chasis de fibra de carbono porque es extremadamente ligero y resistente en la forma en que quieres que sea resistente pero completamente frágil en otra. El coche una apariencia distintiva. Debido a la enorme popularidad del Ferrari F40, muchos automóviles hoy en día tienen chasis de fibra de carbono.

Figura 16. Chasis monocasco fibra de carbono



Fuente: J. Manuel Pérez, Técnicas del Automóvil.

2.1.5. Chasis Híbrido

Consiste en dos o tres técnicas diferentes de fabricación de monturas, fruto de un esfuerzo por combinar las ventajas de cada tipo de montura. Se utilizó tanto en coches de carreras de producción como experimentales. Todas las combinaciones son posibles siempre que soporten presión. La cabina suele estar hecha de fibra de carbono con vigas de aluminio que soportan el motor y la suspensión. Por lo general, también se fabrican con el motor alojado en una estructura tubular similar a una jaula, lo que aumenta en gran medida la rigidez torsional.

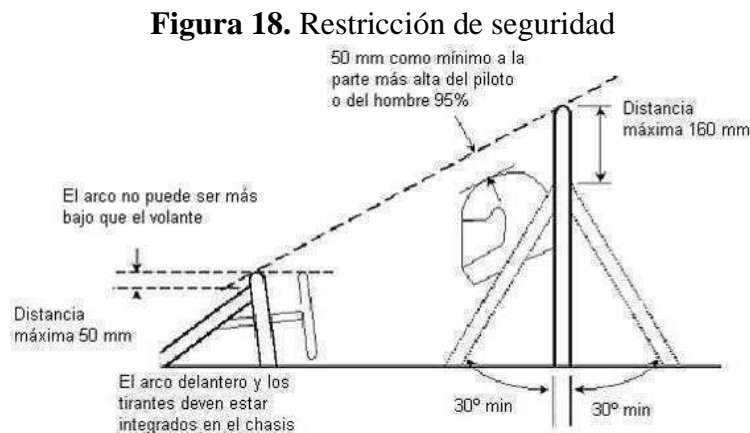
Figura 17. Chasis Híbrido



Fuente: J. Manuel Pérez, Técnicas del Automóvil.

2.2. Normas y restricciones de seguridad

El diseño del chasis tiene restricciones de seguridad (principalmente para evitar posibles daños físicos al conductor en caso de accidente). Esto implica que los automóviles de todo el mundo pueden venderse en una región en particular como Europa, América o Asia. Es posible que los vehículos de un tipo particular solo se vendan en algunas naciones. (Sierra, 2021)



Fuente: J. Manuel Pérez, Técnicas del Automóvil.

Todos los vehículos en desarrollo deben pasar pruebas de choque comunes antes de que las autoridades nacionales de seguridad industrial decidan si el vehículo puede comercializarse en su país. Las pruebas de choque con frecuencia imitan los choques frontales, laterales, de vuelco y otros que pueden ocurrir mientras se conduce en autopistas y otros tipos de caminos. Un vehículo siempre lleva la carga más preciada: la vida humana.

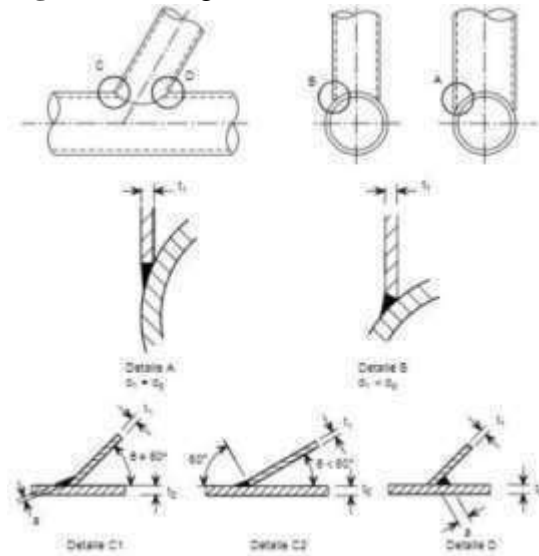
2.3. Soldadura

La American Welding Society, también conocida como AWS, describe la soldadura por adhesión por puntos unión de dos metales en uno de un metal, que se produce calentándolo a una temperatura adecuada, con o sin presión y con o sin metal de aporte.

2.3.1. Unión de tubos.

Las soldaduras en ángulo se pueden utilizar para unir tubos circulares siempre que el espacio entre las secciones que se unen no sea mayor de 3 mm y la relación entre sus diámetros no exceda de 0,33. Las proporciones más altas pueden hacer que la soldadura cambie constantemente en todo momento, como observamos en la figura 19, a lo largo del arco de la junta.

Figura 19. Diagrama unión de tubos

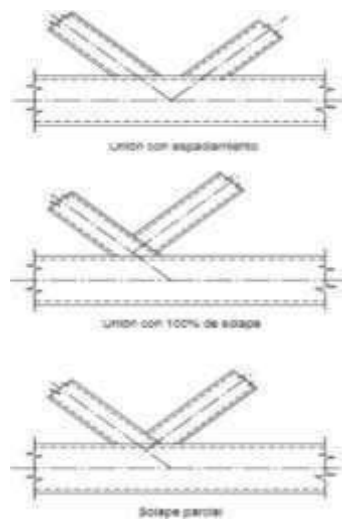


Fuente: Larry Jeffus, Principios de soldadura (Quinta Edición)

2.3.2. Preparación de los extremos.

A diferencia de una junta con elementos parcialmente superpuestos, como observamos en la figura 20, se prefiere una junta con separación o una junta con superposición total. No debería haber ninguna dificultad para hacer esto. (Cunalata, Wilfrido, Vaca, & Santiago, 2014)

Figura 20. Uniones con espaciamiento y solape.

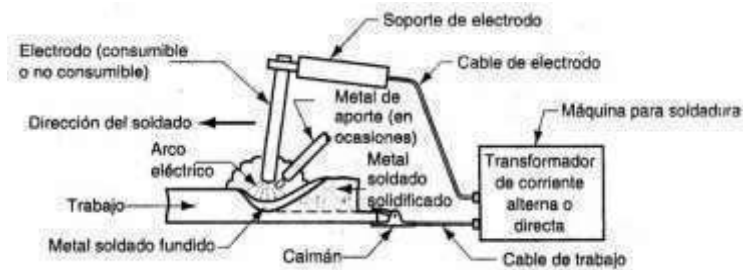


Fuente: Larry Jeffus, Principios de soldadura (Quinta Edición).

2.3.3. Tipos de arco de solda.

Este proyecto analizará los procedimientos de soldadura por arco, que utilizan un arco eléctrico como fuente de energía para producir el calor necesario para derretir materiales.

Figura 21. Circuito de un proceso de soldadura.

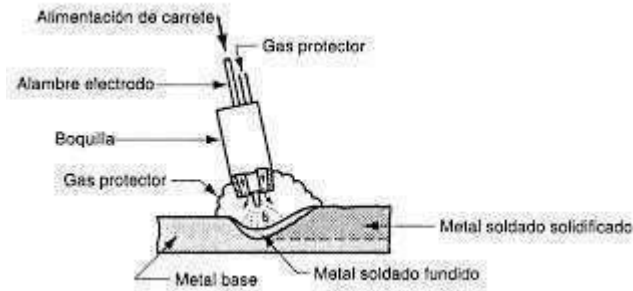


Fuente: Larry Jeffus, Principios de soldadura (Quinta Edición)

2.3.4. Soldadura metálica con arco eléctrico y gas (V MIG, MAG, GMAW).

El electrodo en este procedimiento es un cable de metal desnudo consumible y se usa gas para proteger de manera segura el arco eléctrico. Los gases como el argón, el helio y el dióxido de carbono se utilizan como protección, según los materiales que se suelden. La industria del automóvil utiliza la mayoría de los gases inertes.

Figura 22. Soldadura con arco eléctrico y gas GMAW



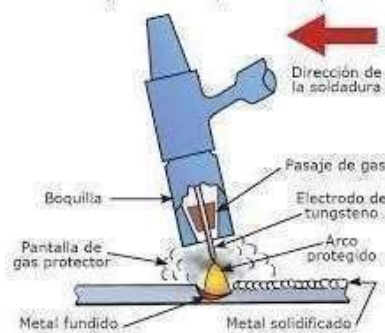
Fuente: Larry Jeffus, Principios de soldadura (Quinta Edición)

2.3.5. Soldadura de tungsteno con arco eléctrico y gas TIG.

Se utiliza un electrodo de tungsteno que no se puede consumir durante el proceso y un gas inerte para proteger el arco eléctrico; el metal de aporte es opcional.

Cuando se usa metal de aporte y se agrega desde una varilla separada, como se muestra en la figura, el sistema TIG se puede usar en casi todos los metales en una amplia gama de espesores.

Figura 23. Soldadura tungsteno con arco eléctrico



Fuente: Larry Jeffus, Principios de soldadura (Quinta Edición)

Es imperativo tener en cuenta que, en cualquier tipo de proceso de soldadura, la mejor unión que se puede producir es aquella donde el metal base y la soldadura tienen las mismas propiedades químicas, metalúrgicas y físicas. Para crear estas circunstancias atmosféricas, la soldadura fundida debe protegerse. Para comparar las diversas técnicas de soldadura para la cual se utilizará varios criterios, tales como:

2.4. Tipo y propiedades metalúrgicas del metal.

Es necesario decidir cuál de estos criterios se aplica al estudio actual y qué cualidades adicionales, como la disponibilidad, el peso y otros factores, deben tenerse en cuenta durante la evaluación.

2.5. Selección del material

Dado que las reglas sobre el diseño del chasis son bastante estrictas por razones obvias de seguridad, es importante elegir el material adecuado. Los tres aspectos principales a tener en cuenta a la hora de seleccionar un material para un chasis son la resistencia, el peso y el precio. El objetivo es localizar una sustancia con una alta relación fuerza y peso.

Algunos de los materiales más populares en este tipo de competencia incluyen acero, titanio, fibra de carbono y aluminio. El acero se destaca a pesar de que los primeros tres son los mejores para esta aplicación porque también son los más caros y no están disponibles comercialmente. (Lazo, David, Yanez, & Patricio, 2021)

Tabla 2. Especificaciones mecánicas, físicas y químicas del ASTM A 500
ASTM A 500

Propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none">• Estrés de fluencia reducido.: 45 000 psi
Cualidades de la materia	<ul style="list-style-type: none">• Esfuerzo a la tensión: 39 000 psi.• Elongación mínima en 50 mm (2''): 25%
Atributos químicos	<ul style="list-style-type: none">• densidad 7.9 g/cm³ (0.284 lb/in³)• 0.26 % C máx• 0.035 % P máx• 0.035 % S máx• 0.20 % Cu min

Ventajas y desventajas del acero

- **Ventajas**

- Resultará una construcción más rápida y menos costosa.
- En general, hay mucha resistencia a los cambios, las catástrofes y las anomalías.
- Estabilidad en términos de potencia y masa.
- Puede crear diferentes modelos y estructuras debido a la maleabilidad.

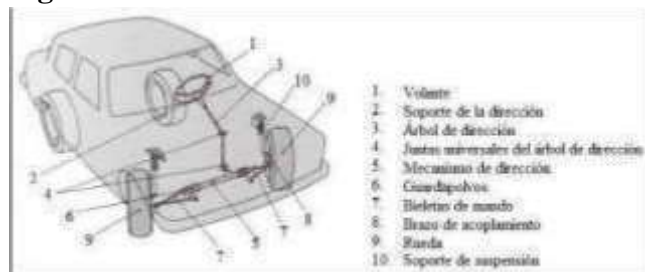
- **Desventajas**

- El material es susceptible a la corrosión y requiere pintura frecuente, por lo que el mantenimiento es costoso.
- La pérdida de resistencia estructural se acelera por la exposición a altas temperaturas.
- Reaccionan rápidamente a cualquier movimiento o giro.

2.6. Sistema de dirección.

Su trabajo principal es gestionar la orientación de las ruedas para que se pueda llevar a cabo el diseño. Por ello, el vehículo puede realizar curvas y maniobras tanto a baja como a alta velocidad gracias a una serie de piezas que permiten trasladar el movimiento del volante a las ruedas.

Figura 24. Partes de la dirección.

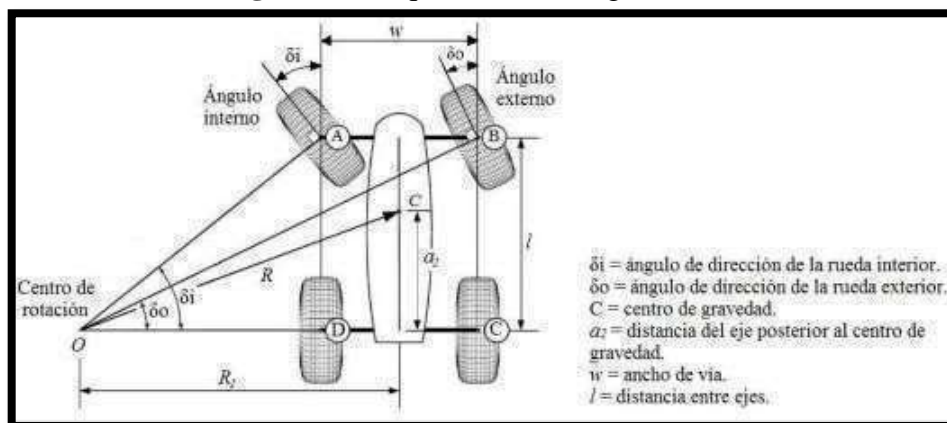


Fuente: Emilio V; Miguel O; Miguel L; El sistema de dirección

2.6.1. Radio de giro.

Es una función de la capacidad de giro del vehículo. Aunque se afirma que girar un coche mejora la maniobrabilidad. Su capacidad para girar las llantas hacia un lado determinará qué tan cerrado y brusco puede hacer el giro en un espacio más pequeño. La geometría de tiene un impacto directo en el radio de giro Ackermann junto con una serie de variables como la distancia y los componentes del vehículo entre otras cosas, la distancia entre los ejes, el tamaño de los brazos de dirección y el tamaño de los neumáticos.

Figura 25. Esquema radio de giro

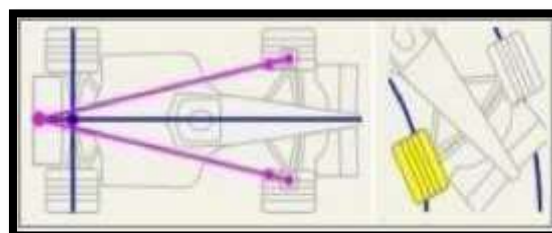


Fuente: Emilio V; Miguel O; Miguel L; El sistema de dirección

2.6.2. Negativo de Ackermann.

La configuración de la dirección garantiza que las líneas de las extensiones y los puntos de pivote de los brazos de dirección se crucen en un ángulo detrás de ellos con el eje de rotación del eje trasero. Con esta geometría de dirección, es posible reducir el ángulo de desigualdad angular entre las ruedas como resultado del intento de la rueda interior de moverse en un círculo más grande de lo que realmente es.

Figura 26. Diagrama negativo Ackerman.

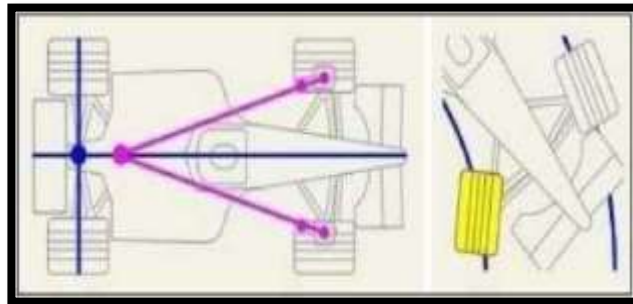


Fuente: Emilio V; Miguel O; Miguel L; El sistema de dirección

2.6.3. Ackermann positivo

Está configurado para que las líneas puedan extenderse en esa dirección. Delante de la línea central del eje trasero se encuentran los puntos de pivote del ángulo para los brazos de la oruga. Debido a las diferencias angulares entre las ruedas, que hacen que la rueda interior intente seguir un círculo que en realidad tiene un diámetro más pequeño, se puede lograr más con esta geometría de dirección. (Cunalata, Wilfrido, Vaca, & Santiago, 2014)

Figura 27. Diagrama positivo Ackerman

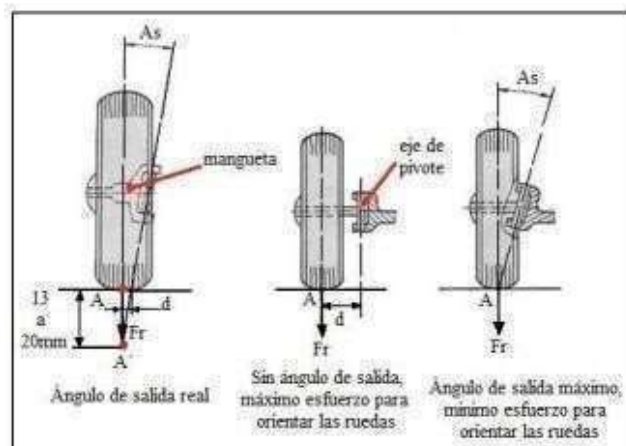


Fuente: Emilio V; Miguel O; Miguel L; El sistema de dirección

2.6.4. Geometría de la dirección

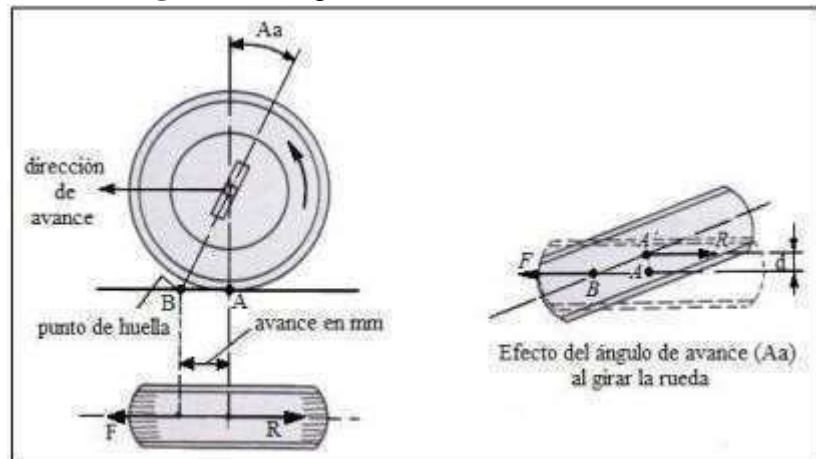
Se reconoce que la dirección de un vehículo corresponde al requisito geométrico, ya sea una línea recta o un ángulo, dependiendo de cómo se coloquen las ruedas en el suelo durante el giro.

Figura 28. Ángulo de Salida



Fuente: Emilio V; Miguel O; Miguel L; El sistema de dirección

Figura 29. Ángulo de avance



Fuente: Emilio V; Miguel O; Miguel L; El sistema de dirección

Las ruedas conformes cumplen con estos requisitos porque están diseñadas para seguir instrucciones utilizando su geometría de dirección, y los elementos son necesarios para que la dirección funcione correctamente. Las dimensiones de la dirección son un requisito específico. Al frenar o conducir sobre terreno accidentado, su orientación permanece inalterada mientras se sienta cómodamente detrás del volante, lo que resulta en curvas fáciles y seguras. Las ruedas deben comenzar en línea recta, mantenerla y luego soltar el volante para mantener una curva establecida. A continuación, las ruedas deben volver a su posición original.

2.7. SISTEMA DE FRENOS

El sistema de frenado principal de una bicicleta típica consta de tres componentes: un mecanismo, como pedales o palancas de freno. Varillas, mangueras hidráulicas, cables Bowden, etc. son algunos ejemplos de piezas de transmisión. Las posibles partes del sistema de frenos incluyen la pinza, el tambor o la pastilla.

Desventajas:

- Cada repuesto, así como todo el sistema son más caros.
- Los frenos deberían fallar si está fuera de la carretera o en un área remota.
- Reparar el sistema hidráulico es mucho más difícil sin embargo un freno disco mecánico, que utiliza un cable similar a los tradicionales, puede tener un desafío de reparación comparable.
- Más peso. unos 300 gramos más que un freno típico.
- Los radios deben soportar más presión estos deberían ser la rueda trasera preparado para soportar la presión de frenado y tracción lejana el uno del otro, cada uno.

Ventajas:

- La suciedad (barro, agua, etc.) tiene poco efecto en su desempeño. No hay efecto de frenado ante ninguna de estas adversidades.
- Se aumenta la potencia de frenado, lo que facilita la escalada hacia abajo
- Repuestos para esa pieza (zapatas, piezas de transmisión, cable), pequeño indestructibles, libres de mantenimiento y de larga duración al cambiar descuento de medicamento
- Más aerodinámico como el sistema más compacto.

2.7.1. Frenos hidráulicos.

El freno hidráulico es un tipo de freno que aprovecha la acción multiplicadora de la fuerza aplicada a un líquido aceitoso incompresible.

Su función principal es mantener el automóvil inmóvil cuando está parado o disminuir o anular gradualmente la velocidad del vehículo. El sistema de freno principal, también conocido como freno de servicio, permite al conductor regular el movimiento del vehículo y, si es necesario, detenerlo de forma rápida, segura y eficaz a cualquier velocidad de rodadura.

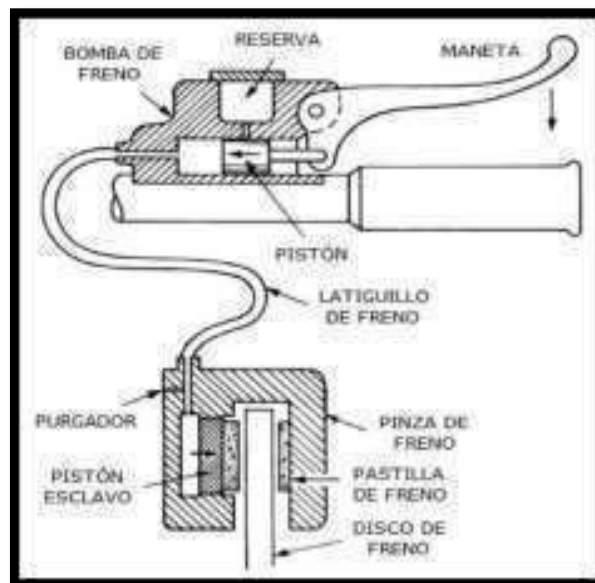
Los frenos deben ser capaces de detener el automóvil en una pendiente incluso si el conductor no está allí.

- Cuando se aplica un freno, es efectivo si el automóvil se detiene rápidamente y con poco esfuerzo.
- Cuando el vehículo no se desvía de su trayectoria, la estabilidad de frenado es buena.
- Cuando el esfuerzo del conductor está inversamente correlacionado con la cantidad de frenado, el frenado es progresivo. ¿Funcionamiento de un freno hidráulico?

Utilizar el sistema de frenos hidráulicos es increíblemente simple. El freno necesita tanto un freno de tambor como un freno de disco, que son dos tipos diferentes de componentes. Aunque ambos tipos comienzan con la misma cantidad de trabajo y se llevan a cabo de varias maneras.

Mientras que los frenos de disco usan la pinza de freno y el disco externamente, los frenos de tambor usan zapatas de freno y tambores de freno internamente.

Figura 30. Funcionamiento de los frenos hidráulico



Fuente: Luis Molero, Los frenos en el automóvil.

2.8. Diseño CAD/CAE

El proceso de diseño típico Antes de describir y comprender cómo funcionan los sistemas CAD, es útil tener en cuenta cómo se desarrolla normalmente el proceso de diseño. El proceso técnico y artístico de desarrollar productos que sean a la vez útiles y estéticamente agradables y que puedan producirse en masa se denomina generalmente diseño.

El verbo designare, que significa marcar con un signo o representar simbólicamente algo con un signo, es la fuente de la etimología latina. El término surgió de la palabra italiana diseño. En italiano, donde la representación se centra en la idea de dibujo, la palabra significa boceto o dibujo esquemático. Otros idiomas, como el español, utilizan la palabra diseño con un significado gráfico más amplio que no se limita al dibujo.

El proceso de esbozar o esbozar la concepción futura de un objeto, edificio o figura puede considerarse diseño. En nuestro contexto, el término se utilizará para referirse a una representación gráfica de un concepto, entidad, objeto, máquina o cualquier estructura, proceso o sistema que pueda representarse simbólicamente.

Hay una serie de elementos o pasos comunes que podemos identificar, a pesar de que este proceso puede variar mucho según el área de aplicación. (Portillo, Diaz, & Chacon, s.f.)

Definición

Constituye en la especificación de las características y rasgos pertinentes del sistema a diseñar.

Modelado.

Durante el proceso de diseño, podría decirse que es el paso más crucial. Implica construir un modelo del sistema, componente o proceso que necesita ser diseñado que refleje y cumpla con los requisitos necesarios. Depende del ingeniero modelar, utilizando modelos preexistentes o recurriendo a técnicas de modelado establecidas para desarrollar un nuevo modelo o examinar propiedades físicas particulares, como la resistencia. (Cunalata, Terán, Santillán, & Bonilla, 2014)

Figura 31. Modelado CAD



Fuente: J. Celi, E. Jaramillo. J. Celi, E. Jaramillo. Diseño y construcción del chasis y carrocería del vehículo de competencia fórmula SAE

2.8.1. Tipos y Aplicaciones de los Sistemas CAD

Las herramientas digitales que asisten en las distintas fases (modelado, prototipado, testeo, etc.) pueden agilizar dicho procedimiento de diseño se dice que tenemos un sistema de diseño asistido por computadora, o sistema CAD, cuando esto sucede. Si su proceso de diseño se basa en un software que le permite producir las piezas diseñadas, se está refiriendo a CAM. (Portillo, Diaz, & Chacon, s.f.)

2.9. Software de CAD

El software CAD produce modelos 2D y 3D precisos. El proceso de ingeniería lo utiliza desde el análisis del ensamblaje hasta la selección del método de fabricación. Con la ayuda de CAD.

- Reducir de manera rentable el desarrollo de productos.
- Ganar momento.
- Aumentar el éxito.
- Control de calidad.
- Reduzca el tiempo de comercialización.

Ventajas del CAD

- Mejora la visualización de ensamblajes y agiliza su proceso de diseño, las diferentes piezas y productos finales.
- Reutilización simple de datos de diseño y estándares de la industria. Obteniendo una documentación de diseño más sólida y sencilla, incluida la geometría, las dimensiones y la lista de materiales.
- Consigue una mayor precisión para reducir los errores.

2.10. Diseño CAE

La Ingeniería Asistida por Computador o CAE (Computer Aided Engineering) incluye Hemos llevado los sistemas CAD tradicionales un paso más allá. modelo, también permite la integración de sus propiedades, las condiciones bajo las cuales existe Archivos, documentos, etc. Por lo tanto, con las herramientas CAE existentes,

Calcule cómo funcionará realmente una pieza o estructura diversa de la siguiente manera:

- Deformaciones
- Resistencia
- Características térmicas
- Vibraciones

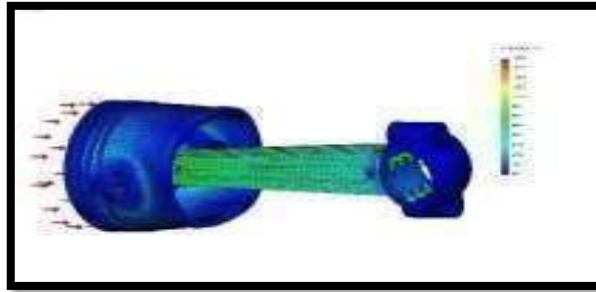
2.11. Método de Elementos Finitos (MEF)

Es una potente técnica computacional que respalda el diseño, pero no reemplaza la comprensión de cómo funciona la pieza o el sistema, se usa con frecuencia en las herramientas CAE. (Portillo, Diaz, & Chacon, s.f.)

FEM implica reemplazar una pieza con un modelo hecho de geometrías básicas conocidas como elementos finitos. Estas propiedades de elementos le dan acceso a las características de toda la parte que se está analizando. La solución obtenida del modelo de elementos finitos

es solo una aproximación a la solución para un sistema real porque se generan los llamados errores.

Figura 32. Simulación CAE



Fuente: J. Celi, E. Jaramillo. J. Celi, E. Jaramillo. Diseño y construcción del chasis y carrocería del vehículo de competencia fórmula SAE

Los fabricantes hacen preguntas como cuánto durará una pieza, cuándo se formarán grietas y cómo se forman las grietas. A menudo se produce fatiga durante el funcionamiento de los componentes, que es costoso e incluso peligroso. Al pasar de los resultados de estrés estático a la predicción de vida, los programas de simulación de fatiga ayudan a brindar respuestas a estas preguntas. Esto sirve como base para los módulos de fatiga o resistencia presentes en la mayoría de los paquetes CAE, incluidos NASTRAN, ANSYS, I-DEAS y Pro/Mecánica. Al hacer esto, se pueden obtener ventajas significativas, incluida la eliminación de pruebas de creación de prototipos sin sentido, ahorros de tiempo y costos, percepción mejorada de la respuesta de carga de fatiga del producto y optimización del diseño.

2.12. Método Descriptivo Utilizado en el diseño del prototipo.

El método descriptivo como su nombre lo dice se utiliza para la descripción de varios componentes que se utilizan en el proyecto, elementos como tipos de aceros, métodos de soldadura e implementación del sistema de dirección y frenos. Una investigación cuantitativa en base a los elementos utilizados en el prototipo centra muchos intereses que permiten en un futuro el planteamiento de un problema. Finalmente analizar, describir y comprender el funcionamiento de los materiales.

Una de las ventajas que se obtiene con el método analítico son la simulación del prototipo en diferentes terrenos. Por otra parte, Las principales simulaciones que se pueden llevar a

cabo utilizando el análisis FEM son cálculos estáticos y dinámicos lineales, así como cálculos no lineales como impacto de choque, gran deformación y contacto. Además, esta técnica permite el análisis de los estados térmico, magnético y fluido del producto. La aplicación de simulaciones al cálculo de componentes de sistemas que operan bajo fatiga o bajo cargas dinámicas también se ha utilizado para dar cuenta de la evolución de los sistemas a lo largo del tiempo. En el pasado, esto ha sido más difícil con los prototipos, excepto que conduce a pruebas destructivas que desperdician material.

2.13. Método Analítico

Siendo uno de los métodos más importantes a nivel académico permite realizar una investigación donde permita descomponer en sí todos los elementos a utilizarse, esto ayuda a producir una hipótesis que dé como resultado a un efecto de causa. Realizar varias operaciones del sistema CAE siempre agrega valor al diseño, ya que detecta y elimina problemas que pueden retrasar los lanzamientos de productos, pero además sus beneficios relacionados con la aplicación incluyen:

- Ahorro de costos como resultado de que los productos se prueban antes de la producción.
- Sin necesidad de prototipos, predicción del comportamiento de piezas.
- Es posible corregir los errores cometidos durante la fase de diseño.
- Mayor precisión y calibre de las mercancías.

2.14. Método Experimental

El método experimental abarca temas de observación, manipulación de componentes y un registro de variables de estudio que se realiza en el prototipo. En resumen, los siguientes factores deben tenerse en cuenta antes de los vehículos diseñados.

- Debe haber un área de deformación mínima entre el frente del marco del prototipo y los pies.
- Requiere tres o cuatro ruedas que estén en constante contacto con el suelo.

- Los bordes afilados deben tener un radio de al menos 50 mm o estar cubiertos con espuma u otro material deformable. La cláusula 26 establece las especificaciones para el chasis y las barras estabilizadoras (si están instaladas).
- La carrocería o el chasis monocasco del automóvil deben ser lo suficientemente resistentes para proteger el cuerpo del conductor, incluida la zona aplastada, en caso de colisión frontal, derrape o vuelco.
- El chasis del vehículo debe estar equipado con una varilla de tubería efectiva para la prevención de gases. Cuando la varilla está en control estándar y cinturón de seguridad, extiende el casco del conductor AP de 50 mm. No es posible comprometer la visión del conductor.
- La jaula antivuelco no debe exceder los hombros del ciclista.
- La barra antivuelco debe poder soportar una carga vertical, horizontal o vertical de 700 N (70 kg) sin doblarse de ningún modo.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

3.1. Consideraciones del diseño

En conclusión, los siguientes factores deben ser considerados antes de diseñar el vehículo.

- Debe haber una zona de deformación mínima de 100 mm entre la parte delantera del marco del prototipo y los pies del conductor.
- Necesita tener tres o cuatro ruedas que estén siempre en contacto con el suelo.
- Los bordes afilados deben tener un radio de al menos 50 mm o estar recubiertos de espuma u otro material deformable.

El artículo 26 establece las especificaciones para el chasis y la barra estabilizadora (si la hay).

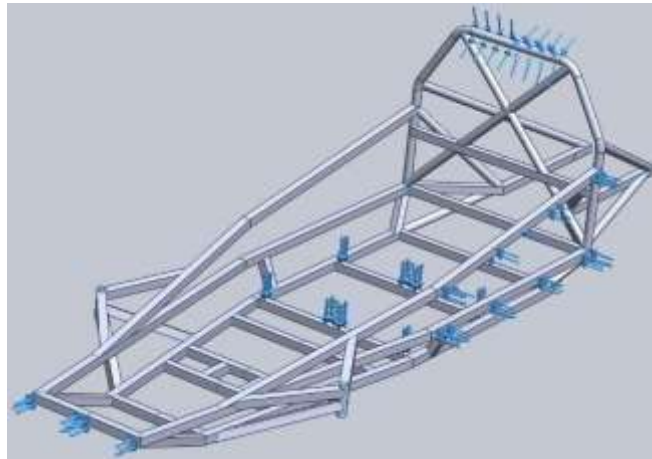
- El monocasco o el chasis del automóvil debe ser lo suficientemente resistente para proteger el cuerpo del conductor, incluida la zona deformable, en caso de colisión frontal, derrape o vuelco.
- El chasis del vehículo debe estar equipado con una barra antivuelco eficaz que se extienda 50 mm alrededor del casco del conductor cuando esté sentado en la posición de conducción estándar y con los cinturones de seguridad abrochados. Es imposible comprometer el campo de visión del conductor.
- No está permitido que la barra antivuelco sobrepase los hombros del conductor.
- La barra antivuelco debe ser capaz de soportar una carga de 700 N (70 kg) aplicada vertical, horizontal o perpendicularmente sin doblarse de ninguna manera.

3.2. Diseño estructural

Todos los mecanismos del prototipo deben soportar el bastidor, que le sirve de armazón, y garantizar la seguridad y el confort del conductor.

El éxito esperado en el diseño de la estructura se pronostica con base en los principios fundamentales del diseño del marco y la comprensión de la normativa vigente en el contexto de la competencia; si no, y si falla, tanto el conductor como el vehículo, sufriría un daño significativo.

Figura 33. Estructura Bastidor



Fuente: K. Padilla; J. Tercero.

Definición de medidas

Según el artículo 39 del reglamento de 2023, el prototipo debe tener las siguientes dimensiones.

- 1000 mm debe ser la altura máxima absoluta.
- Se requiere un ancho de vía mínimo de 500 mm.
- La altura y el ancho de vía deben tener una relación inferior a 1.25.
- La distancia entre ejes debe tener al menos 1000 mm de largo.
- Los vehículos no pueden tener más de 1300 mm de ancho en su punto más ancho.
- La longitud total máxima del coche es de 3500 mm.
- Sin el piloto, el peso no puede superar los 140 kg.

El artículo 42 establece que el radio de giro mínimo debe ser de 8 metros y que la dirección debe ser precisa y sin juego.

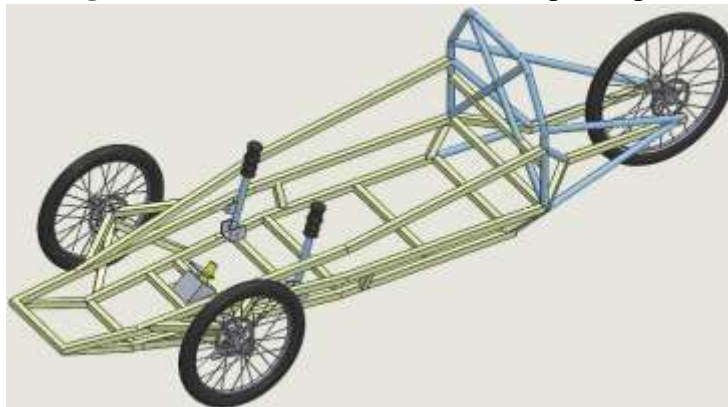
3.3. Propuesta del prototipo

- El diseño propuesto es el de un prototipo, con el resto de componentes colocados en la parte trasera y el piloto situado en la parte delantera de la nave en posición casi tumbada, compartiendo espacio con el timón y los mandos del vehículo.
- Este modelo tiene la ventaja de mantener un rendimiento aerodinámico suficiente sin comprometer la mínima seguridad del conductor al mantener una forma de cuerpo alargada.

3.4. Modelación del prototipo en CAD

Se utiliza software de diseño asistido por computadora para el modelado. Una vez conocida la geometría y las dimensiones del prototipo, se dibuja el modelo utilizando las distintas herramientas que ofrece el programa.

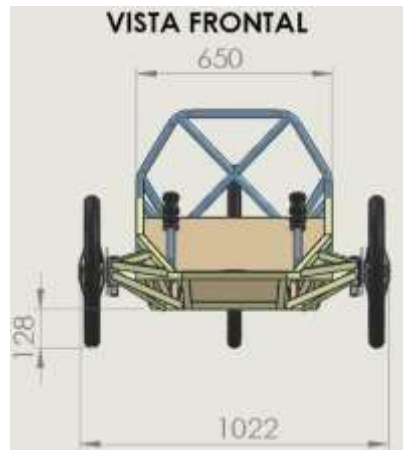
Figura 34. Estructura del bastidor del prototipo



Fuente: K. Padilla; J. Tercero.

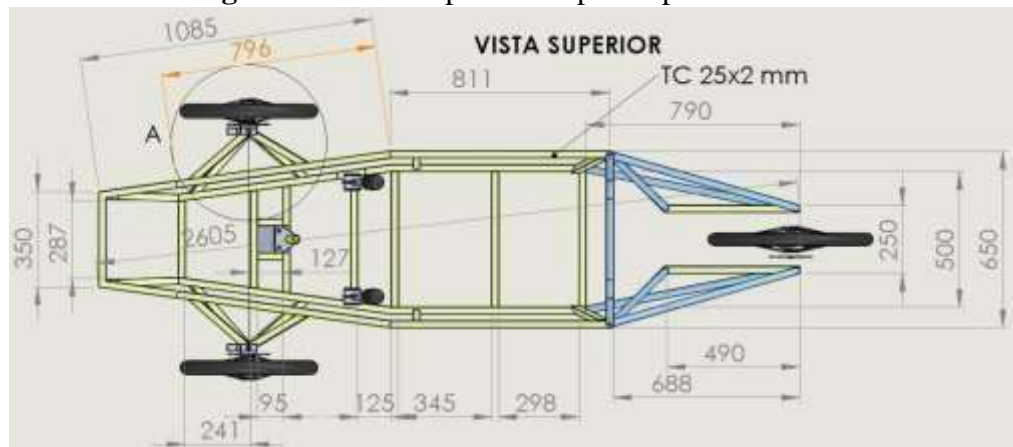
Para obtener las medidas precisas del modelo, las vistas superior, frontal y lateral se transfieren a un dibujo 2D. La vista superior del modelo 2D se muestra en la Figura 35, se dan medidas milimétricas. Tiene 2.857 m de largo y 1.022 m de ancho total, lo que cumple con los lineamientos revisados presentados al comienzo de este capítulo.

Figura 35. Vista frontal del prototipo



Fuente: K. Padilla; J. Tercero.

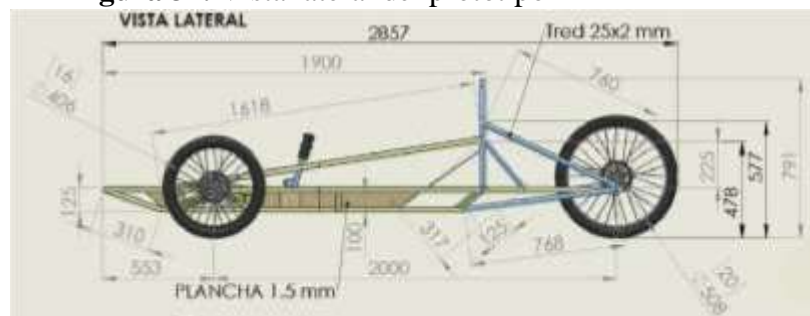
Figura 36. Vista superior del prototipo



Fuente: K. Padilla; J. Tercero.

Es más fácil comprender la forma alargada del chasis y su segmentación desde la vista lateral, como se muestra en la figura.

Figura 37. Vista lateral del prototipo



Fuente: K. Padilla; J. Tercero.

3.5. Construcción.

Especificaciones de la construcción.

El acero ha sido elegido como material de construcción para el marco; para el chasis se ha seleccionado acero estructural ASRM a500. La cantidad y las medidas de los materiales se expresan luego en la Tabla 3.

Tabla 3. Materiales para la fabricación del prototipo

Materiales Utilizados			
N°	Nombre	Cantidad	Especificación
1	Electrodos	100	Se utilizan para soldar materiales como hierro fundido, acero inoxidable y aluminio, entre otros. Principalmente para proyectos de construcción, mantenimiento y reparación.
2	Frenos hidráulicos de disco SHIMANO	3	Es un mecanismo de frenado que transfiere fuerza al sistema mediante líquido de frenos. Desde el mecanismo de control hasta el mecanismo de freno.
3	Lijas	50	Se encuentran entre los tipos de abrasivos que se utilizan con mayor frecuencia en diversos talleres e industrias.
4	Tornillos y Tuercas	50	Son sujetadores que se utilizan para conectar partes de manera firme o temporal.
5	Rodamientos NTN 6000 LLU 10 mm interno x 26 mm externo x 8 mm alto	16	Rodamiento rígido de una hilera de bolas.
6	Terminal de Rotula SAKAC SKF 10 mm	8	Disponen de una rótula con superficie de contacto deslizante fabricada tanto en acero como en bronce.
7	Tubo de acero al carbono cuadrado NTE INEN 2415	4	Se emplea en la producción de tuberías, cascos de barcos, piezas de maquinaria, clavos, cerraduras y pasadores, así como carrocerías de automóviles, máquinas, estructuras de construcción, motores y vías férreas.
8	Tubo de acero al carbono redondo NTE INEN 2415	2	Se emplea en la producción de tuberías, cascos de barcos, piezas de maquinaria, clavos, cerraduras y pasadores, así como carrocerías de automóviles, máquinas, estructuras de construcción, motores y vías férreas.

Tabla 4. Equipos para la fabricación del prototipo

Equipos Utilizados			
N°	Nombre	Cantidad	Especificación
1	Amoladora	1	Es un dispositivo con un pequeño motor que se emplea para lijar, pulir y cortar materiales particulares.
2	Cierra	1	Es una herramienta de corte crucial para muchos proyectos. Además, es ideal para realizar cortes claros y precisos.
3	Cortadora	1	Es una herramienta muy útil. Tanto el trabajo por proyectos como el sector industrial aprovechan sus ventajas.
4	Flexómetro	1	Es una herramienta utilizada para determinar longitudes en superficies planas o curvas.
5	Llave 10, 12 14 mm	1	Su finalidad es ajustar y aflojar tornillos o tuercas de perfil cuadrado o hexagonal.
6	Pinzas de sujeción	4	Se utilizan para sujetar o sujetar cualquier material o pieza de trabajo, haciendo mucho más cómoda su manipulación. Estos también se pueden inmovilizar, lo que los hace aún más fáciles de usar.
7	Suelda mik	1	Su fundamento es la corriente que distribuye el generador no puede cambiar cuando un operador mueve un electrodo sobre un componente, según el principio de corriente constante.
8	Taladrado	1	Es una herramienta que nos permite perforar agujeros gracias a la broca unida al movimiento de rotación de su cabeza.

3.6. Preparación de materiales.

Una vez adquiridos todos los materiales, es fundamental modificarlos a las dimensiones y geometría especificadas en los planos. Para ello se deben realizar cortes y dobleces; para ello se utiliza un arco de sierra y una dobladora; estos componentes luego se unirán mediante soldadura. eléctrico. Los bordes están preparados para encajar de acuerdo con el perfil elegido, lo que permite que cada segmento se fusione.

3.7. Cortes

Para permitir adaptaciones posteriores de los bordes, los cortes deben realizarse con precisión y deben cumplir con los requisitos de medición establecidos en el plano, así como con el diámetro del tubo.

Figura 38. Corte de los segmentos



Fuente: K. Padilla; J. Tercero.

Figura 39. Limpieza del corte realizado



Fuente: K. Padilla; J. Tercero.

Figura 40. Medidas de corte



Fuente: K. Padilla; J. Tercero.

Figura 41. Medidas con soldadura



Fuentes: K. Padilla; J. Tercero.

3.8. Proceso de soldadura.

En el paso final, unimos todas las piezas usando una soldadora por electrodo.

Figura 42. Soldadura de extremos del bastidor



Figura: K. Padilla; J. Tercero.

Figura 43. Soldadura de la parte media del bastidor



Fuente: J. Tercero; K. Padilla.

3.9. Proceso final

Las siguientes figuras muestran el producto final después de que se hayan combinado todos sus componentes.

Figura 44. Chasis y roll bar



Fuente: K. Padilla; J. Tercero.

Figura 45. Sistema de Dirección y Freno.



Fuente: K. Padilla; J. Tercero.

Figura 46. Prototipo Terminado



Fuente: K. Padilla; J. Tercero.

CAPITULO 4

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS.

4.1. Aplicación de cargas

Al diseñar un chasis, se deben considerar las cargas de gravedad que se le aplicarán a lo largo de su vida útil. Esto es necesario para completar un análisis y diseño estructural teniendo en cuenta importantes consideraciones, incluida la utilidad del vehículo (para competición, turismo, carga o transporte), el tipo de terreno, la velocidad máxima y el centro de gravedad, entre otros.

Las combinaciones de chasis menos ventajosas en una situación específica se pueden investigar una vez que se conocen las cargas. Las cargas gravitatorias provocadas por la interacción de la estructura con la gravedad se conocen como cargas muertas y cargas vivas.

4.1.1. Cargas estáticas.

Las cargas con magnitudes constantes a lo largo del tiempo se denominan constantes e inmutables.

4.1.2. Cargas muertas.

Son cargas permanentes, lo que significa que no cambian con el tiempo, independientemente de cómo se use la estructura, y mantienen una magnitud constante. Se ven afectados tanto por el peso de la estructura como por el peso de los materiales que soporta. El cálculo de las cargas muertas será más fácil si conoce las densidades de los materiales. Las cargas muertas son la suma del peso del chasis del vehículo más el peso de todos sus componentes y complementos, incluidos la carrocería, el motor, las baterías, la transmisión, el sistema de dirección, etc.

4.1.3. Cargas vivas.

Estas cargas gravitatorias, que se producen al ocupar una estructura en su dirección normal y se distribuyen uniformemente, son lo contrario de las cargas muertas. Las cargas vivas potenciales en el contexto de un chasis serían aquellas provocadas por la ocupación del chasis a lo largo de su vida útil. Los ejemplos incluyen el peso de los pasajeros y su equipaje, la carga aerodinámica y el peso de la aeronave.

Dependiendo de la aplicación, existen dos tipos adicionales de cargas: estáticas y dinámicas.

4.2. Análisis por medio de un software de elementos finitos.

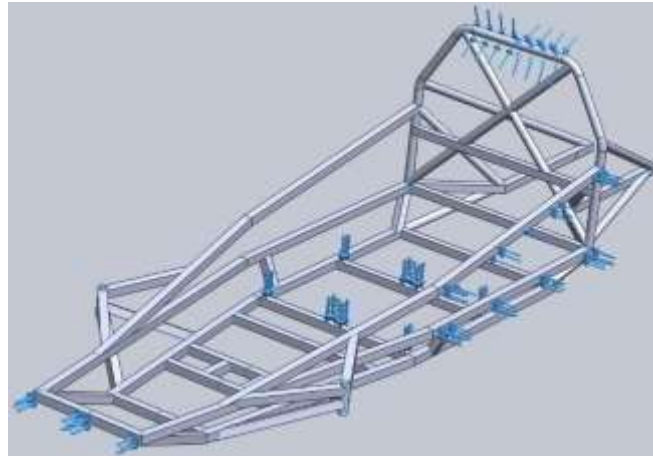
La ingeniería asistida mediante una computadora utilizando un software para la simulación el rendimiento con el fin de mejorar los diseños de productos o ayudar a los ingenieros en una variedad de industrias a resolver problemas de ingeniería. Implica el modelado, verificación y mejora de procesos, herramientas y productos utilizados en la fabricación.

El software de ingeniería llamado herramientas CAE se desarrolló para ayudar al diseño industrial. Se utilizan con frecuencia para evaluar la eficacia y solidez de un modelo diseñado. (Cunalata, Terán, Santillán, & Bonilla, 2014)

4.3. Análisis estático.

Una vez modelado el prototipo, se realizan las pruebas oportunas mediante herramientas CAE para comprobar si el modelo creado y el material elegido son fiables para el uso previsto.

Figura 47. Vista simétrica del análisis estático

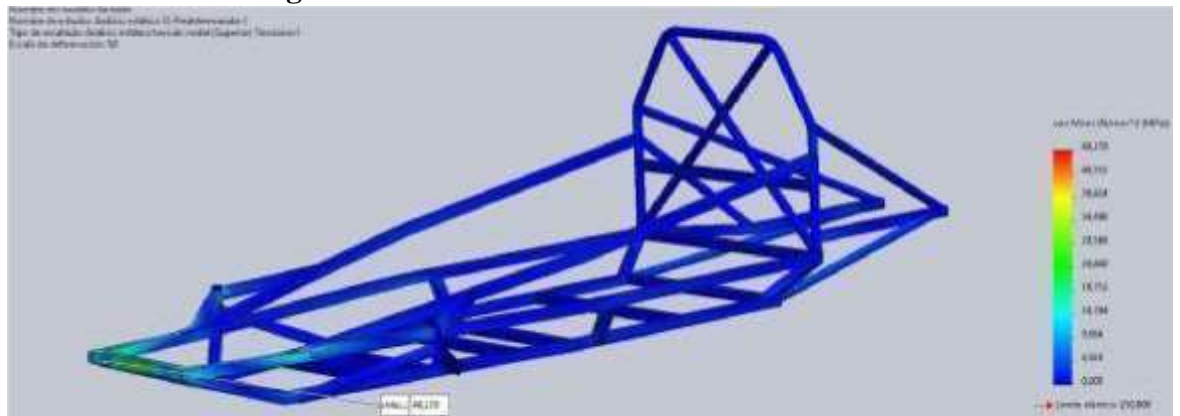


Fuente: K. Padilla; J. Tercero.

Para determinar la deformación máxima a la que está sujeto y el factor de seguridad estructural del prototipo, se aplican cargas distribuidas de forma que simulan el peso del piloto y una colisión.

Para confirmar que puede soportar un impacto frontal, se aplica una fuerza de 1372 N a la Figura 47. Es más probable que el piloto no sufra daños en caso de colisión en todos los puntos clave mencionados anteriormente donde se han aplicado fuerzas y posee un factor de seguridad de 5. (Cunalata, Terán, Santillán, & Bonilla, 2014)

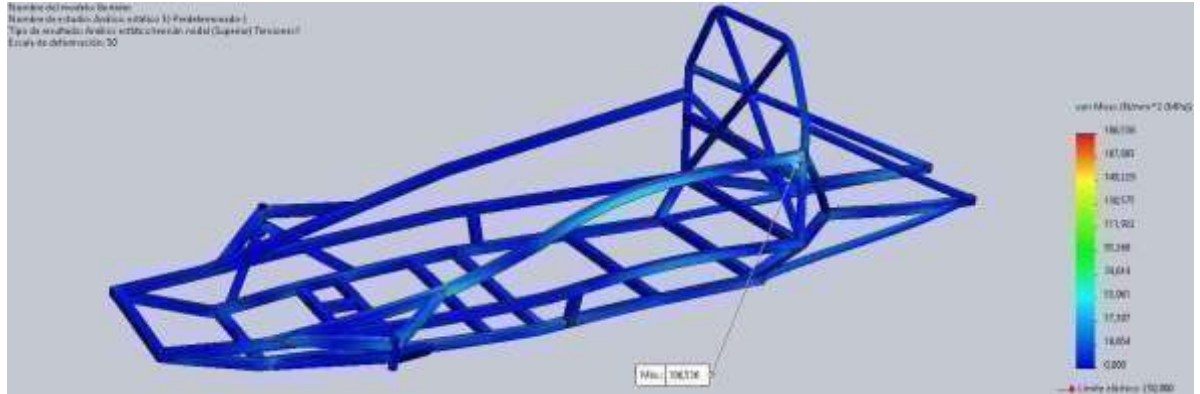
Figura 48. Análisis estático frontal



Fuente: K. Padilla; J. Tercero.

Es necesario aplicar la misma presión a los lados del prototipo. dentro de la Figura 48. Los mismos 1372 N de fuerza se usan que en los casos anteriores con un factor de seguridad de 1,34.

Figura 49. Análisis estático lateral

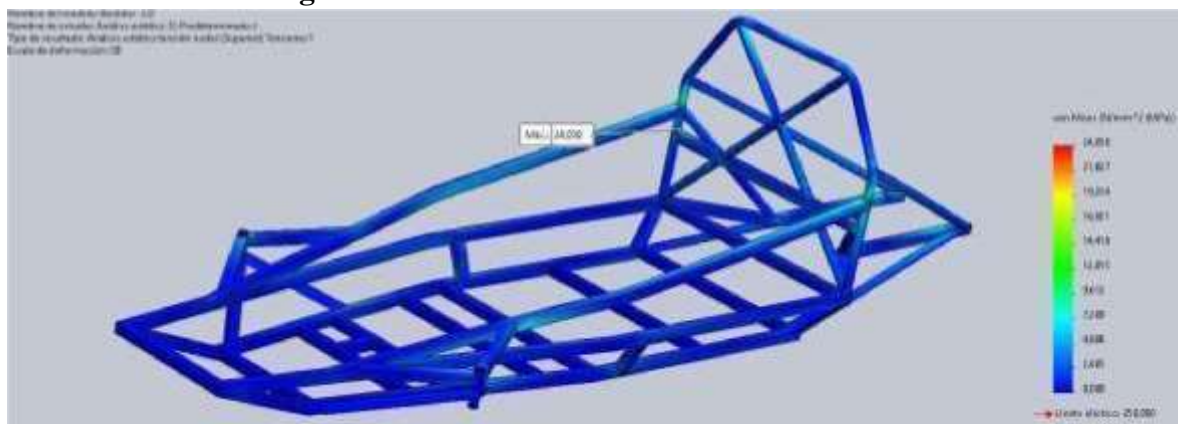


Fuente: K. Padilla; J. Tercero.

El vehículo debe ser capaz de soportar cargas de 700 N por encima del respaldo y el mamparo en todos los lados, de acuerdo con las reglas de competencia vigentes.

Para garantizar que el casco del piloto pueda soportar colisiones y brindar protección con un factor de seguridad de 10, el área se somete a una carga de 700 N en el gráfico 49, lo que equivale a 71,38 kg.

Figura 50. Análisis estático del roll bar

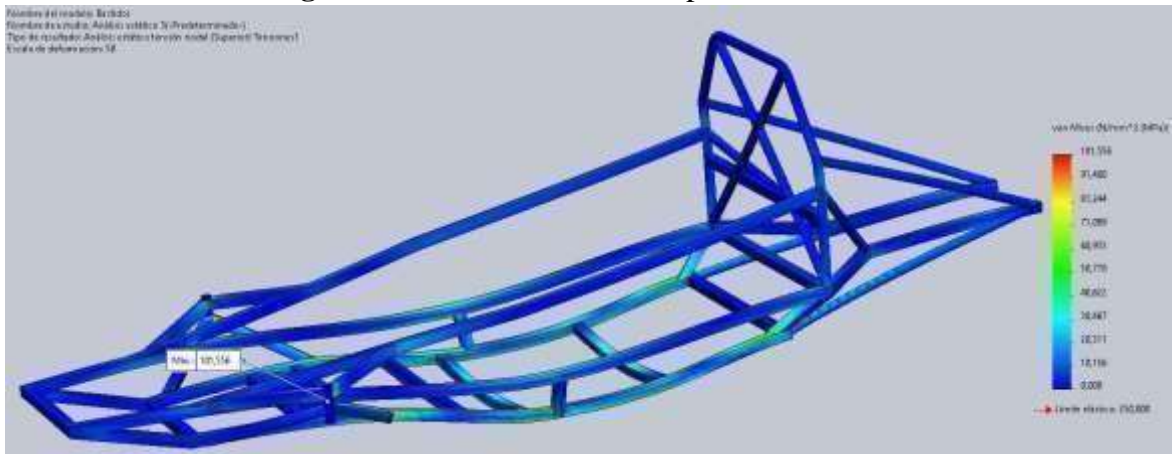


Fuente: K. Padilla; J. Tercero.

La seguridad es un término relativo que compara la fuerza máxima que un elemento puede soportar con la fuerza a la que se someterá. Es otro elemento importante. Se considera aceptable si el factor de seguridad es superior a 1, lo que garantiza que no funcionará mal.

La figura 50 demuestra que tiene un factor de seguridad de 2,46, lo que satisface las especificaciones.

Figura 51. Análisis estático del piloto



Fuente: K. Padilla; J. Tercero.

4.4. Resultados del análisis

El modelo del bastidor propuesto muestra resultados positivos cuando se expone a estudios realizados con la ayuda de la herramienta de cuerpos finitos. Se está seguro de que el material que ha elegido cumple con las especificaciones y logra los resultados deseados. El próximo paso será su construcción.

V. CONCLUSIONES

- Tomando en cuenta todos los pasos que realizamos para la identificación de los materiales hemos determinado la viabilidad de cada uno de ellos, para el proceso de fabricación.
- Puesta en marcha la fabricación hemos demostrado la viabilidad del diseño y el armado de la estructura con los materiales previamente seleccionados, obteniendo así un bastidor rentable.
- Mediante el uso del software, se diseñó el bastidor para visualizar su estructura y plasmarlo físicamente.
- Mediante el estudio CAE, se pudo delimitar las fuerzas que soporta el bastidor en sus diversos puntos críticos del estudio, obteniendo así resultados favorables.

VI. RECOMENDACIONES

- En el mercado existen varias categorías de material, se puede indicar que el material para la elaboración del bastidor debe ser hierro de bajo carbono, para el peso y resistencia del bastidor.
- Ingresar datos, funcionalidad y diseño en el software, para obtener datos viables y fehacientes o así demostrar el correcto funcionamiento del bastidor a diseñar.
- Durante la elaboración se debe de tomar en cuenta el espacio físico donde se va elaborar el bastidor ya que existen factores climáticos que pueden dañar la estructura.
- Mediante el estudio de materiales y la elaboración del bastidor, entregamos una base para el continuo estudio y elaboración del siguiente paso, que sería la culminación de la carrocería del prototipo.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Achútegui Viada, F. (12 de Julio de 2021). *http://ingenieriacivil.cedex.es/*. Obtenido de <http://ingenieriacivil.cedex.es/index.php/ingenieria-civil/article/view/1610>
- BESSOLO, A. F. (2016). *UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17987/u729085.pdf?sequ>
- Carrasco Tineo, E. N. (Febrero de 2019). Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37360>
- CASADO, E. Á., & JIMÉNEZ, J. G. (Octubre de 2019). *UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL SURESTE DE VERACRUZ*. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=CV7Lirx58rkC&oi=fnd&pg=PR1&dq=dise %C3 %B1o+y+contruccion+de+un+vehiculo&ots=oV16_b0VB&sig=2t9wbOdHKZhXQ4IDkcnoalA_wwg](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=CV7Lirx58rkC&oi=fnd&pg=PR1&dq=dise%C3%B1o+y+construcci3n+de+un+vehiculo&ots=oV16_b0VB&sig=2t9wbOdHKZhXQ4IDkcnoalA_wwg)
- CASTRO, F. A. (Enero de 2015). (repositorio.uniande, Ed.) Recuperado el Enero de 2022, de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/10648/u258839.pdf?sequence=1>
- Colomina, F. J., & Masiá, J. (Marzo de 2016). (Scielo, Ed.) Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642006000600006>
- Cunalata, W., Terán, J., Santillán, E., & Bonilla, W. (Enero de 2022). *repositorio.espe*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8846/1/AC-ESPEL-MAI0479.pdf>
- Flores, F. F., Rodríguez, H. V., & Rodríguez, R. F. (Marzo de 2018). *http://repo.sibdi.ucr.ac.cr/*. Obtenido de <http://repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/10165/1/39590.pdf>
- Mejía, C., & Paulina. (15 de Octubre de 2018). *Digital Library*. Obtenido de <https://dspace.marymount.edu.co/handle/4444/286>

- Minga Pauta, C. A., & Rockwood Iglesias, R. E. (Diciembre de 2016). (U. d. Azuay, Ed.) Recuperado el Septiembre de 2022, de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6264>
- Molina, J., Peralta Zurita, D. B., & Paucar Gualotuña, A. G. (Febrero de 2018). (U. I. SEK, Ed.) Recuperado el Diciembre de 2022, de <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/2794>
- Osorio Bayona, H. A. (2021). *Repositorio UTB*.
Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12585/10497>
- Pazmiño, Aranda, Oswaldo, & Diego. (Julio de 2019). *BIBDIGITAL, El Repositorio Digital Institucional de la Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1634>
- Perez Pecha, C. A., & Ruiz Mejia, I. A. (Diciembre de 2018). *DSpace Repository*. Obtenido de <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/handle/123456789/2434>
- Perez, J. M. (2010). *Técnicas del Automovil Chasis*.
- Portillo, M., Diaz, A., & Chacon, D. (s.f.). *researchgate*. Obtenido de researchgate: https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Diaz-Rodriguez/publication/44718175_Analisis_de_un_novedoso_bastidor_de_bicicleta_de_pista_estudio_de_los_estados_tensionales_Martin_Portillo/links/56a5018a08aeef24c58bb1f1/Analisisdeun-novedoso-bastidor-de-bi
- Quezada, P., & Sarmiento. (2017). *roderic.uv.es*. Obtenido de <https://roderic.uv.es/handle/10550/65495>
- Sierra, V. V. (2021). *zagan.unizar.es*. Obtenido de <https://zagan.unizar.es/record/112356/files/TAZ-TFG-2021-4631.pdf?version=1>

- SUNTAXI, C. (2019). *Repository ESPE*. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/11d1/5d3aaeaa6b4b51488236870a2fe17a24e7ce.pdf>
- TRUJILLO, G. C., ARIAS, A. D., & ROMERO, C. A. (Febrero de 2017). (Scientia, Ed.) Obtenido de <http://creandoconciencia.org.ar/enciclopedia/conduccionracional/comportamientodinamico/FRENOS-DEL-AUTOMOVIL.pdf>