

**Departamento de Energía y Mecánica Carrera de Ingeniería
Automotriz**

Trabajo de Unidad de Integración Curricular

**TEMA: “Diseño y construcción del bastidor del vehículo eléctrico
multipropósito L2 CMDR RICKSHAW”**

**Autores: Taco Taco, William Hernán
Unda Yugsi, Erick Jhoan**

Tutor: Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio

Latacunga, Febrero 2023



1

- Introducción

2

- Justificación

3

- Objetivos

4

- Metodología

5

- Resultados

6

- Conclusiones

7

- Recomendaciones



➤ CONTENIDO

1

- Introducción

2

- Justificación

3

- Objetivos

4

- Metodología

5

- Resultados

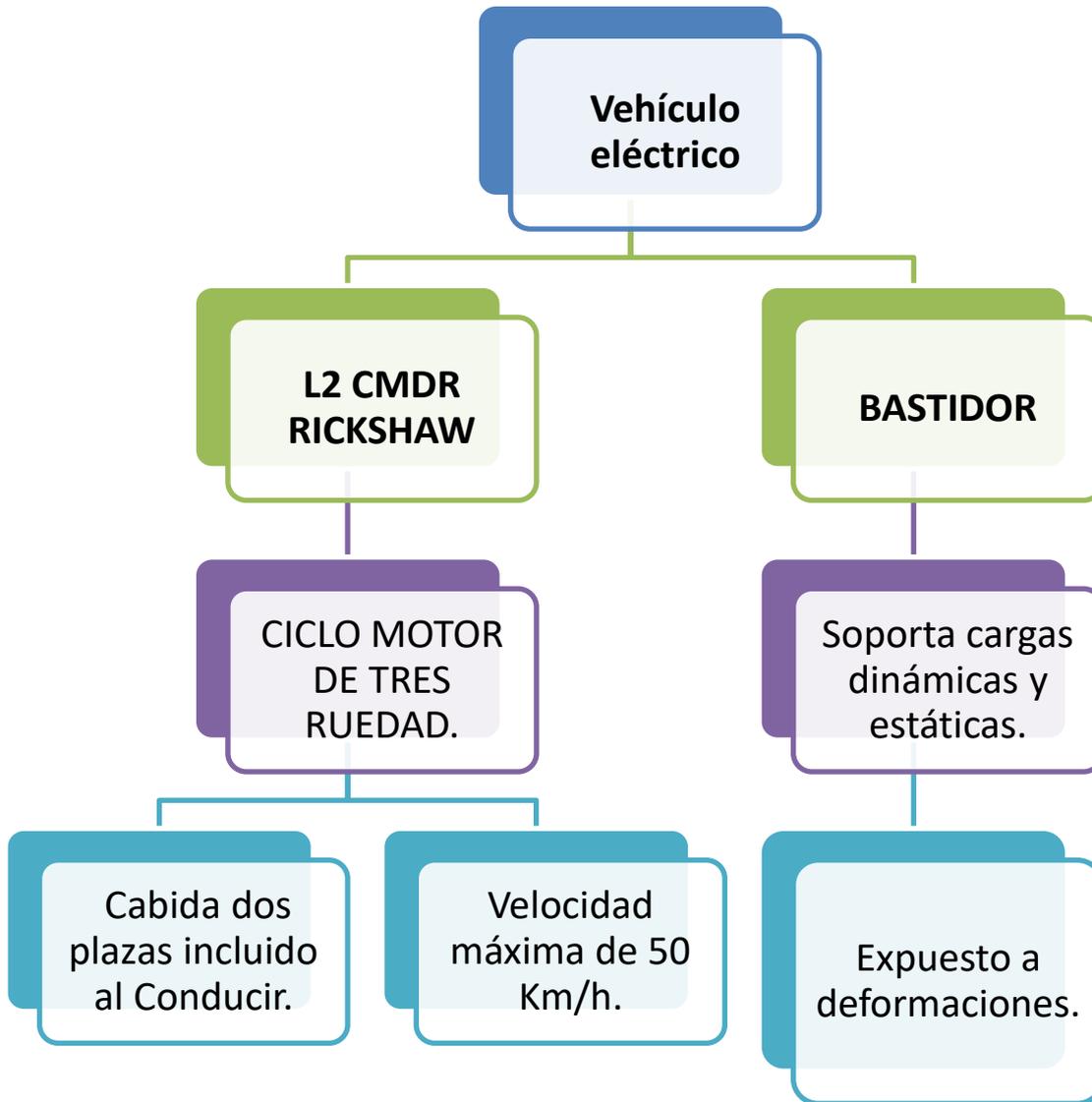
6

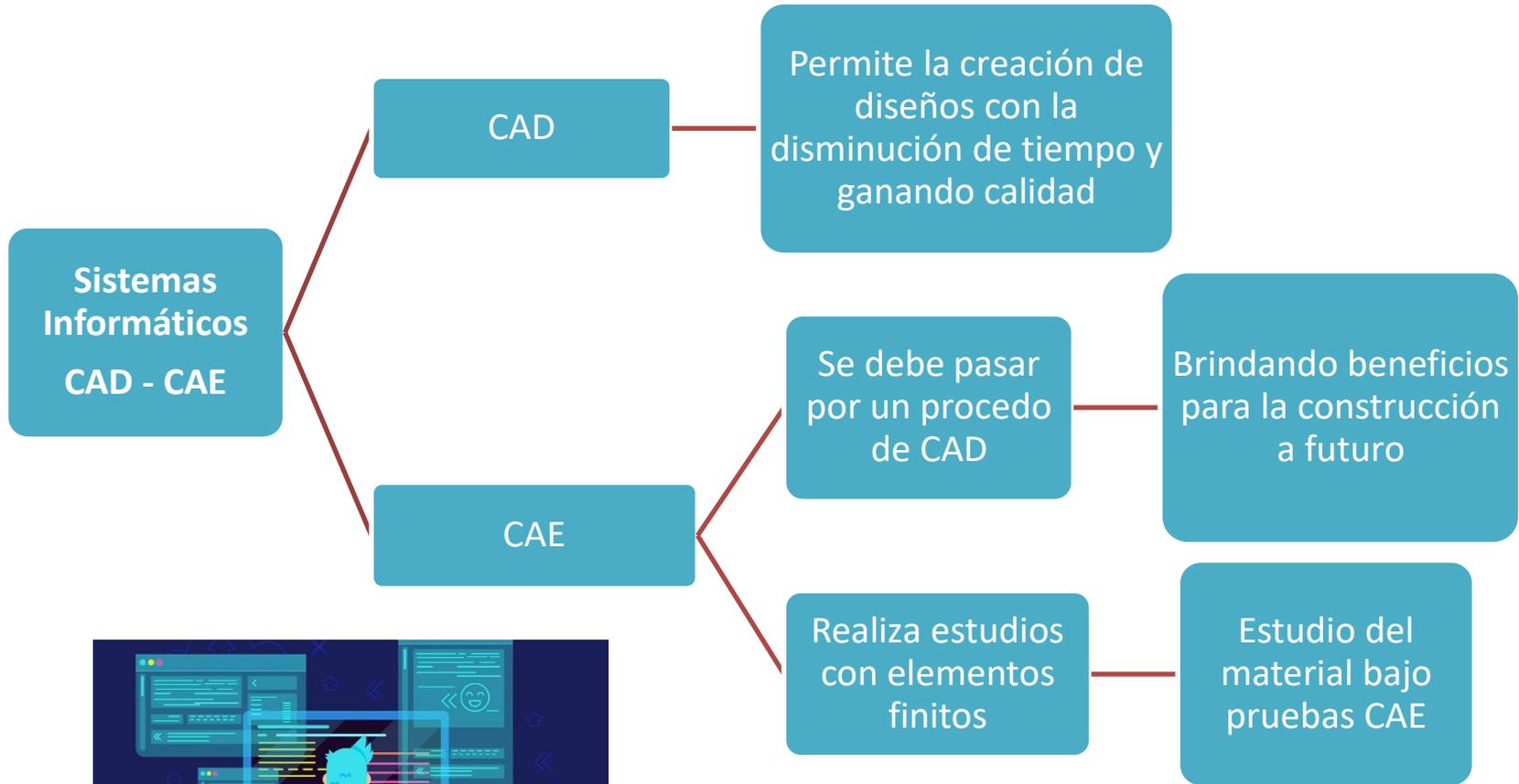
- Conclusiones

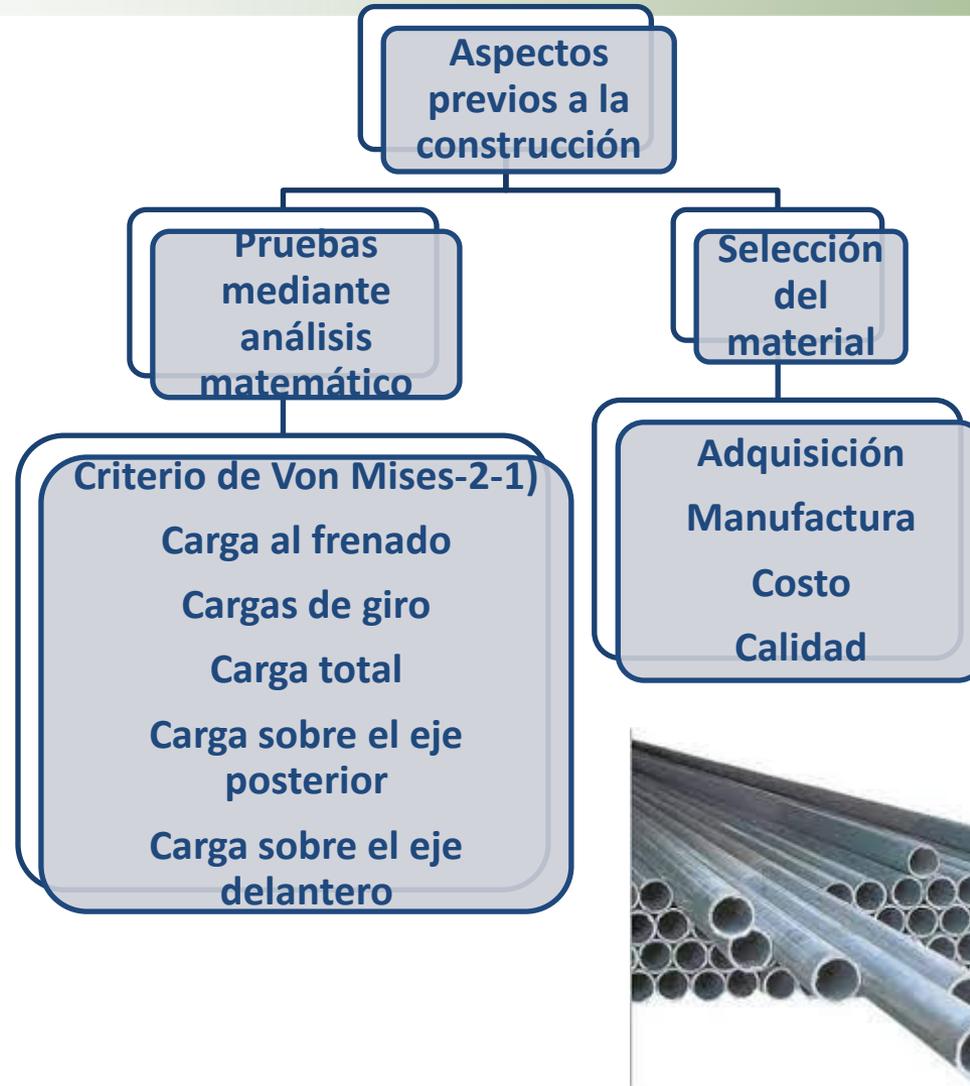
7

- Recomendaciones









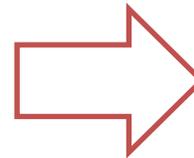
1	• Introducción
2	• Justificación
3	• Objetivos
4	• Metodología
5	• Resultados
6	• Conclusiones
7	• Recomendaciones



➤ JUSTIFICACIÓN

La movilidad que generan los vehículos con energías fósiles resulta ineficiente y contaminante, por lo que el prototipo vehículo eléctrico multipropósito 3x3 es ideal.

La importancia del trabajo es obtener datos los cuales se tomarán mediante simulaciones con ayuda de herramientas computacionales las cuales ayudarán a comprobar la resistencia, flexión, tracción y factor de seguridad.



1	• Introducción
2	• Justificación
3	• Objetivos
4	• Metodología
5	• Resultados
6	• Conclusiones
7	• Recomendaciones



➤ OBJETIVOS

Objetivo General

- Diseñar y construir del bastidor del vehículo eléctrico multipropósito L2 CMDR RICKSHAW.

Objetivos Específicos

- Diseñar el bastidor del prototipo en software de ingeniería asistido por a través de modelos gráficos representados en 2D y 3D para la simulación de la estructura del prototipo.
- Realizar el modelado 2D, 3D y la simulación de todos los elementos mecánicos del vehículo como sistemas de transmisión, suspensión, dirección, frenos, etc.
- Optimizar la estabilidad en diferentes condiciones de circulación del vehículo, pensando en aspectos como: centro de gravedad del habitáculo situado bajo su eje de giro y un eje de giro de ruedas situado bajo su punto de contacto con la superficie.
- Seleccionar los materiales de acuerdo a la disponibilidad en el país y especificaciones detalladas NTE INEN 2415:2016 y NTE INEN 2250: 2017; para la construcción de la estructura del prototipo.



➤ OBJETIVOS

Objetivos Específicos

- Realizar la construcción del batidor del multipropósito L2 CMDR RICKSHAW mediante la selección de materiales e implementación de un método de manufactura apropiado.
- Construir el bastidor del prototipo vehículo eléctrico multipropósito L2 CMDR RICKSHAW en cumplimiento a normativas nacionales para vehículos comercializados y que pueden circular por el Ecuador.
- Realizar pruebas de performance del bastidor y sistemas automotrices del vehículo eléctrico multipropósito 3x3, a través de rutas de circulación urbana y extraurbana.



1

- Introducción

2

- Justificación

3

- Objetivos

4

- Metodología

5

- Resultados

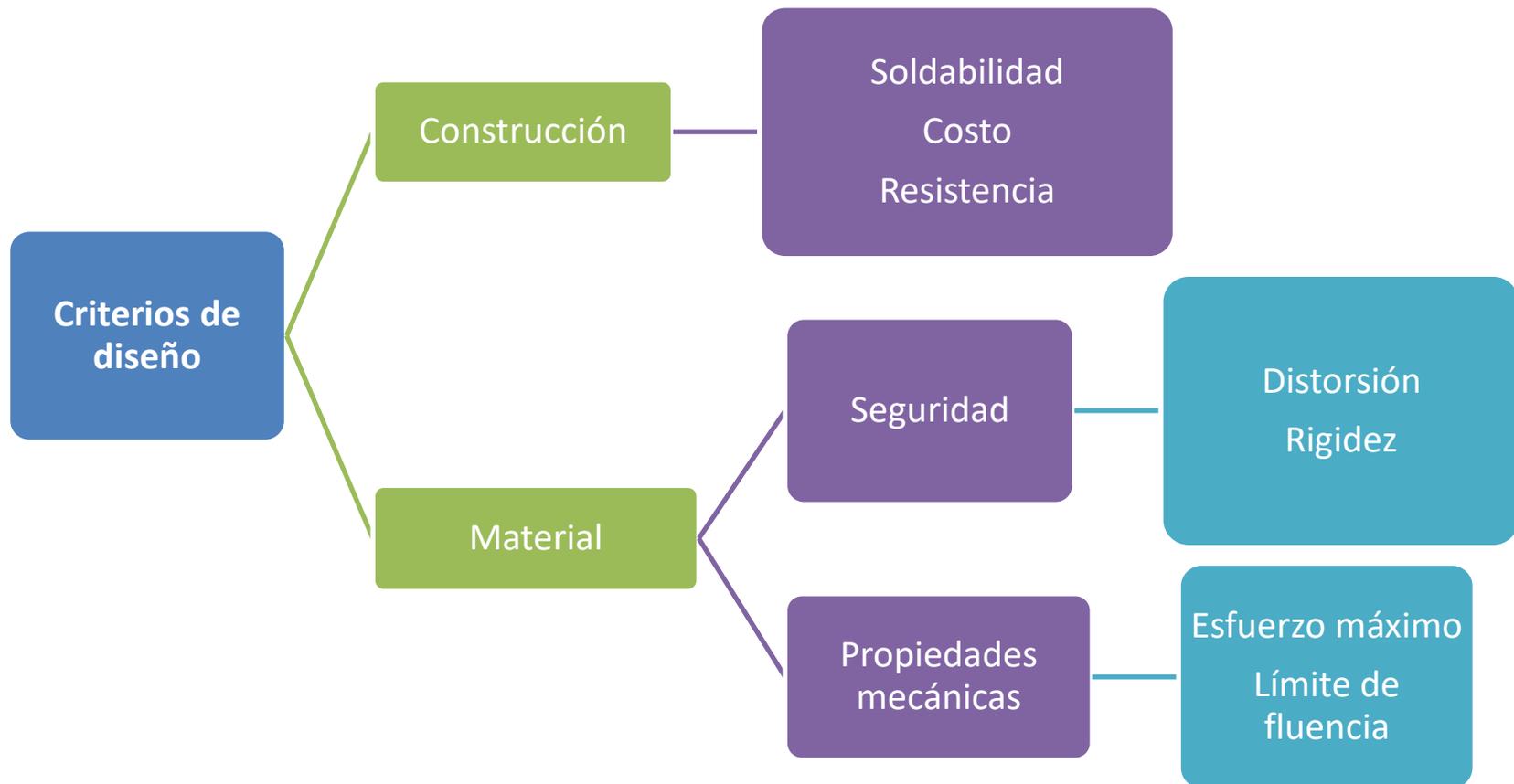
6

- Conclusiones

7

- Recomendaciones





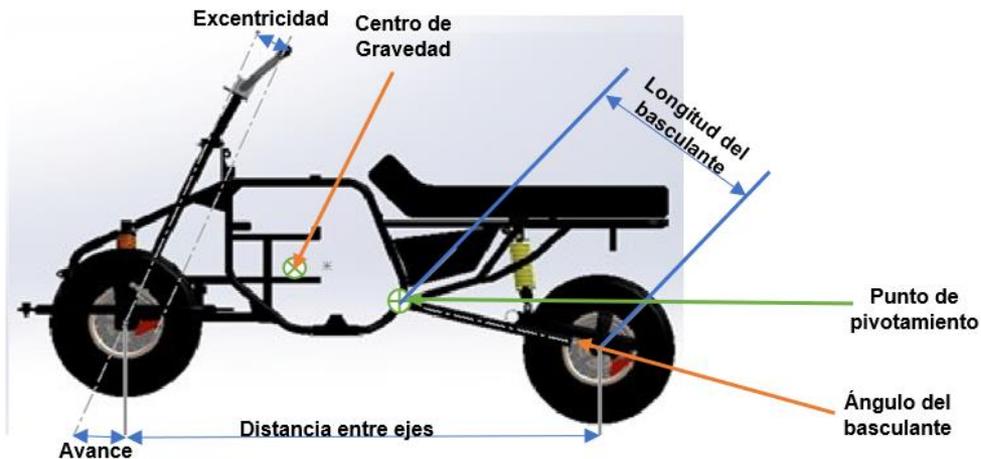
Componentes del Bastidor

Componente	Característica	Peso (Kg)	Dimensiones (mm)
Motor eléctrico	Potencia 2000 KW	12.8	272 de largo.
Aro	Rin 8		Diámetro de 222
Controlador	72 voltios	0.2	5 de largo 3 de alto 5 de ancho
Batería	60 V 35 A	6.7	20 de ancho 40 de largo 10 de alto
Transformador	60 V a 12 V	0.3	3 de ancho 3 de largo 4 de alto

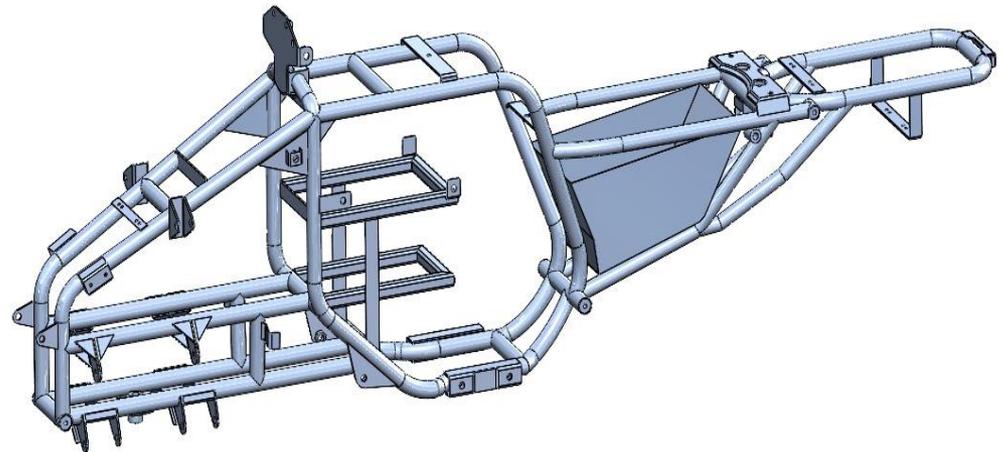
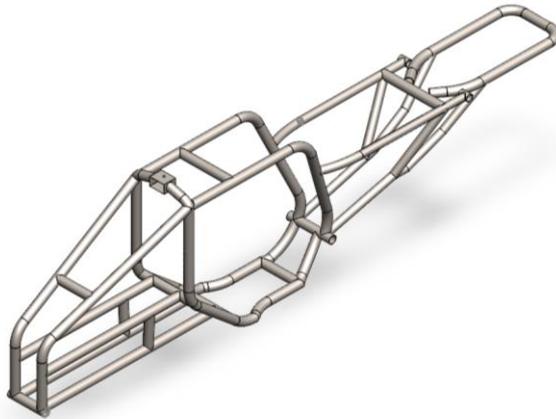


Cotas de Diseño

Referencia	Medida [Unidad]	Permisividad
Distancia entre ejes	1420 mm	+ - 20 mm
Angulo de dirección	24.7°	+ - 2°
Avance	39.1 mm	+ - 10 mm
Excentricidad	23.28 mm	+ - 5 mm
Angulo del basculante	15°	+ - 3°
∅ Rueda delantera	300 mm	-
∅ Rueda trasera	300 mm	-



Modelado del bastidor en CAD



Cargas que soporta el bastidor

Cargas Muertas

Elementos	Cantidad	Peso (Kg)	Peso Total (Kg)
Estructura Tubular	1	17.73409	17.73409
Baterías	3	6.7	20.1
Motor Eléctrico	3	12.8	38.4
Accesorios	1	7.1	7.1
Equipaje	1	30	30
Controladores	3	2	6
Carga Muerta (Sin Carenado)			119.33409



Cargas que soporta el bastidor

Cargas Vivas

Peso del Prototipo L2 CMDR Rickshaw en Cargas Vivas			
Elementos	Cantidad	Peso (Kg)	Peso Total (Kg)
Cargas Vivas	2	75	150

Cargas dinámicas

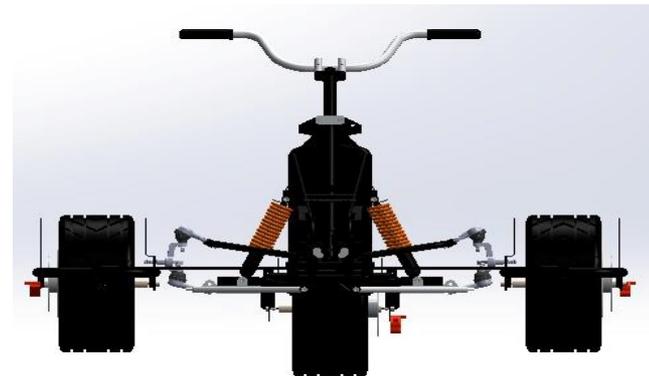
Las cargas dinámicas que están sometidas a la estructura del bastidor son:

- Carga a la aceleración brusca (CAb).
- Carga de frenado (CF).
- Carga de giro (CG).



Modelado 3D (múltiples vistas)vehículo eléctrico multipropósito L2

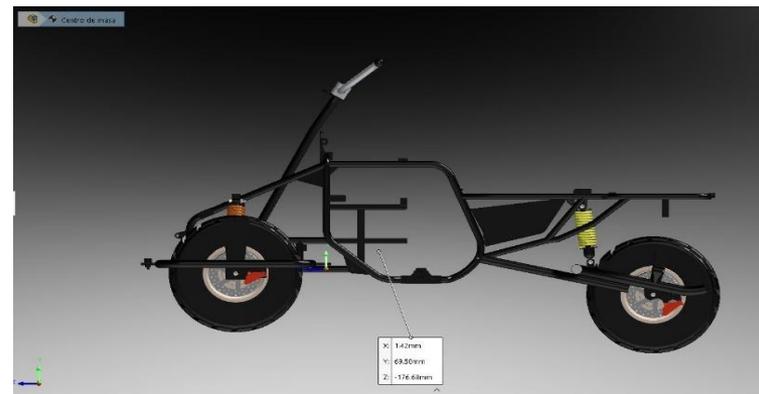
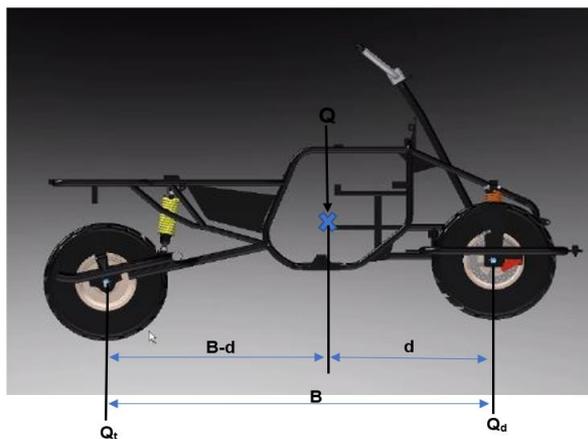
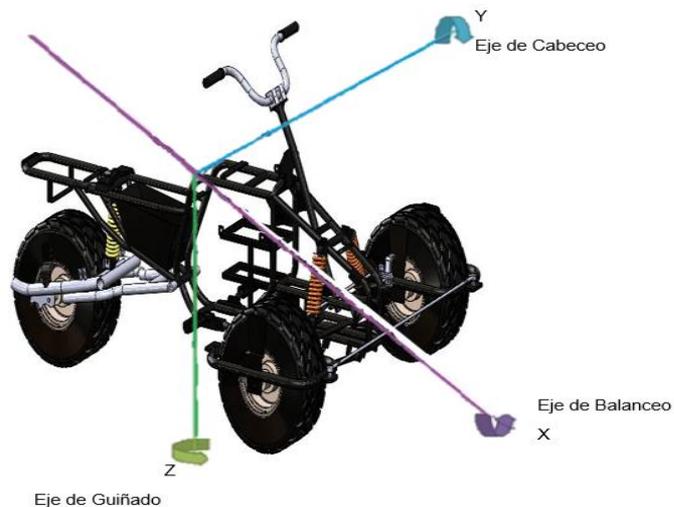
CMDR RICKSHAW



Parámetro	Fórmula	Cálculo	Resultado
Cargas vivas	$C_V = \sum m_{CV}$	$C_V = 150Kg$	$C_V = 150Kg$
Cargas muertas	$C_M = \sum m_{CM}$	$C_M = 119.33409Kg$	$C_M = 119.33409Kg$
Distancia de frenado	$S = \frac{V^2}{2 * g * \mu}$	$S = \frac{(13.8889(m/s))^2}{2 * (9.81(m/s^2)) * (0.67)}$	$S = 14.674452m$
Cálculo de la aceleración	$a = \frac{V_1^2 - V_0^2}{2S}$	$a = \frac{(0(m/s))^2 - (13.8889(m/s))^2}{2 * (14.674452m)}$	$a = -6.5727 m/s^2$
Aceleración centrípeta	$a_c = \frac{V^2}{r_c}$	$a_c = \frac{(13.8889(m/s))^2}{50}$	$a_c = 3.858 m/s^2$
Masa total	$m_T = m_{CV} + m_{CM}$	$m_T = 150Kg + 119.33409Kg$	$m_T = 269.33409Kg$
Cargas De Fuerzas De Frenado	$CF = m_T * a$	$CF = (269.334Kg) * (-6.572m/s^2)$	$CF = -1770.252173 N$
Cargas De Fuerza De Aceleración Brusca	$CAb = -CF$	$CAb = -(-1770.252173N)$	$1770.252173 N$
Cargas De Fuerza De Giro	$CG = m_T * a_c$	$CG = (269.334Kg) * (3.8580m/s^2)$	$1039.099232 N$

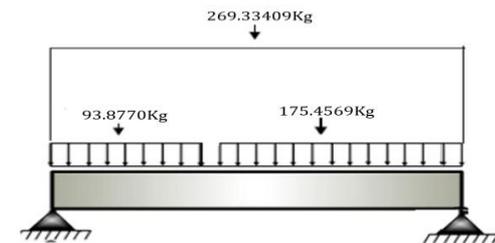
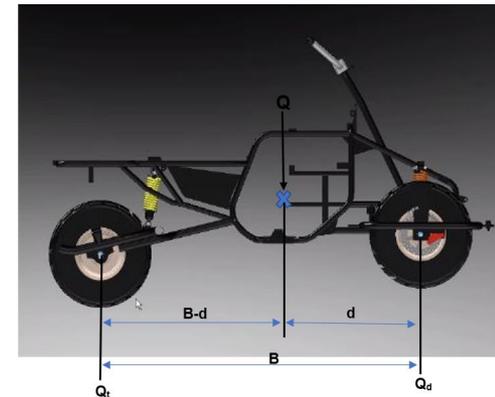
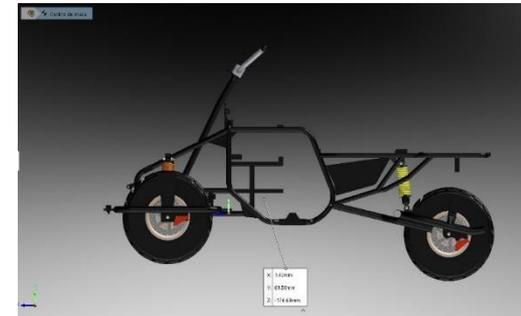


Sistema de Referencia del Tricar



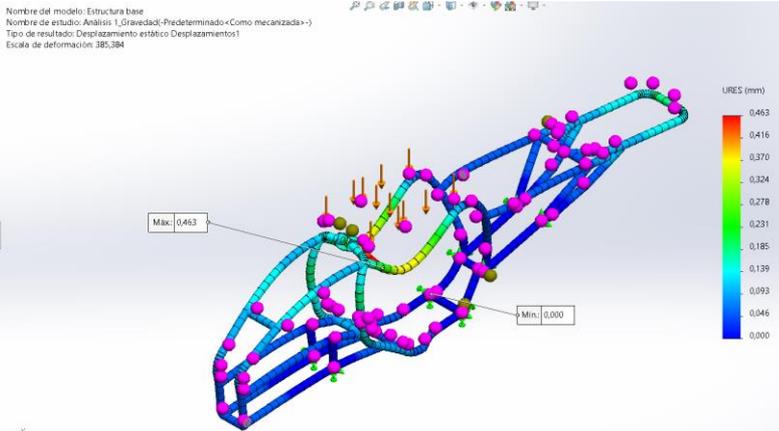
Distribución de Cargas respecto al centro de gravedad

Parámetro	Fórmula	Cálculo	Resultado
Carga total ejercida en el centro de gravedad, peso del vehículo	Q $= m * g$	$Q = (269.33409Kg) * (9.81m/s^2)$	Q $= 2642.1674 N$
Carga sobre el eje posterior	Q_t $= Q * \frac{B - d}{B}$	Q_t $= (2642.1674N)$ $* \frac{(1.40392m) - (0.48934m)}{1.40392m}$	Q_t $= 1721.2330 N$
Carga sobre el eje delantero	Q_d $= Q * \frac{d}{B}$	$Q_d = (2642.1674N) * \frac{0.48934m}{1.40392m}$	Q_d $= 920.9343 N$

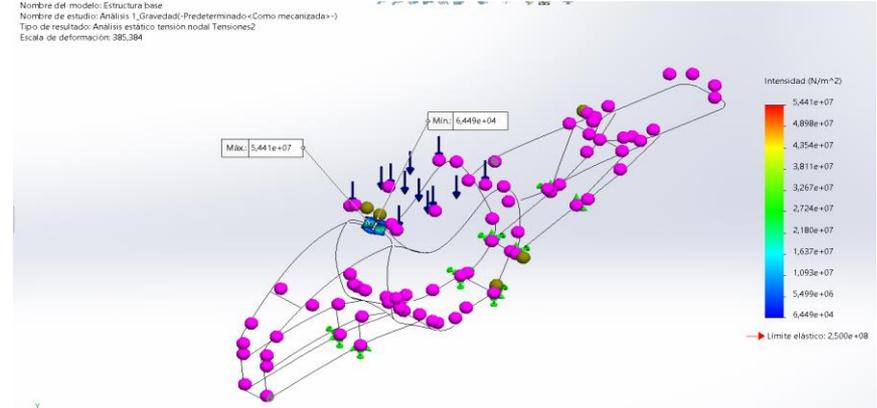


Deformaciones en el centro de Gravedad

Deformación total del bastidor



Esfuerzo máximo

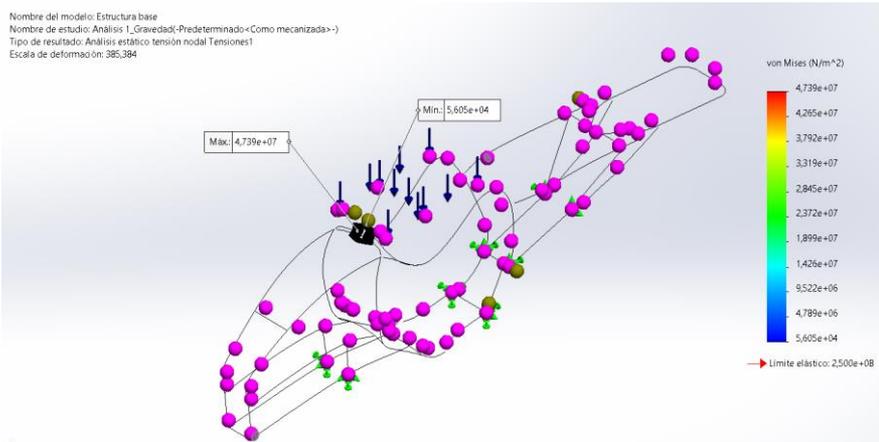


Tipo	Valor	Criterio
Deformación total Máxima	0.463 mm	20%
Deformación total Mínima	0 mm	

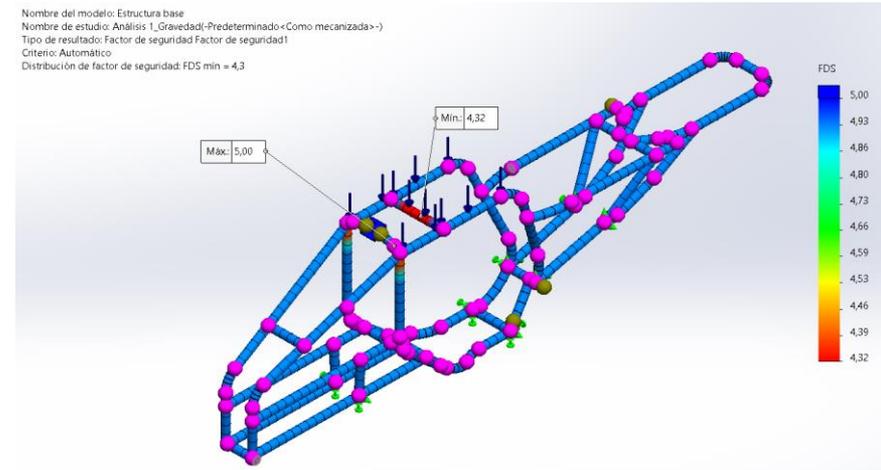
Tipo	Valor	Criterio
Esfuerzo Máxima	54.41 MPa	250 MPa
Esfuerzo mínimo	64490 Pa	

Deformaciones en el centro de Gravedad

Stress Von Mises



Factor de Seguridad

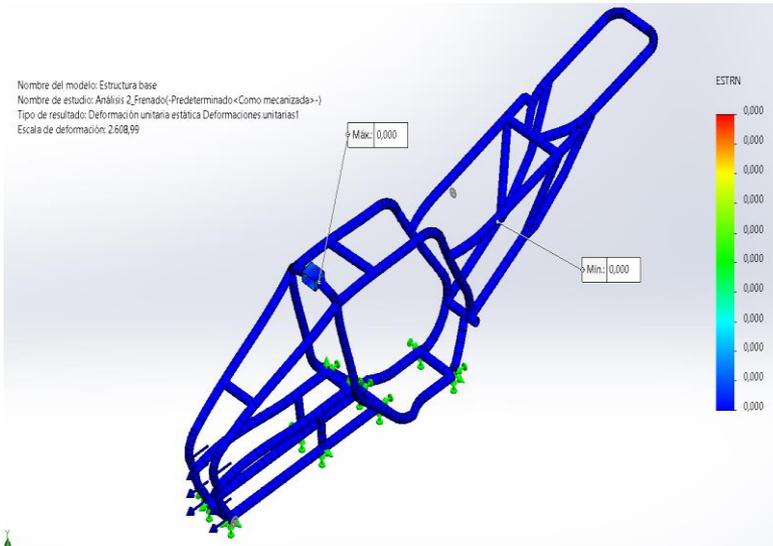


Tipo	Valor	Criterio
Tensión equivalente máxima	47.39 MPa	250 MPa

Tipo	Valor	Criterio
Factor de seguridad	4.32	3

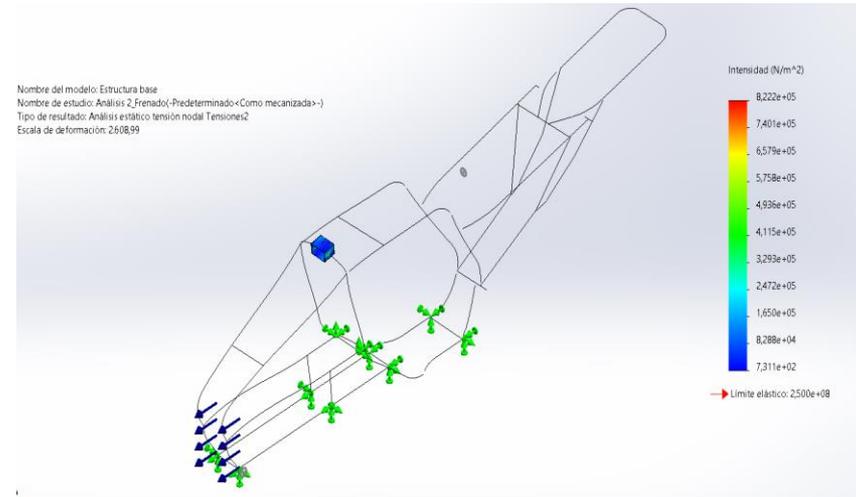
Deformaciones en la Carga de Fuerza de Frenado

Deformación total del bastidor



Tipo	Valor	Criterio
Deformación total Máxima	0 mm	20%
Deformación total Mínima	0 mm	

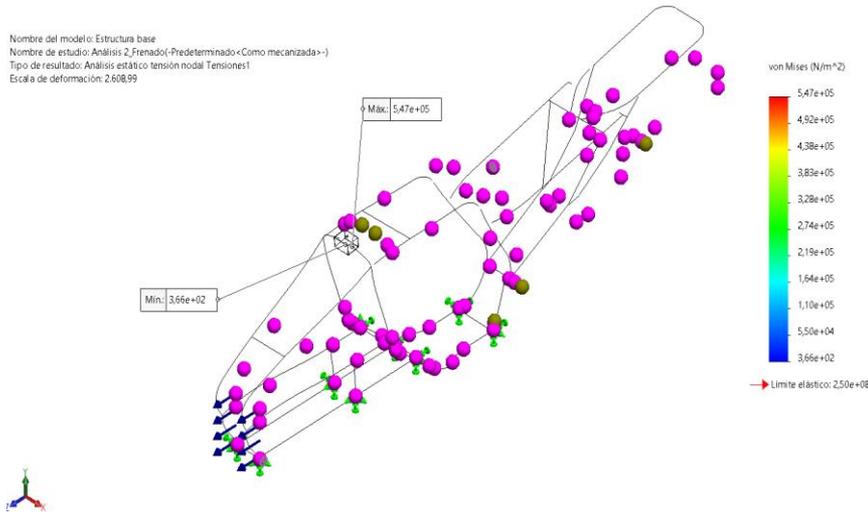
Esfuerzo máximo



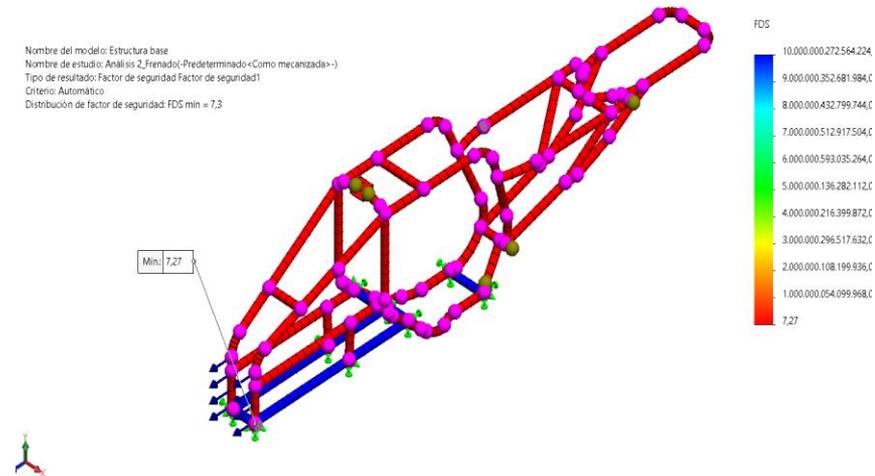
Tipo	Valor	Criterio
Esfuerzo Máximo	0.822 MPa	250 MPa
Esfuerzo mínimo	731.1 Pa	

Deformaciones en la Carga de Fuerza de Frenado

Stress Von Mises



Factor de Seguridad

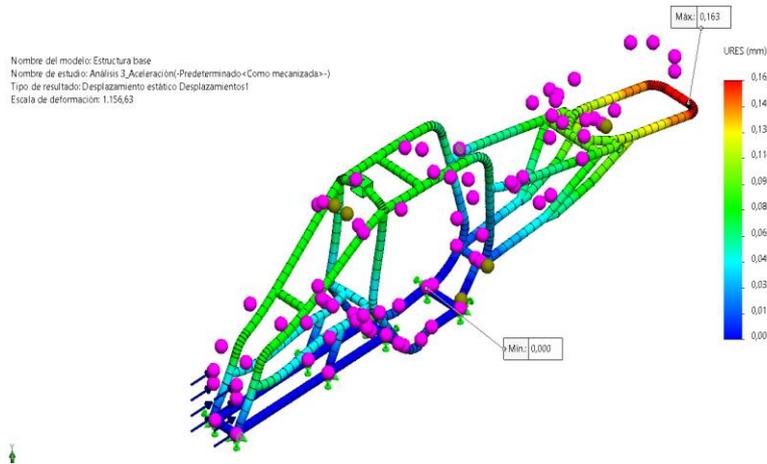


Tipo	Valor	Criterio
Tensión equivalente máxima	0.547 MPa	250 MPa

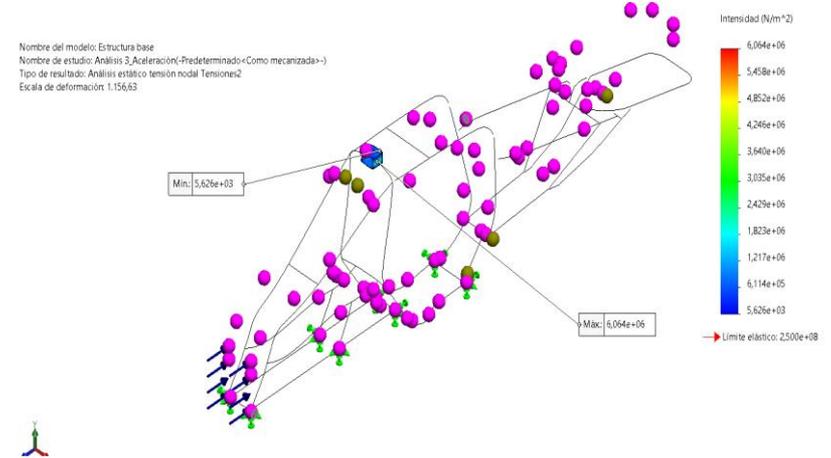
Tipo	Valor	Criterio
Factor de seguridad	7.27	3

Deformaciones en la Carga de Fuerza de Aceleración Brusca

Deformación total del bastidor



Esfuerzo máximo



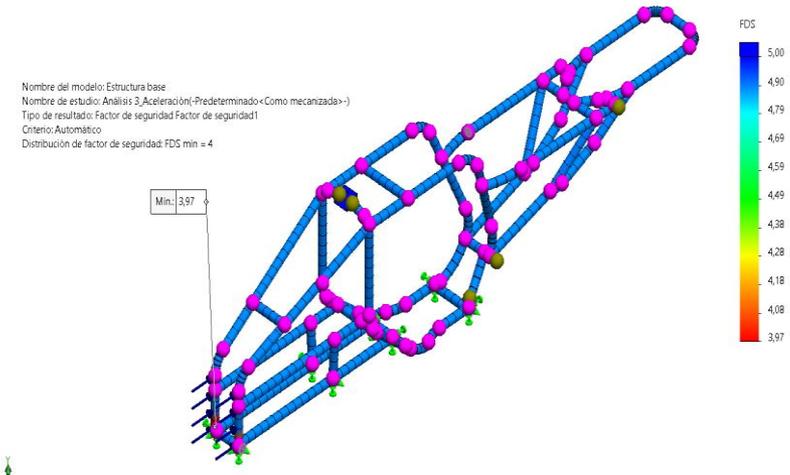
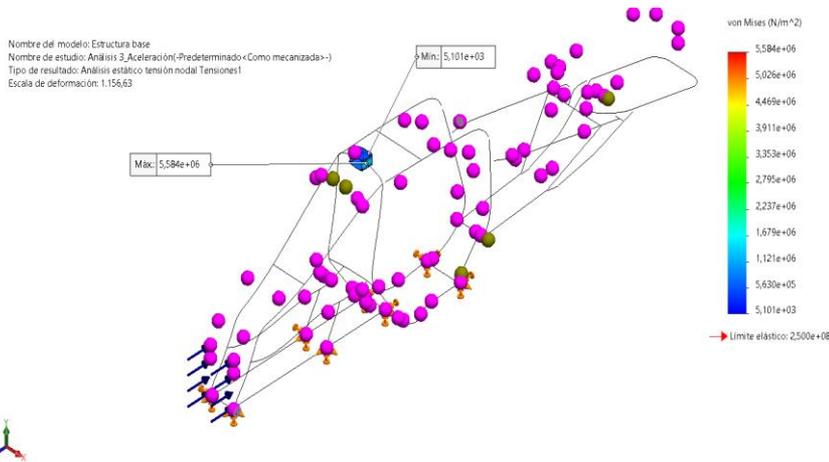
Tipo	Valor	Criterio
Deformació n total Máxima	0,163 mm	20%
Deformació n total Mínima	0 mm	

Tipo	Valor	Criterio
Esfuerzo Máxima	6,064 MPa	250 MPa
Esfuerzo mínimo	5626 Pa	

Deformaciones en la Carga de Fuerza de Aceleración Brusca

Stress Von Mises

Factor de Seguridad

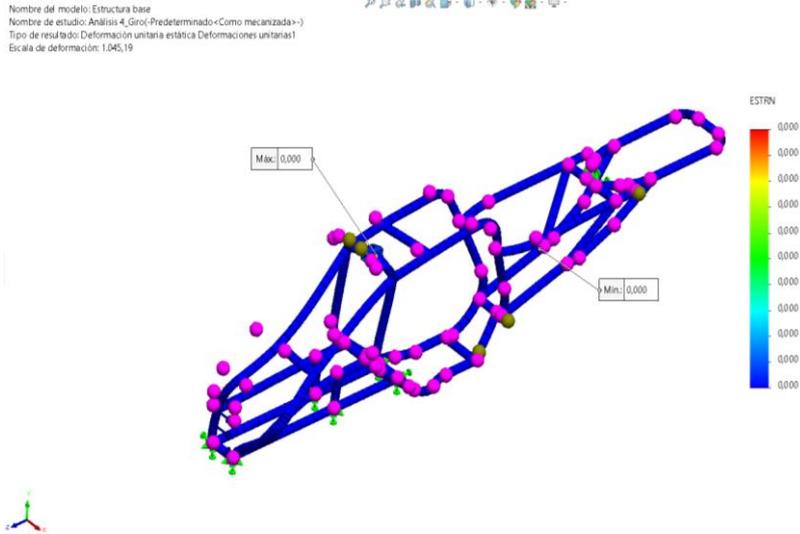


Tipo	Valor	Criterio
Tensión equivalente máxima	5,584 MPa	250 MPa

Tipo	Valor	Criterio
Factor de seguridad	3.97	3

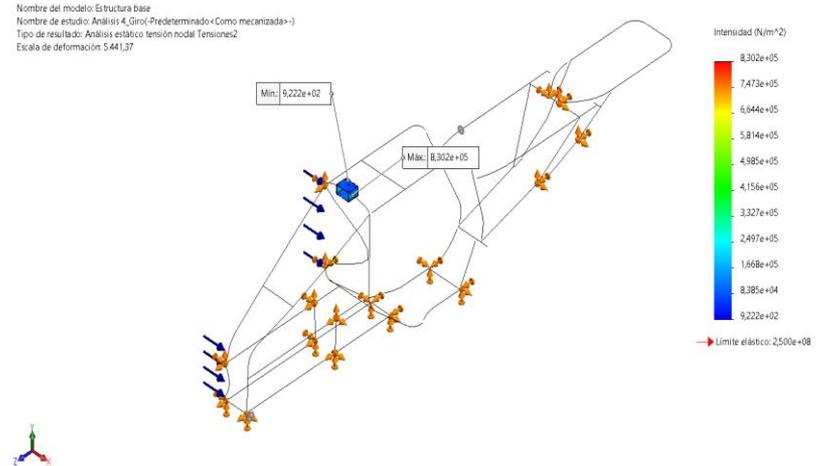
Deformaciones en la Carga de Fuerza de Giro

Deformación total del bastidor



Tipo	Valor	Criterio
Deformación total Máxima	0 mm	20%
Deformación total Mínima	0 mm	

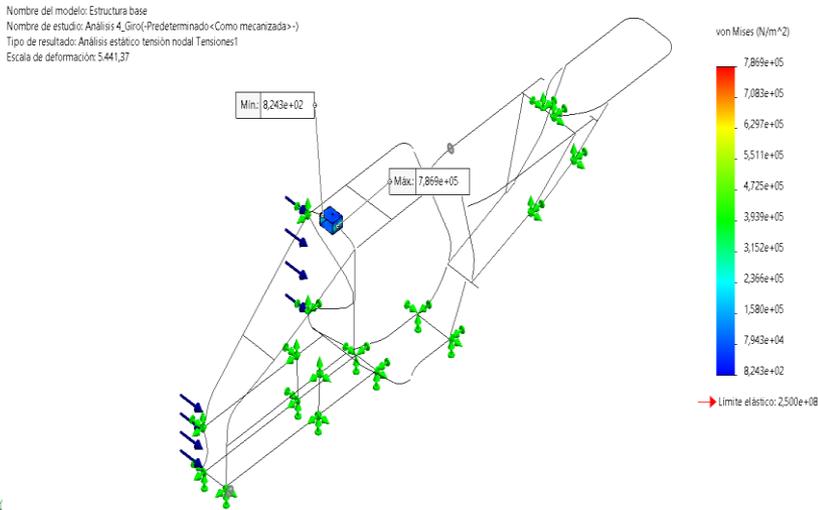
Esfuerzo máximo



Tipo	Valor	Criterio
Esfuerzo Máximo	0,8302 MPa	250 MPa
Esfuerzo mínimo	922,2 Pa	

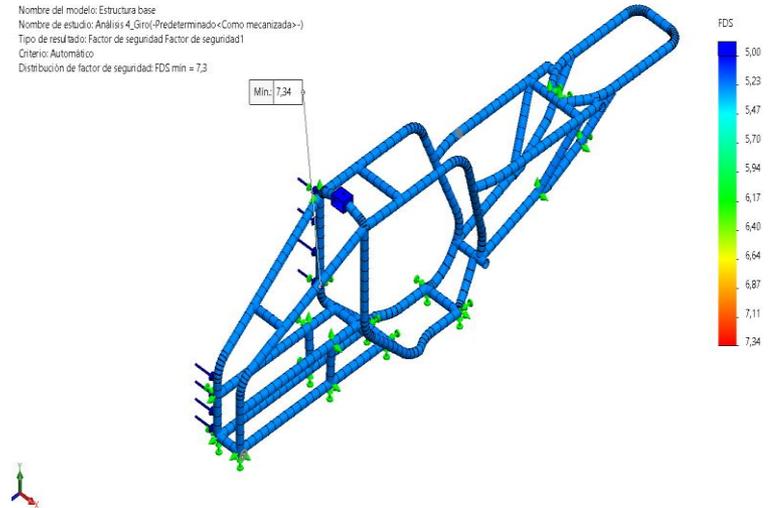
Deformaciones en la Carga de Fuerza de Giro

Stress Von Mises



Tipo	Valor	Criterio
Tensión equivalente máxima	0,7869 MPa	250 MPa

Factor de Seguridad



Tipo	Valor	Criterio
Factor de seguridad	7.34	3

Tipo de carga	Valor [N]	Deformación total máxima y mínima (mm)	Criterio de deformación	Esfuerzo máximo y mínimo	Stresses Von Mises [MPa]	Criterio de Esfuerzo máximo y Von Mises	Factor de seguridad	Criterio
Carga Total Ejercida En El Centro De Gravedad	2249.767	0.463 mm	20%	54.41 MPa	47.39	250MPa	4.32	3
Cargas De Fuerzas De Frenado	-1770.252	0 mm		0.822 MPa	0.547		7.27	
Cargas De Fuerza De Aceleración Brusca	1770.252	0.067 mm		6.064 MPa	5.584		3.97	
Cargas De Fuerza De Giro	1039.099	0.163 mm		0.830 MPa	0.786		7.34	
				922.2 Pa	9			



1

- Introducción

2

- Justificación

3

- Objetivos

4

- Metodología

5

- Resultados

6

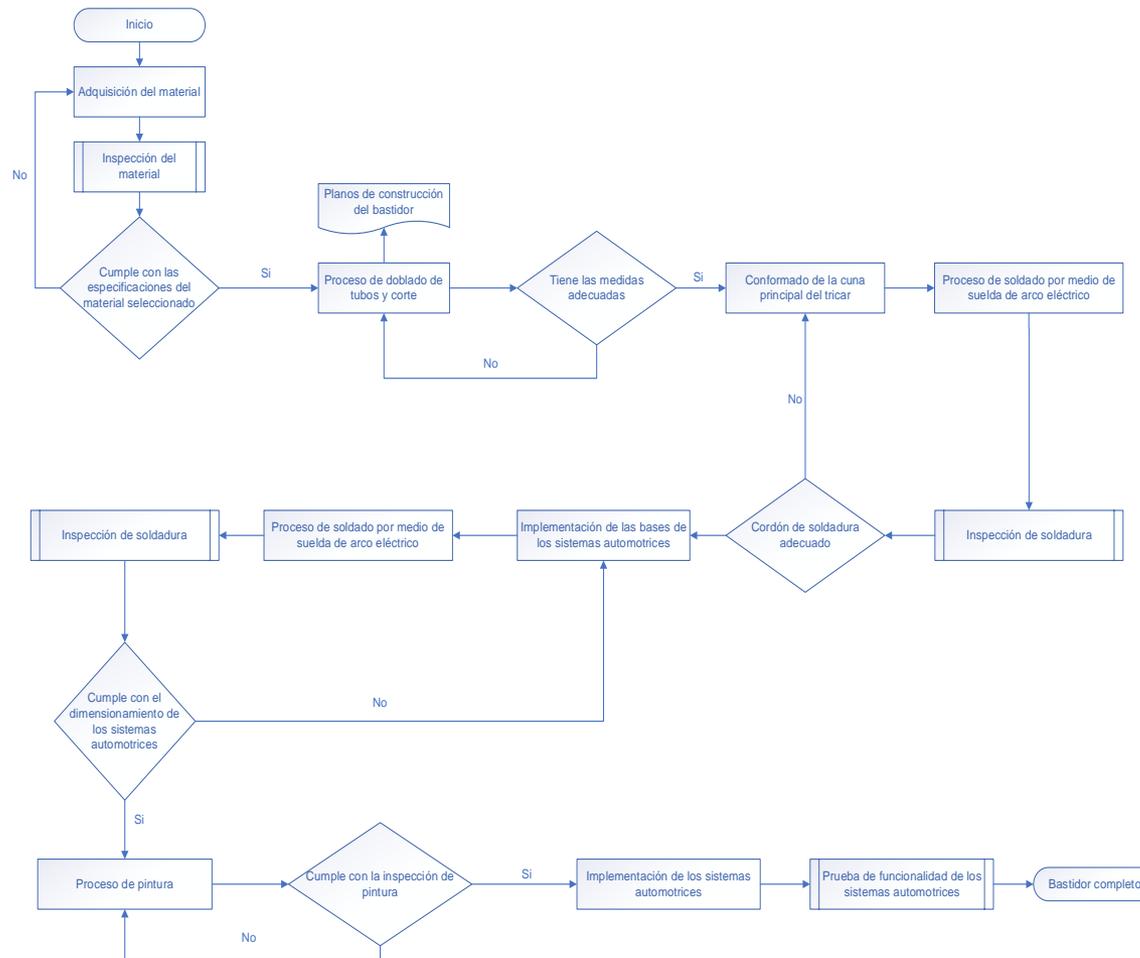
- Conclusiones

7

- Recomendaciones



Diagrama de proceso de construcción del bastidor



Construcción del bastidor

Inspección del material



Corte y curvas de los elementos



Construcción del bastidor

Soportes en forma de U para los neumáticos delanteros



Estructura para sujeción del neumático posterior



Construcción del bastidor

Elaboración de soportes para sistemas de dirección y suspensión delantero



Ensamble de las partes del bastidor



Construcción del bastidor

Bastidor sometido al proceso de pintura electrostática



Armado del sistema de suspensión, frenos y dirección del prototipo



Construcción del bastidor

Armado total del bastidor con sus diversos sistemas



1	• Introducción
2	• Justificación
3	• Objetivos
4	• Metodología
5	• Resultados
6	• Conclusiones
7	• Recomendaciones



- Se realizó el modelado 2D, 3D y la simulación del bastidor, como de todos los elementos mecánicos del vehículo como motor, sistemas de suspensión, dirección y frenos. Con ayuda de herramientas computacionales CAD.
- Se pudo concluir que mientras más alto sea el factor de seguridad más resistencia tiene la estructura, un factor de seguridad pasado de 3 indica que la estructura es óptima, nuestro estudio muestra 3.97 entrando en el rango establecido.



- Se logro realizar la construcción del bastidor, una vez elegido el material adecuado, se usó varios procesos de manufactura uno de los más importantes fue la soldadura, la cual está normalizada bajo parámetros previamente establecidas.
- Se obtuvo la estabilidad del prototipo vehículo eléctrico multipropósito L2 CMDR RICKSHAW en diferentes condiciones de circulación, gracias al cálculo del centro de gravedad mediante simulaciones y cálculos matemáticos, reflejados una vez hecha la construcción del bastidor con sus respectivos sistemas.



- La distribución de masas que soportara la estructura esta dimensionado para un vehículo de transporte urbano dándonos resultados en cargas tanto para el eje trasero como para el eje delantero valores de 93.8770 Kg que representa un 65.15% en peso real que soportara el eje, asi mismo se tiene un 34.86% en peso real que soportara el eje delantero con un peso total de 93.87 Kg.
- Se logro escoger el material de construcción del bastidor del vehículo multipropósito L2 CMDR RICKSHAW, con ayuda de simulaciones de cargas estáticas, mediante software CAE el cual como resultado favorable se dio el Acero ASTM A36.





1

- Introducción

2

- Justificación

3

- Objetivos

4

- Metodología

5

- Resultados

6

- Conclusiones

7

- Recomendaciones



- Se recomienda para el modelado tomar en cuenta las dimensiones de los componentes, tener tolerancias las cuales ayuden, si existe un sobre dimensionamiento.
- Reunir información sobre el diseño de elemento de máquinas y diseño de estructuras automotrices.
- Para el alojamiento de baterías, se toma en cuenta la ventilación y que ninguna de ellas este super puesta para un correcto funcionamiento.



- Para una mejor distribución de masas se recomienda tener una distribución de 60% en el eje trasero y del 40% en el eje delantero para una mejora en centro de gravedad.
- Para lograr una deformación de 0 mm al aplicar una carga en el centro de gravedad, se debe colocar reductores de esfuerzo tratando de disminuir la carga y distribuir equitativamente el esfuerzo realizado.
- No escatimar en costos del material, ya que es importante que se escoja el mejor material posible.



- El material escogido tiene que tener un fácil acceso comercial, esto ayudara a encontrarlo con mayor rapidez, sin tener la necesidad de exportarlo de otro lugar.
- Realizar todas las modificaciones o trabajos de construcción en un mismo lugar, para evitar costos extra de movilización del prototipo.



GRACIAS
POR SU
ATENCIÓN

