

**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL BASTIDOR CARENADO PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS DE UNA
MOTOCICLETA TIPO CHOPPER ELÉCTRICA”**

AUTORES:

**STALIN JAVIER PASQUEL QUILOANGO
MARLON ROBERTO QUIROLA RIOFRIO**

**ING. GUIDO TORRES
DIRECTOR DE TESIS
2018**



Objetivo General

- Diseñar, construir el bastidor carenado e implementar los sistemas mecánicos de una motocicleta eléctrica tipo Chopper para realizar el análisis estructural con el fin de determinar los esfuerzos máximos que soportará la estructura mediante cargas estáticas, dinámicas utilizando programas computacionales CAD, CAM, CAE.

Objetivos específicos

- Recopilar información teórica para el desarrollo del trabajo de titulación a través de páginas web, libros, revistas y artículos científicos.
- Determinar las cargas que soporta el bastidor mediante la aplicación de ecuaciones para el posterior análisis estático y dinámico.
- Realizar el análisis estático y dinámico del bastidor de una motocicleta tipo Chopper para determinar los esfuerzos que se generan utilizando software CAD/CAE.

- Diseñar y construir el bastidor con el carenado para implementar los sistemas mecánicos utilizando programas computacionales, herramientas mecánicas y equipo de protección personal.
- Seleccionar los sistemas mecánicos para obtener un correcto funcionamiento y eficiencia utilizando partes, elementos, materiales que se encuentran disponibles en el mercado.
- Realizar pruebas de campo con el fin de validar el funcionamiento, seguridad, eficiencia de la motocicleta Chopper utilizando protocolos bajo normas establecidas.
- Evaluar la funcionalidad, el comportamiento, la estabilidad y la seguridad de la motocicleta, mediante el protocolo de pruebas en la ciudad de Latacunga.

Motocicleta Chopper

- Una motocicleta Chopper es un tipo de motocicleta modificada para tener un ángulo de lanzamiento mayor, horquilla más larga, lo que le da un avance mas grande, con una rueda trasera mas ancha y la delantera se caracteriza por tener mas altura. Así logrando un estilo único.



Chasis seleccionado para una motocicleta Chopper

- El chasis seleccionado para la moto Chopper es un chasis de doble cuna con basculante incluyendo amortiguación Softail, se ve un aspecto de moto rígida pero la función de la amortiguación oculta Softail nos brinda esta comodidad para el usuario, adicionalmente que el basculante proporciona mayor rigidez en curvas y mantiene una correcta estabilidad en rectas.



1974 Bill Davis

Geometría de una motocicleta

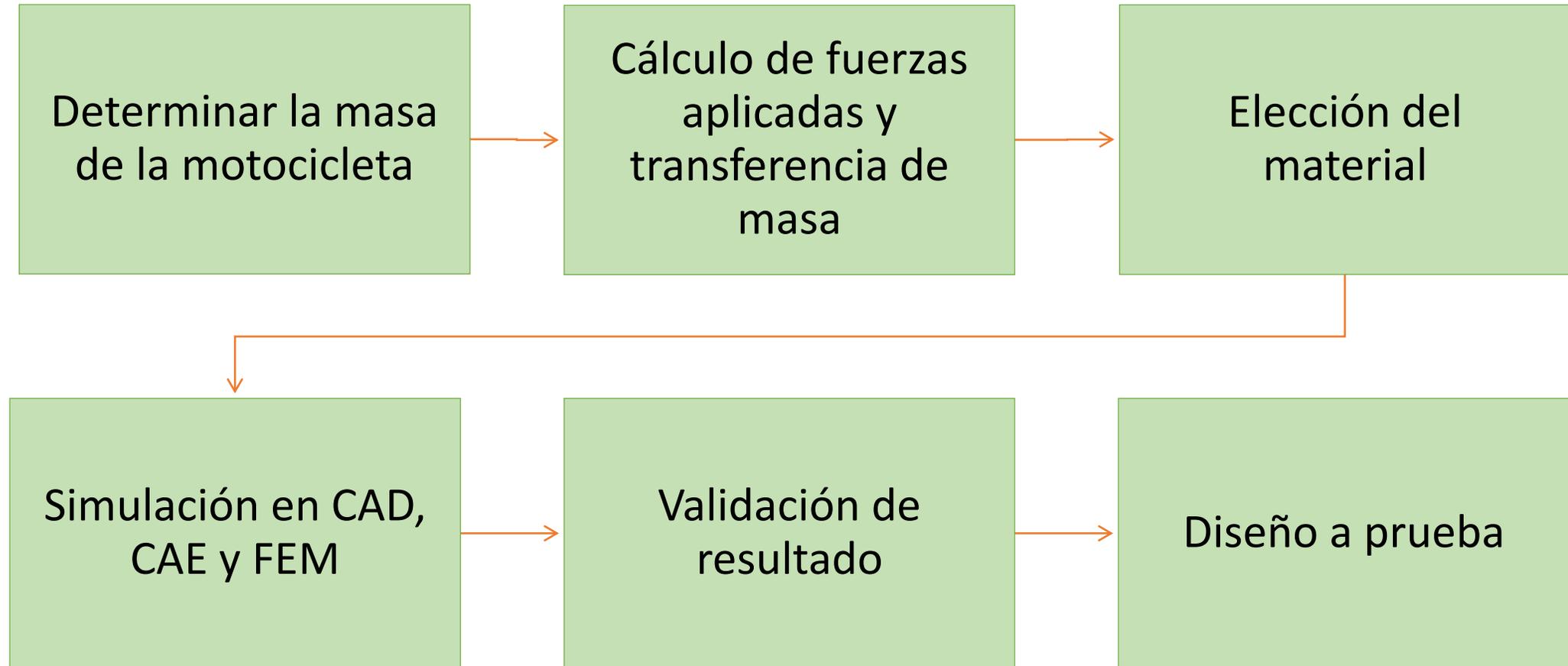
- Mediante el análisis de la geometría de una motocicleta, se optó por validar medidas entre los rangos apropiados que se encuentran diseñadas las motocicletas tipo Chopper.



Normativa Europea 93/93/CEE

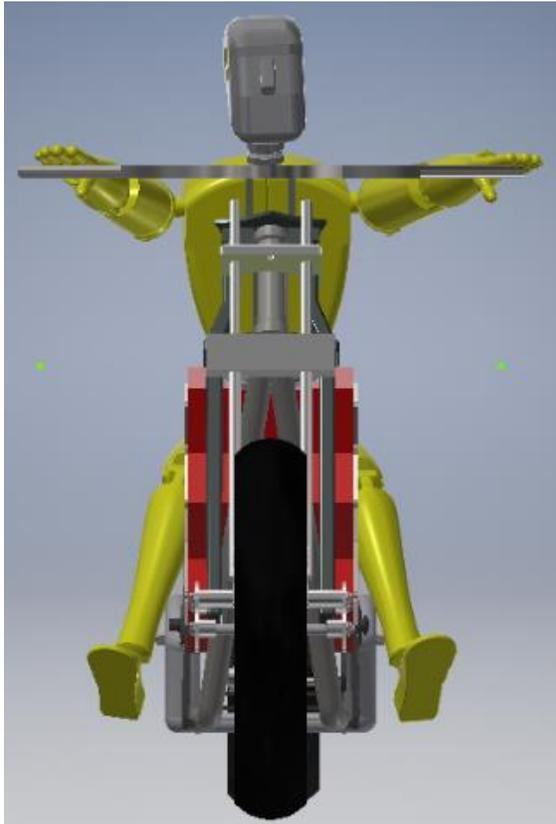
- La norma se basa en la masa y dimensiones de los vehículos de motor de dos o tres ruedas.
- La masa máxima autorizada de los vehículos de motor de dos ruedas será la masa técnicamente admisible declarada por el fabricante.
- Masa del conductor masa fijada convencionalmente en 75 kg.

Proceso diseño del bastidor

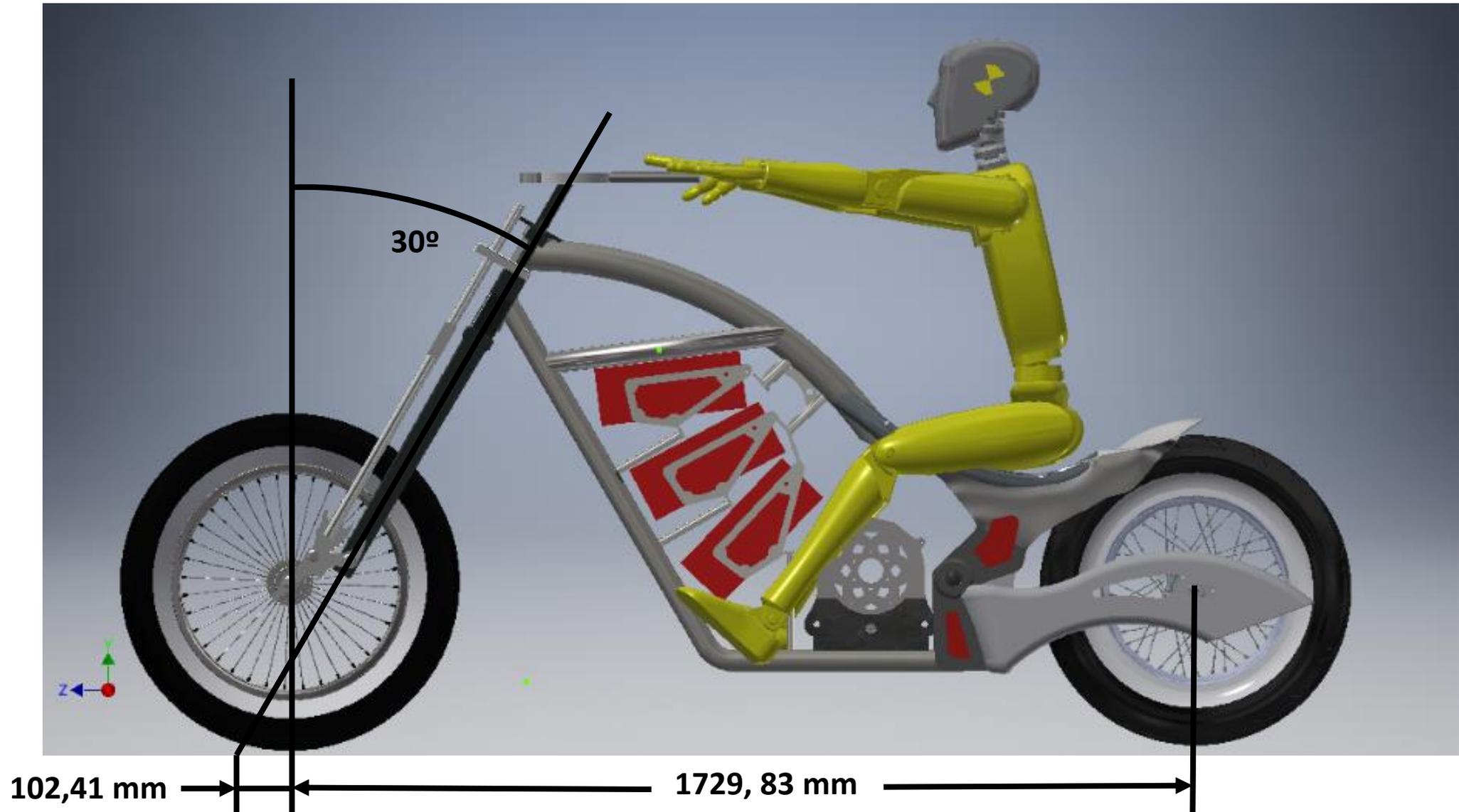


Análisis estructural del bastidor

Estilo y descripción de la propuesta



GEOMETRÍA UTILIZADA



ANÁLISIS ESTÁTICO

Cargas puntuales en la estructura

Cargas muertas

Cargas vivas

Elementos	Masa [Kg]
Estructura	140.85
Conjunto de poleas	25
Carenado	5
Sistema de frenos	40
Suspensión delantera y trasera	35
Sistema eléctrico	60
Motor	17.7
TOTAL	323.55

Elementos	MASA [kg]
Piloto	75
TOTAL	75

Cálculo de Fuerza generadas por las cargas vivas y muertas

$$Ft = (m_{cv} + m_{cm}) * g$$

$$Ft = (323,55 \text{ kg} + 75 \text{ kg}) * 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$Ft = 3909,78 \text{ N}$$

Para la carga determinada se asume un factor de critico del 20%.

$$Fct = Ft + (0,2 * Ft)$$

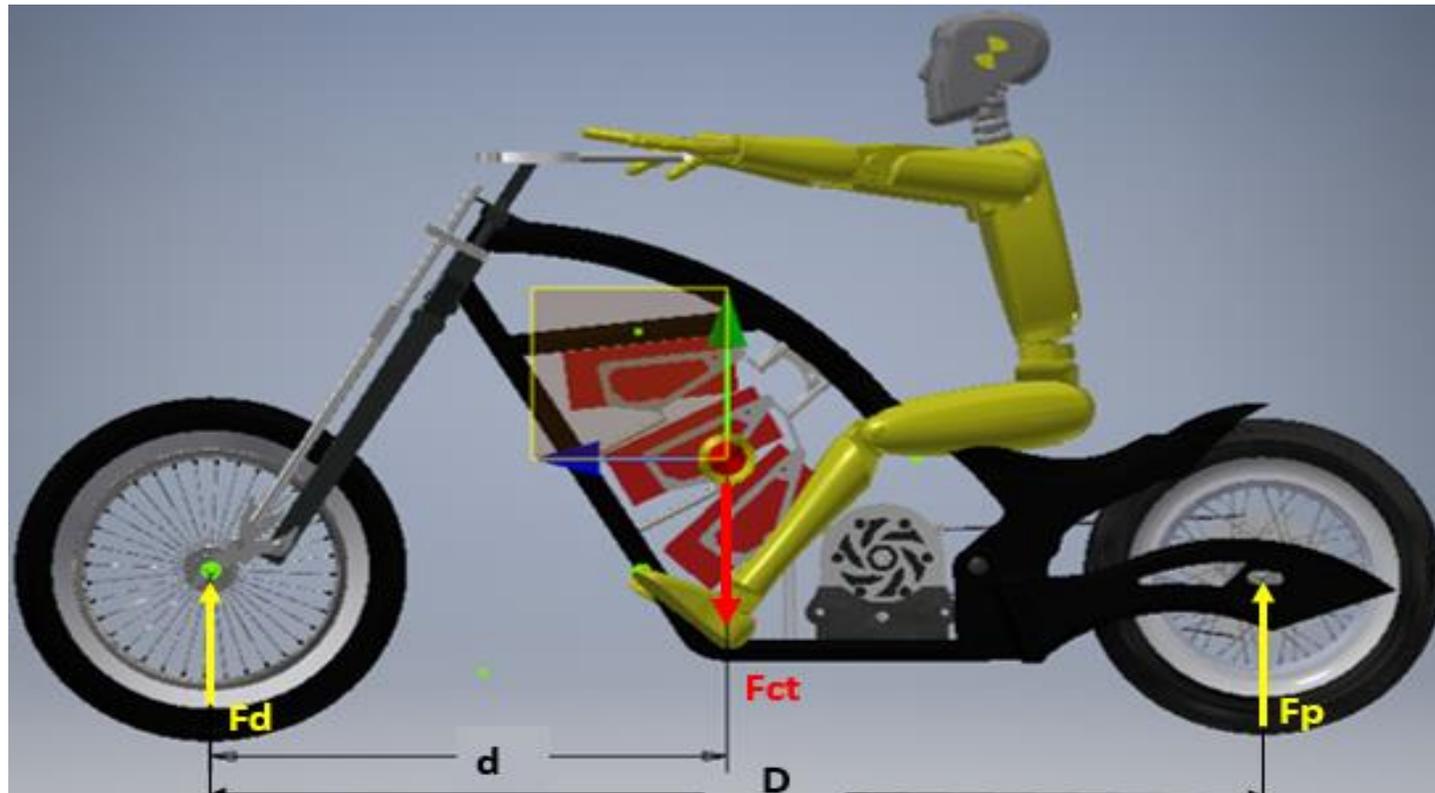
$$Fct = 3909,78 \text{ N} + (0,2 * 3909,78 \text{ N})$$

$$Fct = 4691,74 \text{ N}$$

Cálculo de reacciones en los ejes de la rueda

CENTRO DE MASA CON RESPECTO A LOS EJES

Distancia entre ejes (D)	1729.83 mm
Distancia del CG al eje delantero (d)	813.57 mm
Distancia del CG al eje posterior	916.26 mm



Sumatoria de momentos eje delantero

$$\curvearrowright + \sum MFd = 0$$

$$-F_p * D + F_{ct} * d = 0$$

$$F_d = \frac{F_{ct} * d}{D}$$

$$F_p = 4691.74N * \frac{813.57mm}{1729.83mm}$$

$$F_p = 2206.60N$$

Sumatoria de momentos eje posterior

$$\curvearrowright + \sum MFp = 0$$

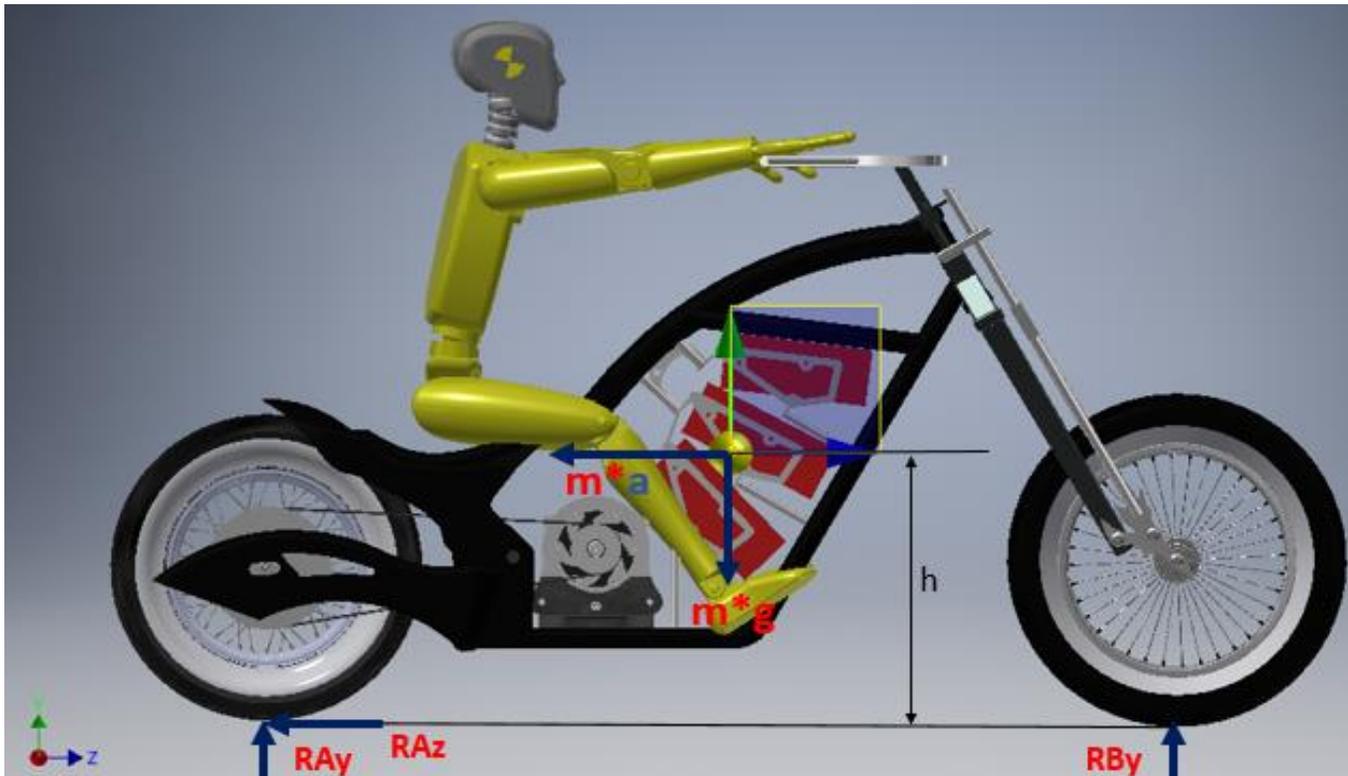
$$-F_d * D + F_{ct}(D - d) = 0$$

$$F_d = F_{ct} * \frac{(D - d)}{D}$$

$$F_d = 4691.74N * \frac{(1729.83mm - 813.57mm)}{1729.83mm}$$

$$F_d = 2485.13N$$

ANÁLISIS DINÁMICO DEL PROTOTIPO



Aceleración

Se establece un rango de velocidad de 0 a 50 Km/h (13.88 m/s) en un periodo de 6 segundos, datos calculados por pruebas cronometradas

$$v = v_0 + a * t$$

$$a = \frac{v-v_0}{t}$$

$$a = \frac{13.88 \frac{m}{s} - 0}{6s}$$

$$a = 2.31 \frac{m}{s^2}$$

Sumatoria de momentos en RA:

$$\curvearrowright + \sum MRA = 0$$

$$- RBy(B) + (m * g * d2) - (m * a * h) = 0$$

$$RBy = \frac{(m * g * d2) - (m * a * h)}{B}$$

$$RBy = \frac{\left(481.88Kg * 9.81 \frac{m}{s^2} * 916.26mm\right) - \left(481.88Kg * 2.31 \frac{m}{s^2} * 203.67mm\right)}{1729.83mm}$$

$$RBy = 2372.87N$$

Sumatoria de fuerzas en y

$$+\uparrow \sum Fy = 0$$

$$RBy + RAy - (m * g) = 0$$

$$RAy = (481.88Kg * 9.81 \frac{m}{s^2}) - 2372.87N$$

$$RAy = 2354.36 N$$

Sumatoria de fuerzas en z

$$+\uparrow \sum Fz = m * a$$

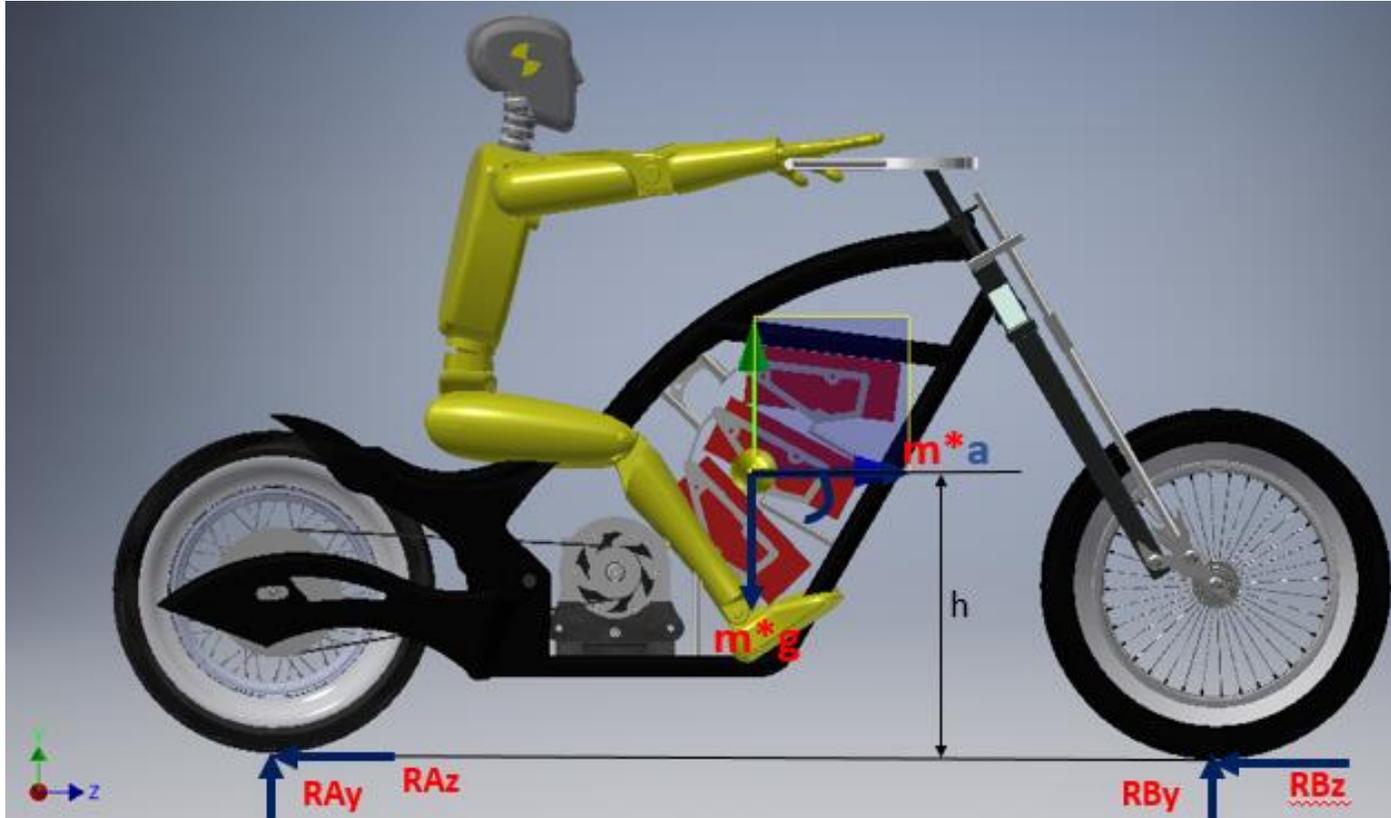
$$RAz = (m * a)$$

$$RAz = 481.88Kg * 2.31 \frac{m}{s^2}$$

$$RAz = 1113.14 N$$



ANÁLISIS DEL PROTOTIPO EN FRENADO



Para este caso se tomó como dato una desaceleración en 2 segundos con una velocidad máxima de 50 Km/h.

$$v = v_0 + a * t$$

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$a = \frac{0 - 13.88m/s}{2s}$$

$$a = - 6.94 \frac{m}{s^2}$$

Sumatoria de momentos:

$$\curvearrowright + \sum MB = 0$$

$$RAy(D) + (m * g * d1) - (m * a * h) = 0$$

$$RAy = \frac{(m * g * h) - (m * a * d1)}{D}$$

$$RAy = \frac{\left(481.88\text{Kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 203.67\text{mm}\right) - \left(481.88\text{Kg} * -6.94 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 813.57\text{mm}\right)}{1729.83\text{mm}}$$

$$RAy = 2126.04 \text{ N}$$

De acuerdo a (Italika, 2018) para un frenado eficiente la presión del freno delantero debe ser en 70% y el freno posterior en 30%

Por tanto:

$$+\uparrow \sum Fz = m * a$$

$$RAz = 0.30 * (m * a)$$

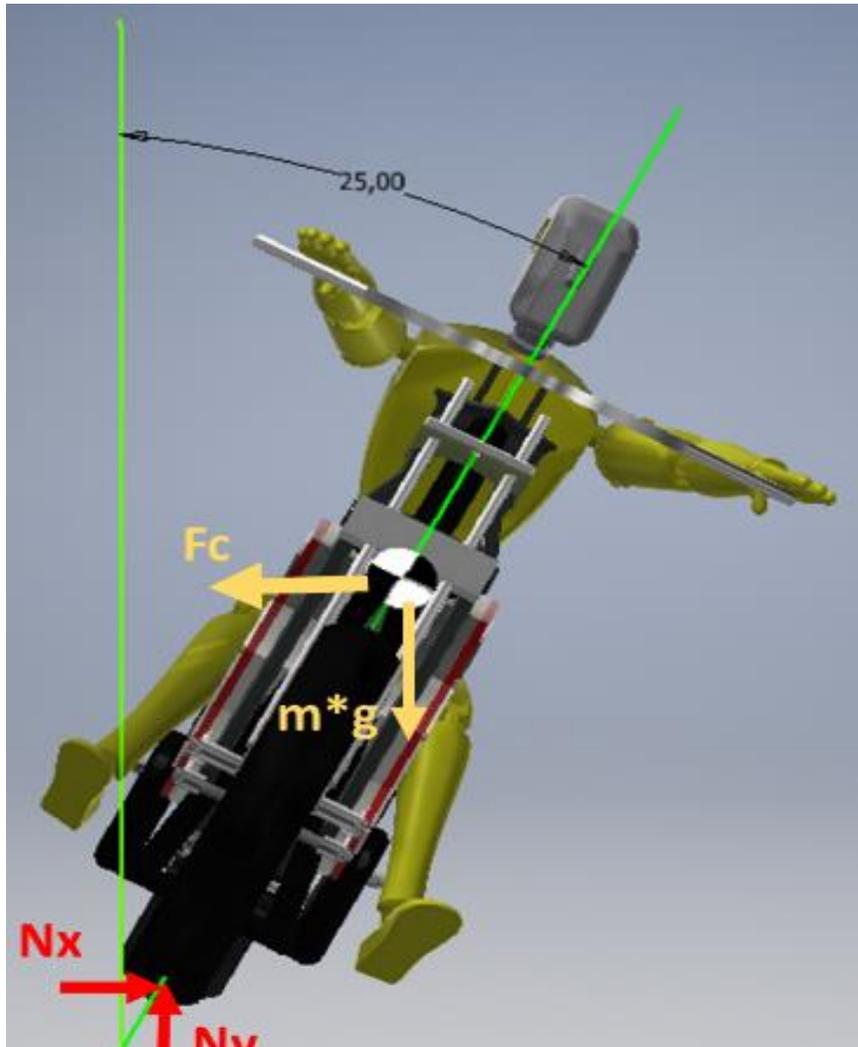
$$RAz = 0.30 * (481.88\text{Kg} * 6.94 \frac{m}{s^2})$$

$$RAz = 1003.27 \text{ N}$$

$$RBz = 0.7 * (m * a)$$

$$RBz = 0.70 (481.88\text{Kg} * -6.94 \frac{m}{s^2})$$

ANÁLISIS DEL PROTOTIPO EN CURVAS



Sumatoria de fuerzas en x:

$$+\rightarrow \sum F_x = 0$$

$$F_c = N_x$$

Sumatoria de fuerzas en Y

$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$N_y = m \cdot g$$



Cálculo de reacción en la coordenada y

$$N_y = m * g$$

$$N_y = 481.88\text{kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$N_y = 4727.24 \text{ N}$$

Cálculo de resultante

$$N = \frac{N_y}{\cos\alpha}$$

$$N = \frac{4727.24}{\cos(25^\circ)}$$

$$N = 5215.93 \text{ N}$$

Cálculo de reacción en eje x

$$N^2 = N_x^2 + N_y^2$$

$$N_x = \sqrt{N^2 - N_y^2}$$

$$N_x = \sqrt{5215.93^2 - 4727.24^2}$$

$$N_x = 2204.34 \text{ N}$$

Selección de elementos mecánicos



- Se seleccionó la horquilla Springer porque las motocicletas Chopper se caracterizan por su robusticidad, mayor ángulo de lanzamiento y un avance positivo.

Suspensión Softail

- Este tipo de suspensión va oculto con el fin de no perder la estética propuesta y absorbe las irregularidades de la calzada obteniendo un mayor amortiguamiento.



Sistema de freno delantero

- Se selecciono el sistema de freno delantero bajo la normativa 93/14/CEE, que no es permitido utilizar pastillas de amianto.
- Obteniendo una mayor eficiencia con los frenos de disco,



ANÁLISIS ESTÁTICO MEDIANTE SOFTWARE CAE - FEM

Asignación de material

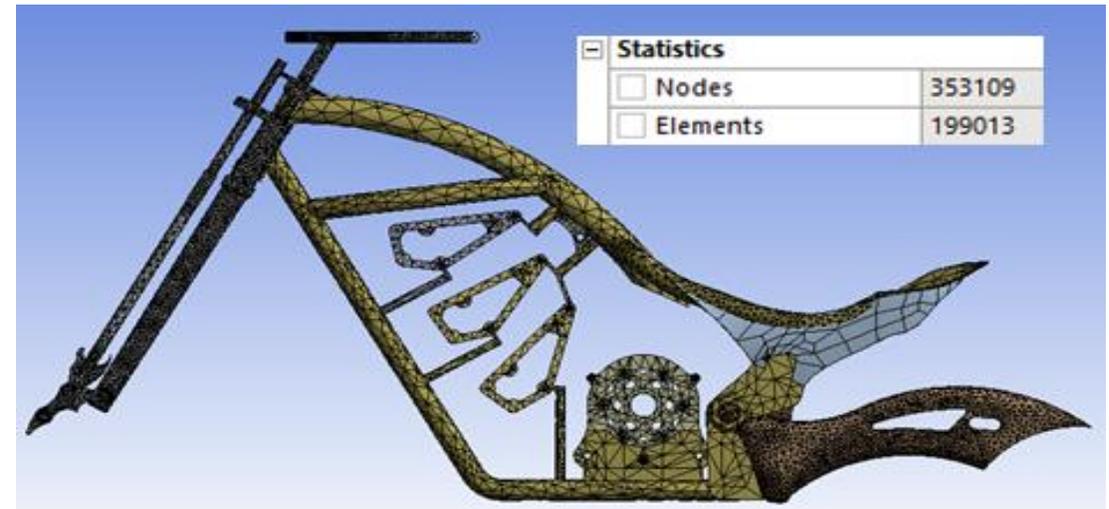
Outline of Schematic B2: Engineering Data

	A	B	C	D	E
1	Contents of Engineering Data			Source	Description
2	Material				
3	ASTM A500 - GRADO B			G	
*	Click here to add a new material				

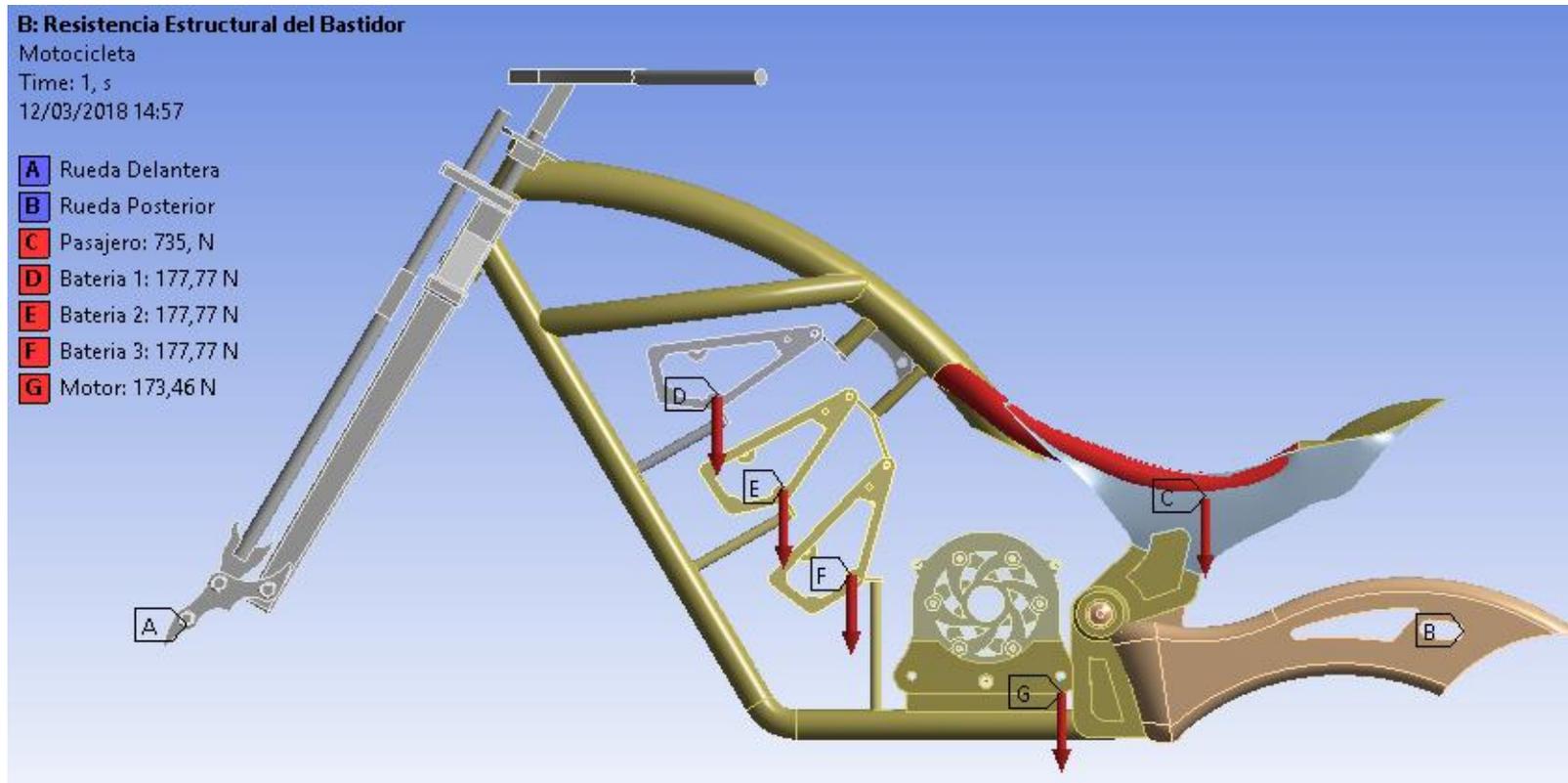
Properties of Outline Row 3: ASTM A500 - GRADO B

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Material Field Variables	Table			
3	Density	7850	kg m ⁻³		
4	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion				
6	Isotropic Elasticity				
12	Tensile Yield Strength	290	MPa		
13	Compressive Yield Strength	207	MPa		
14	Tensile Ultimate Strength	400	MPa		
15	Compressive Ultimate Strength	0	Pa		

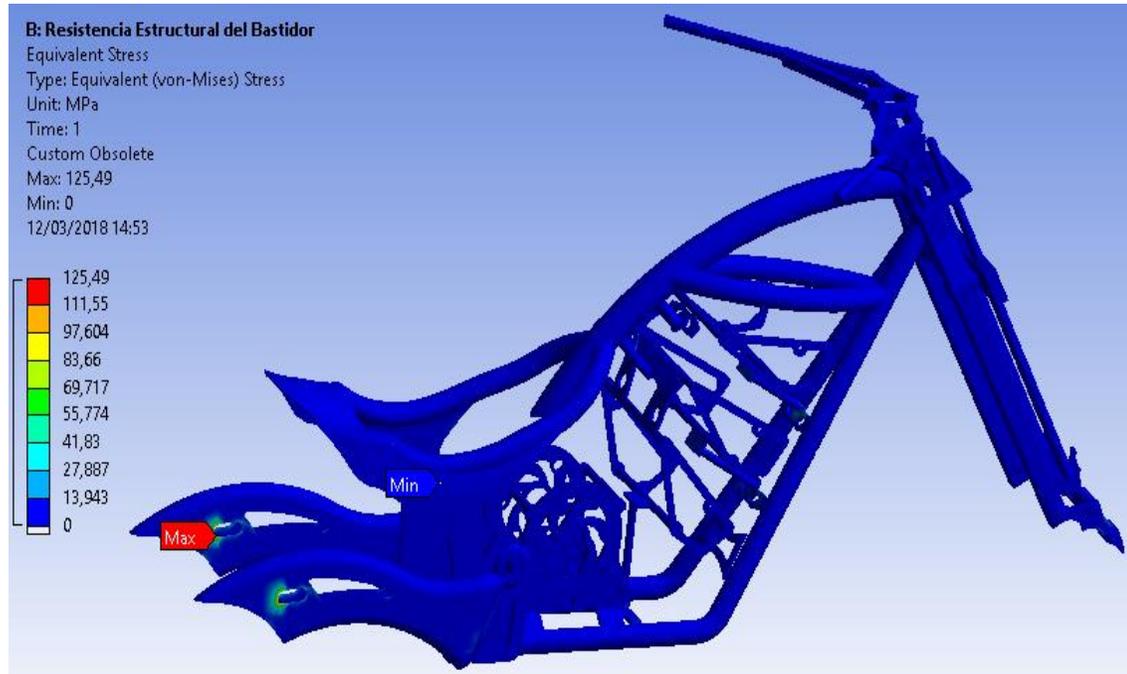
Generación del mallado en la motocicleta



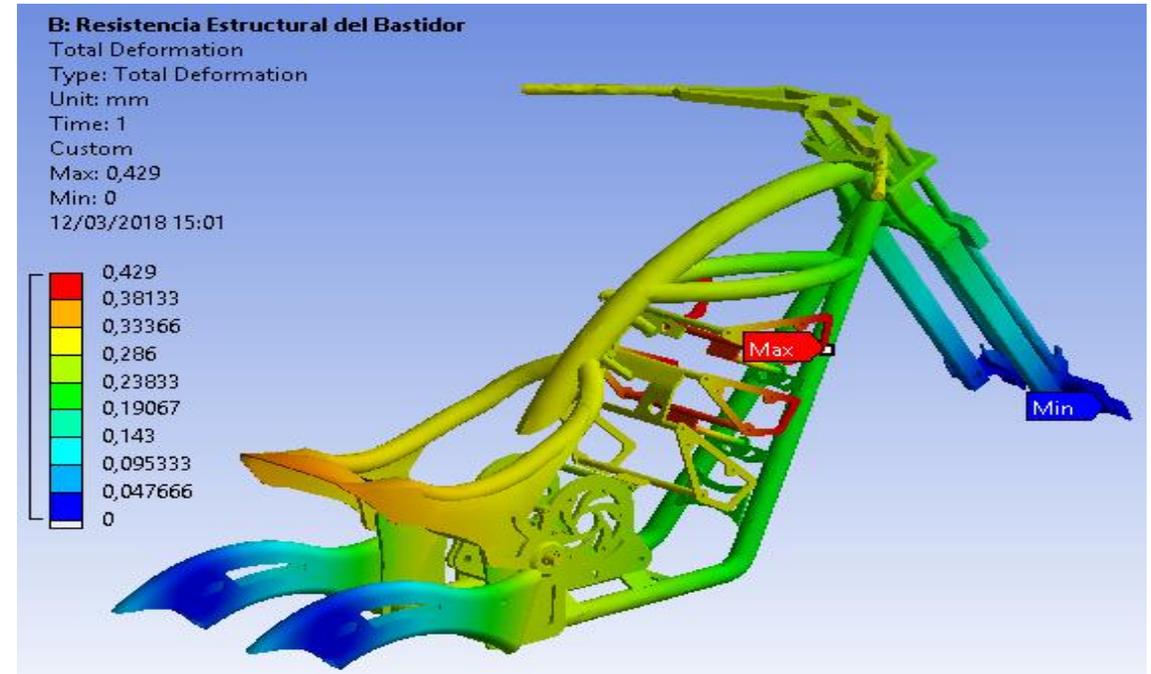
ASIGNACIÓN DE CARGAS Y PUNTOS DE ANCLAJE



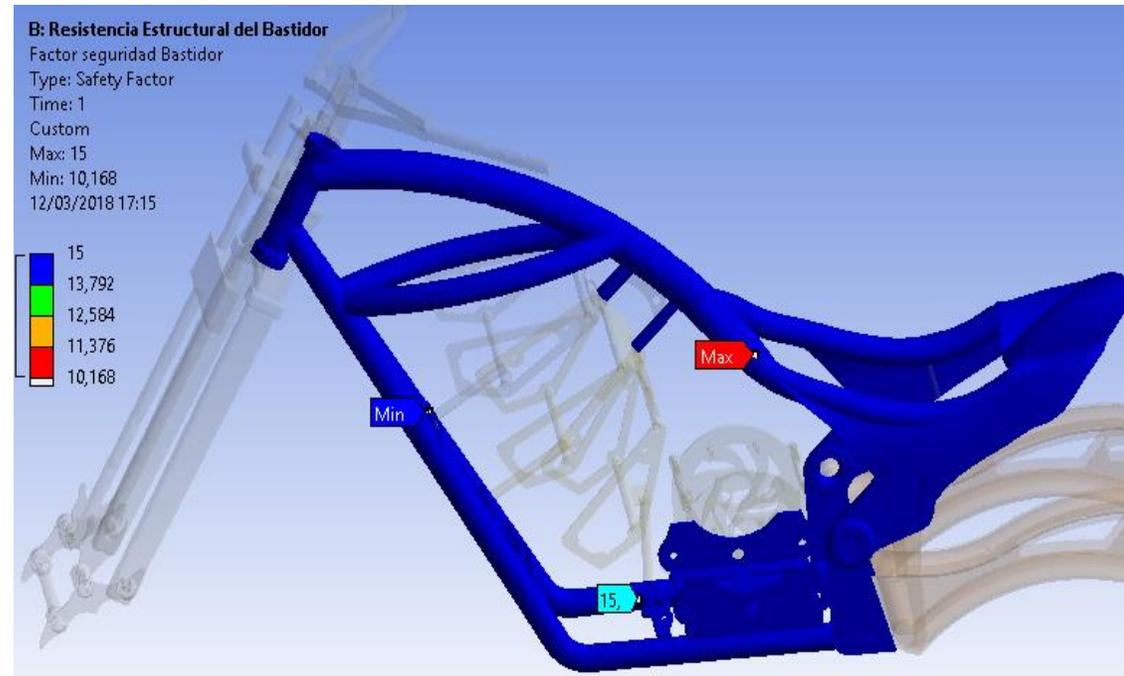
ESFUERZO MÁXIMO



DEFORMACIÓN



FACTOR DE SEGURIDAD

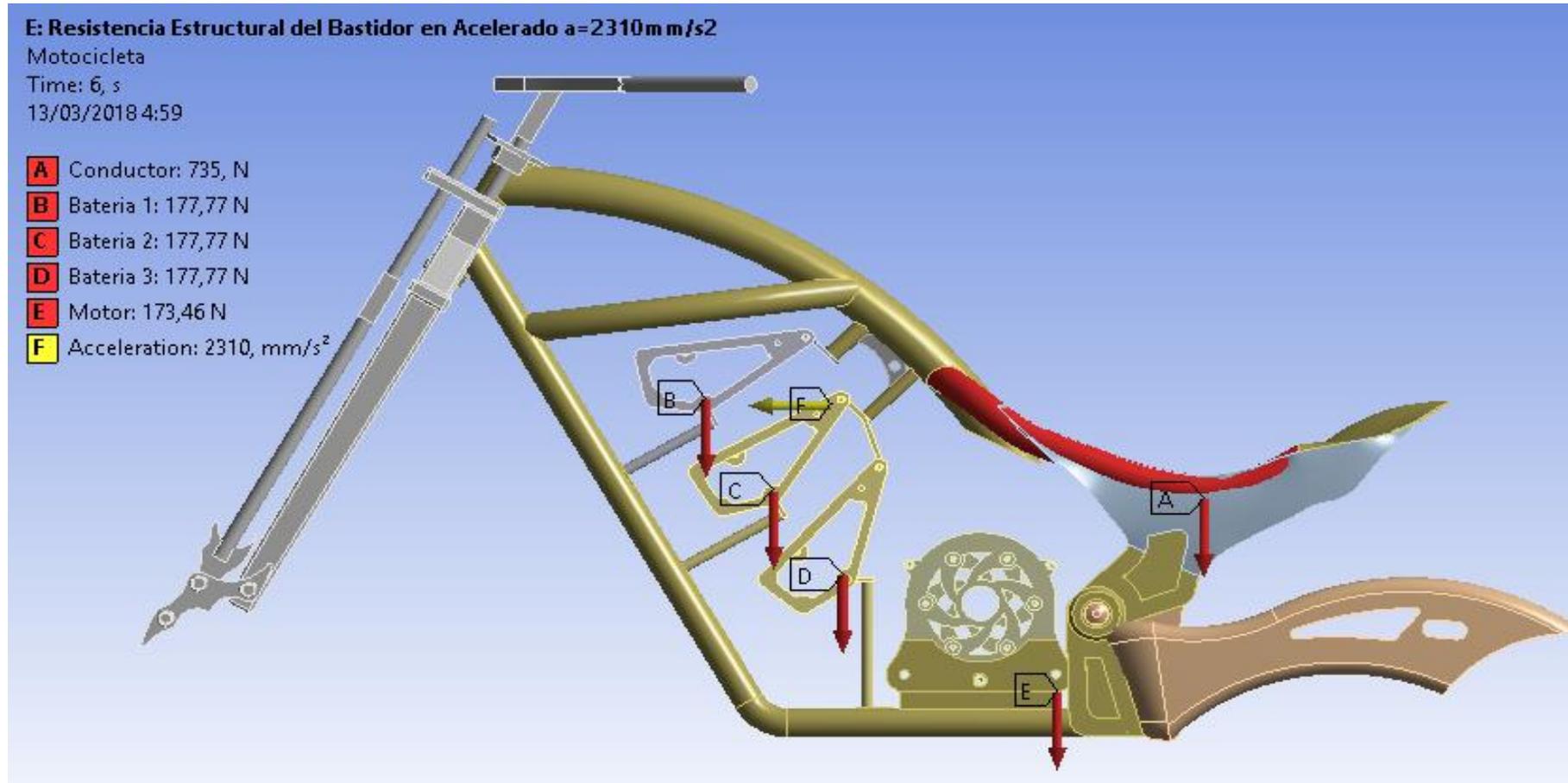


Resumen de resultados

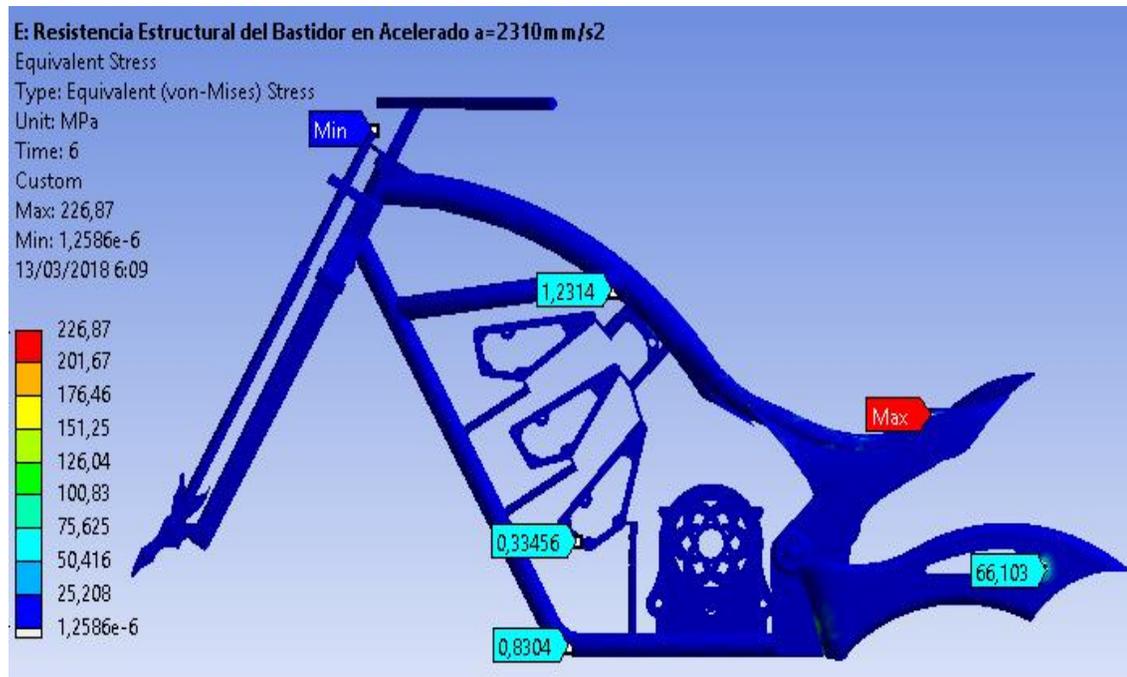
Esfuerzo máximo Von Mises	Max: 125.49 Mpa ; Min:13.94 Mpa
Factor de seguridad	Max: 10 ; Min: 15
Deformación total	Max: 0.4 mm ; Min: 0.04mm

ANÁLISIS DINÁMICO MEDIANTE SOFTWARE CAE - FEM

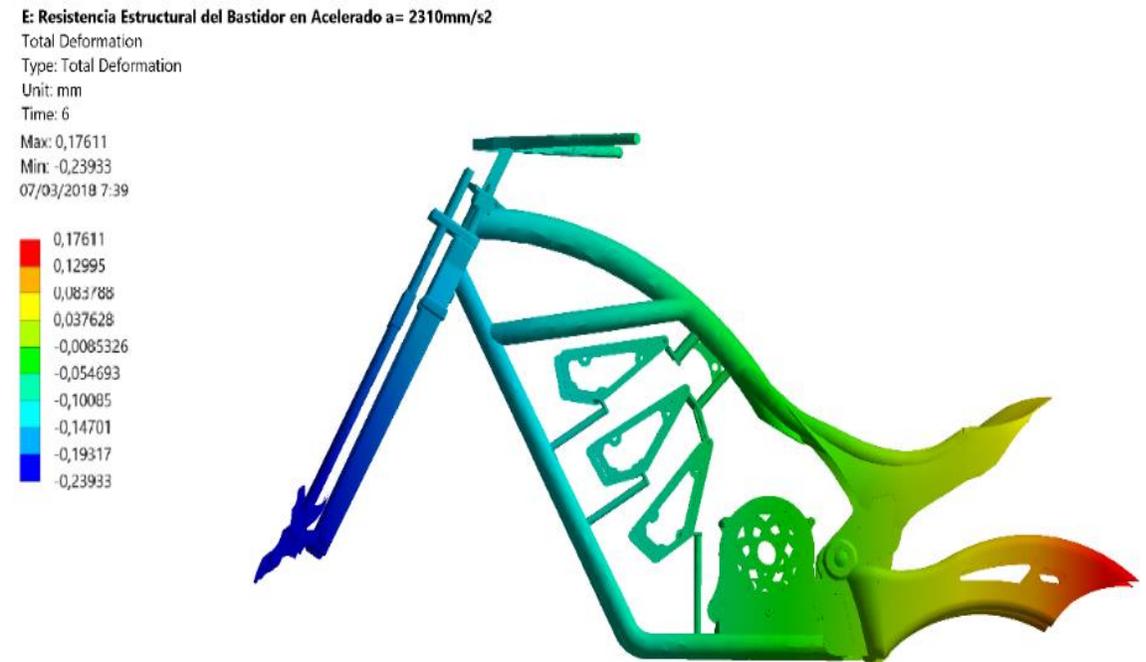
ASIGNACIÓN DE CARGAS EN ACELERACIÓN



ESFUERZO MÁXIMO



DEFORMACIÓN



FACTOR DE SEGURIDAD

E: Resistencia Estructural del Bastidor en Acelerado $a = 2310 \text{ mm/s}^2$

Factor de Seguridad

Type: Safety Factor

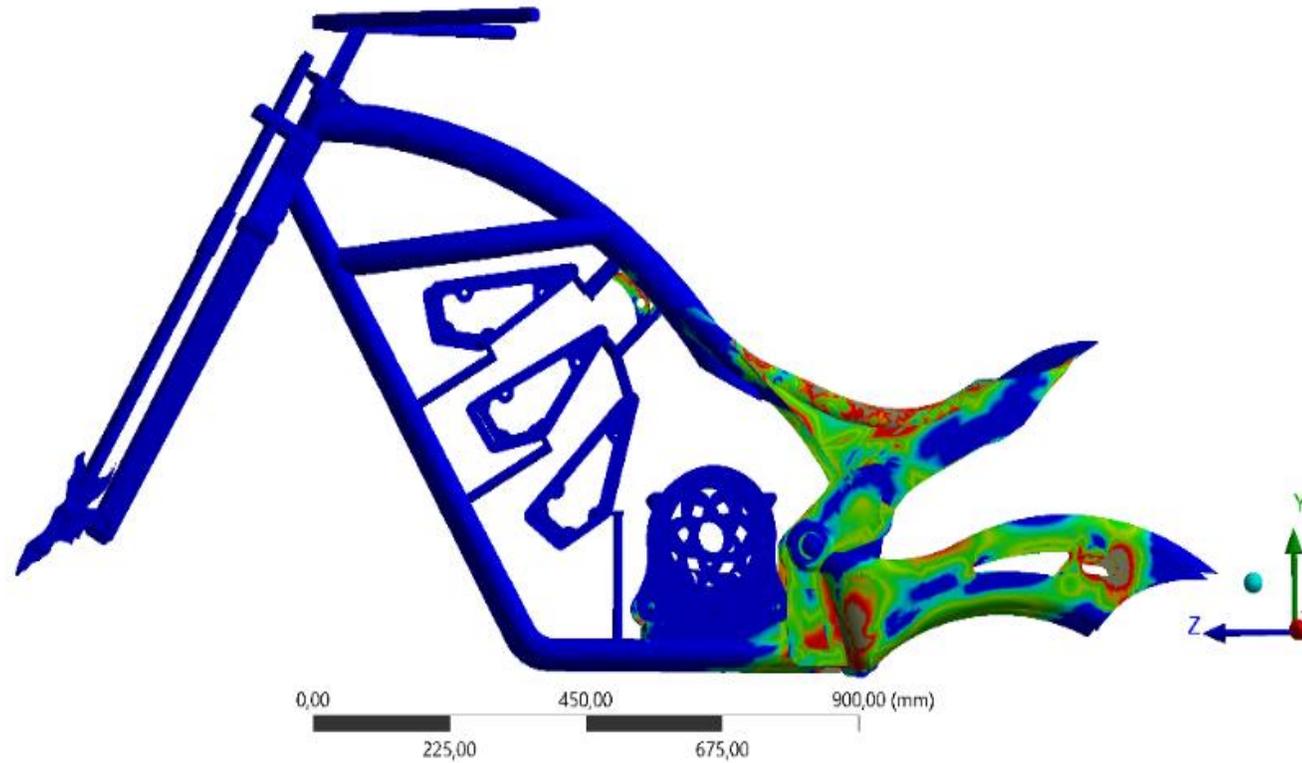
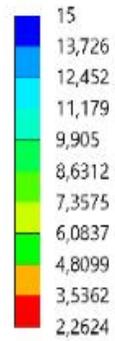
Time: 6

Custom Obsolete

Max: 15

Min: 0,13214

07/03/2018 7:35



ASIGNACIÓN DE CARGAS EN FRENADO

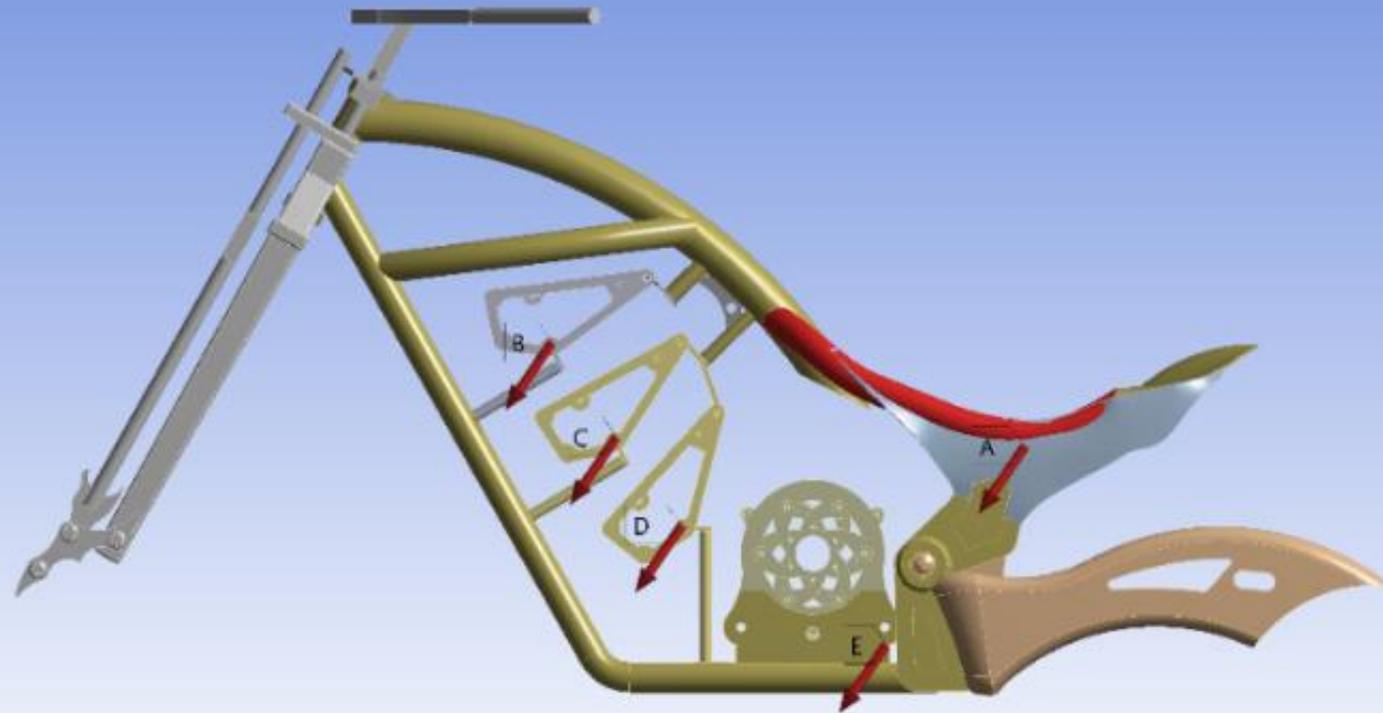
D: Resistencia Estructural del Bastidor en Frenado $a = -6940 \text{ mm/s}^2$

Motocicleta

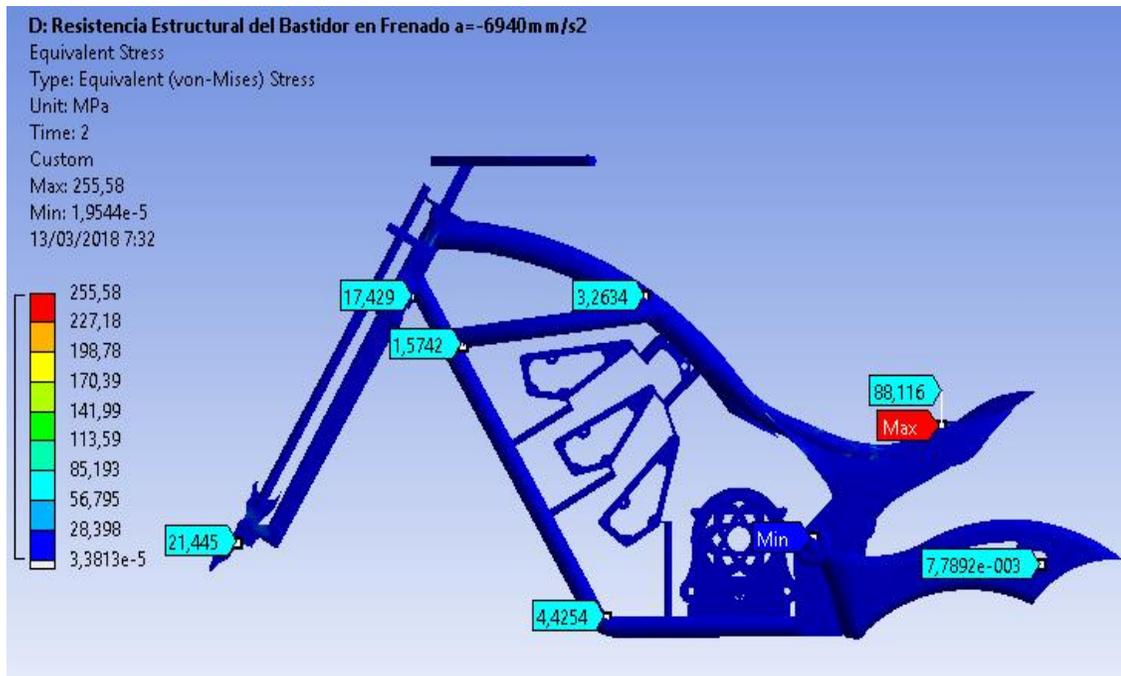
Time: 2, s

07/03/2018 8:15

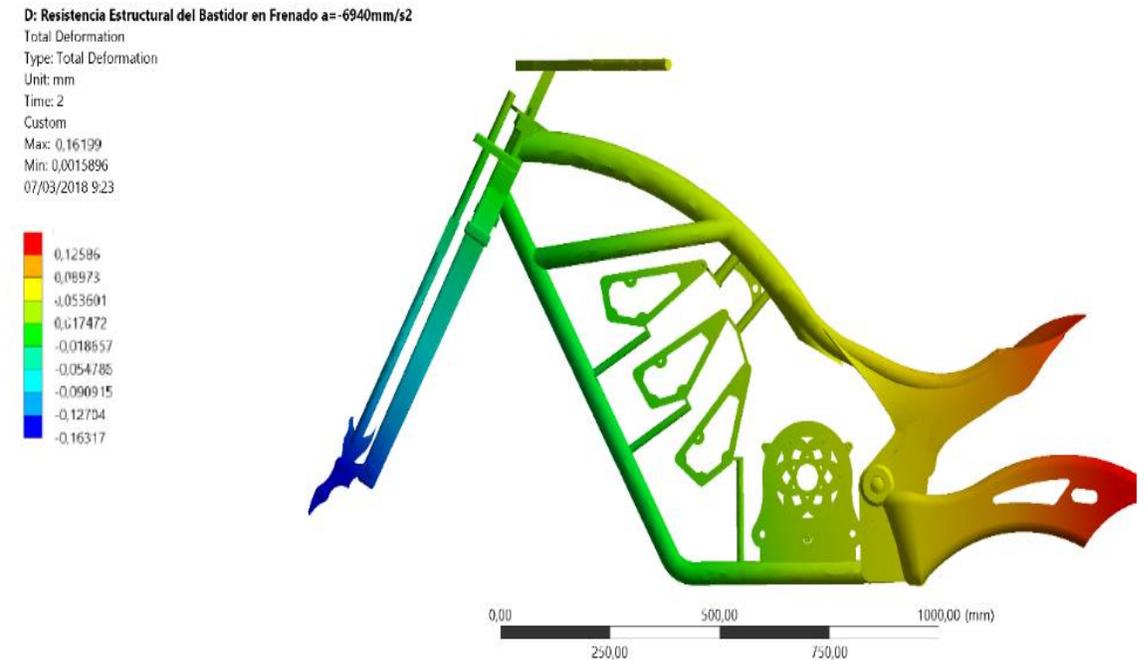
- A** Conductor: 901,25 N
- B** Batería 1: 217,98 N
- C** Batería 2: 217,83 N
- D** Batería 3: 217,83 N
- E** Motor: 212,55 N



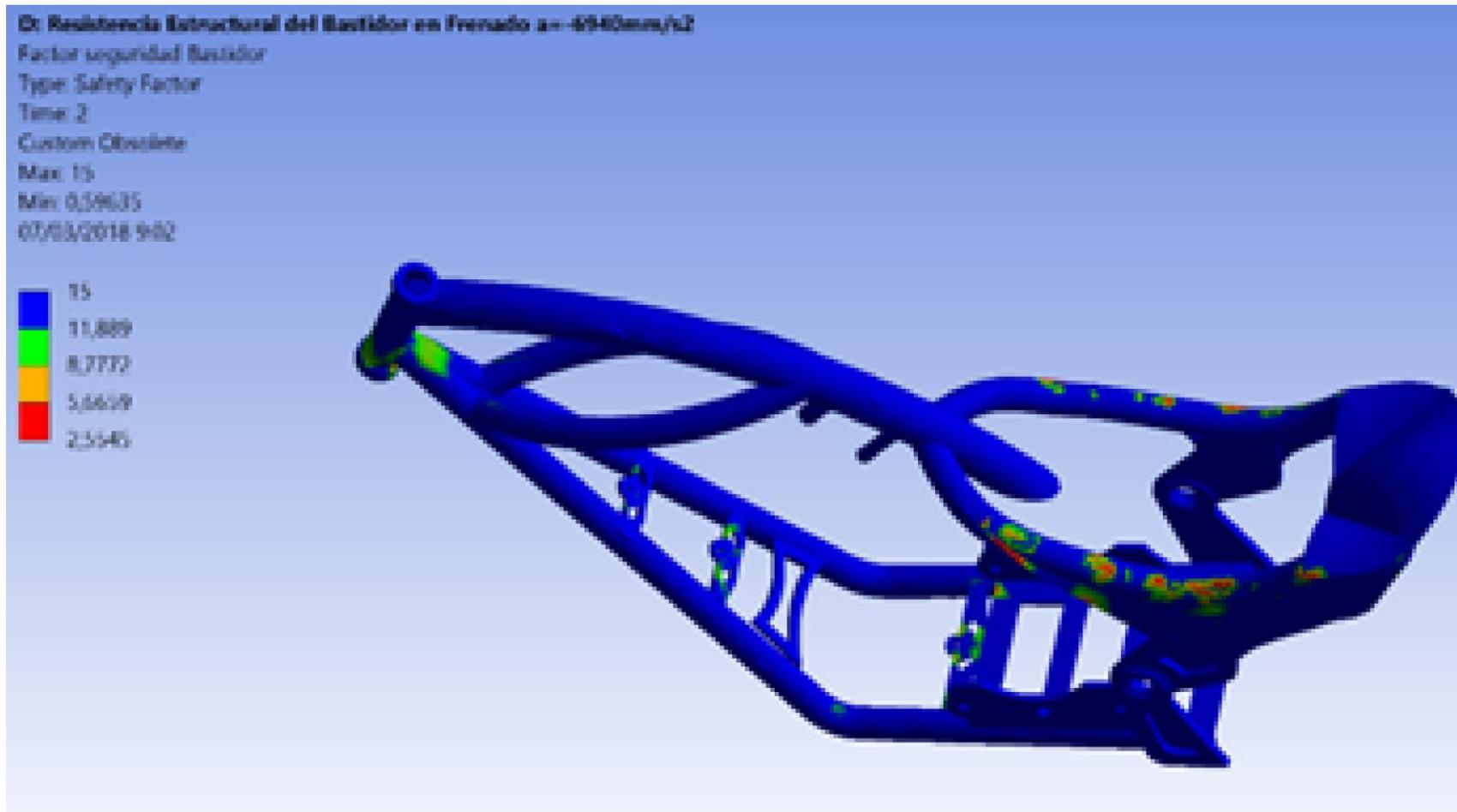
ESFUERZO VON MISES



DEFORMACIÓN



FACTOR DE SEGURIDAD



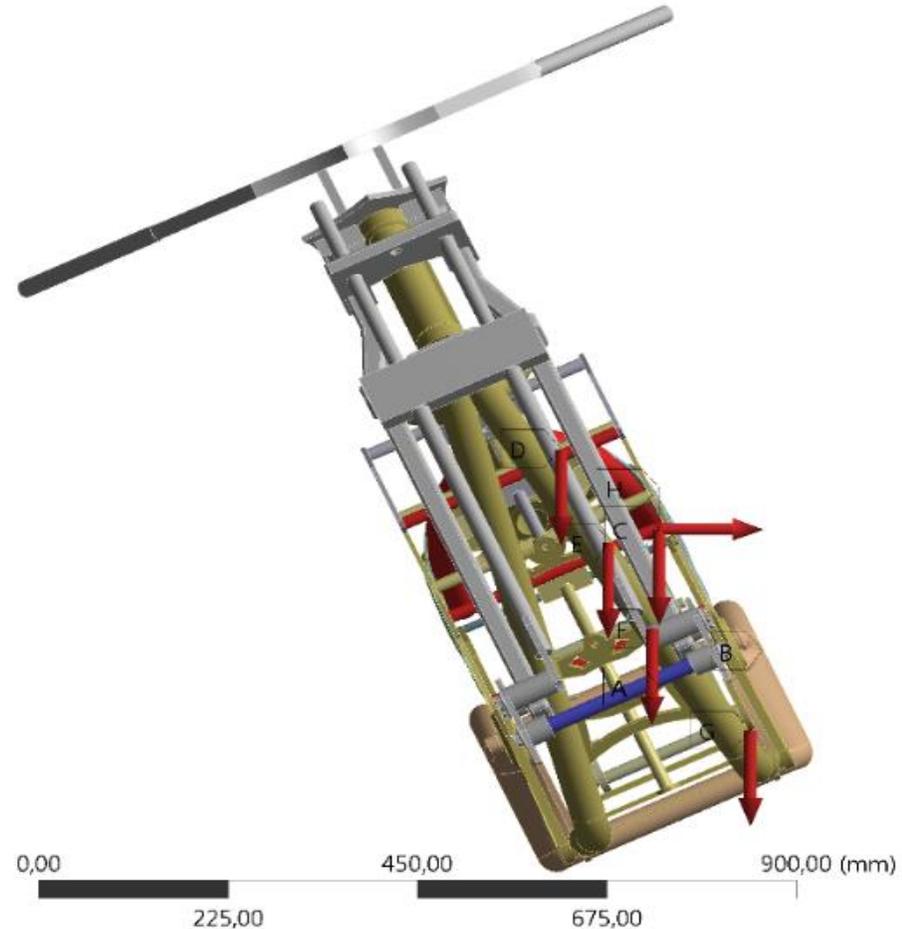
ASIGNACIÓN DE CARGAS EN CURVA

B: Resistencia Estructural del Bastidor

Motocicleta

Time: 1, s

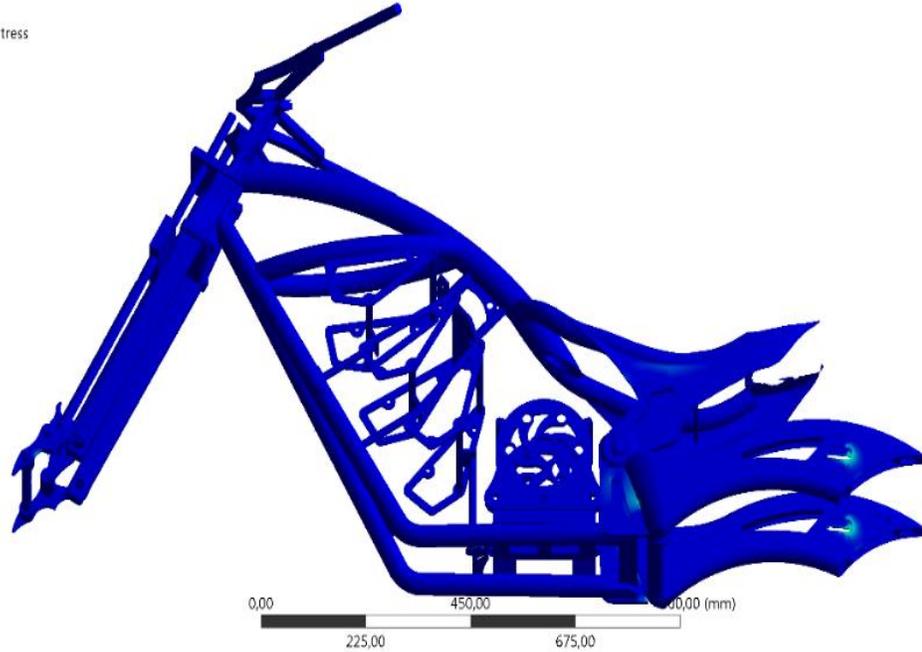
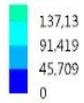
- A** Rueda Delantera
- B** Rueda Posterior
- C** Pasajero: 735, N
- D** Bateria 1: 177,77 N
- E** Bateria 2: 177,77 N
- F** Bateria 3: 177,77 N
- G** Motor: 173,46 N
- H** Fuerza Centripeta: 2204,3 N



ESFUERZO VON MISES

B: Resistencia Estructural del Bastidor

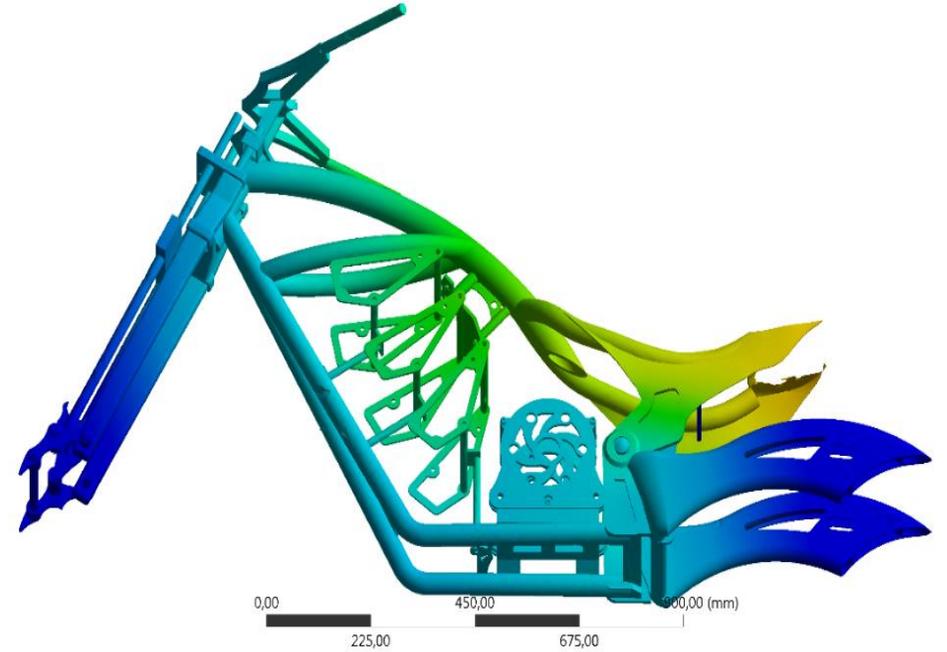
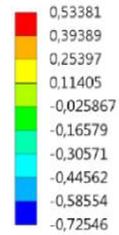
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 1
Custom
Max: 137,13
Min: 0



DEFORMACIÓN

B: Resistencia Estructural del Bastidor

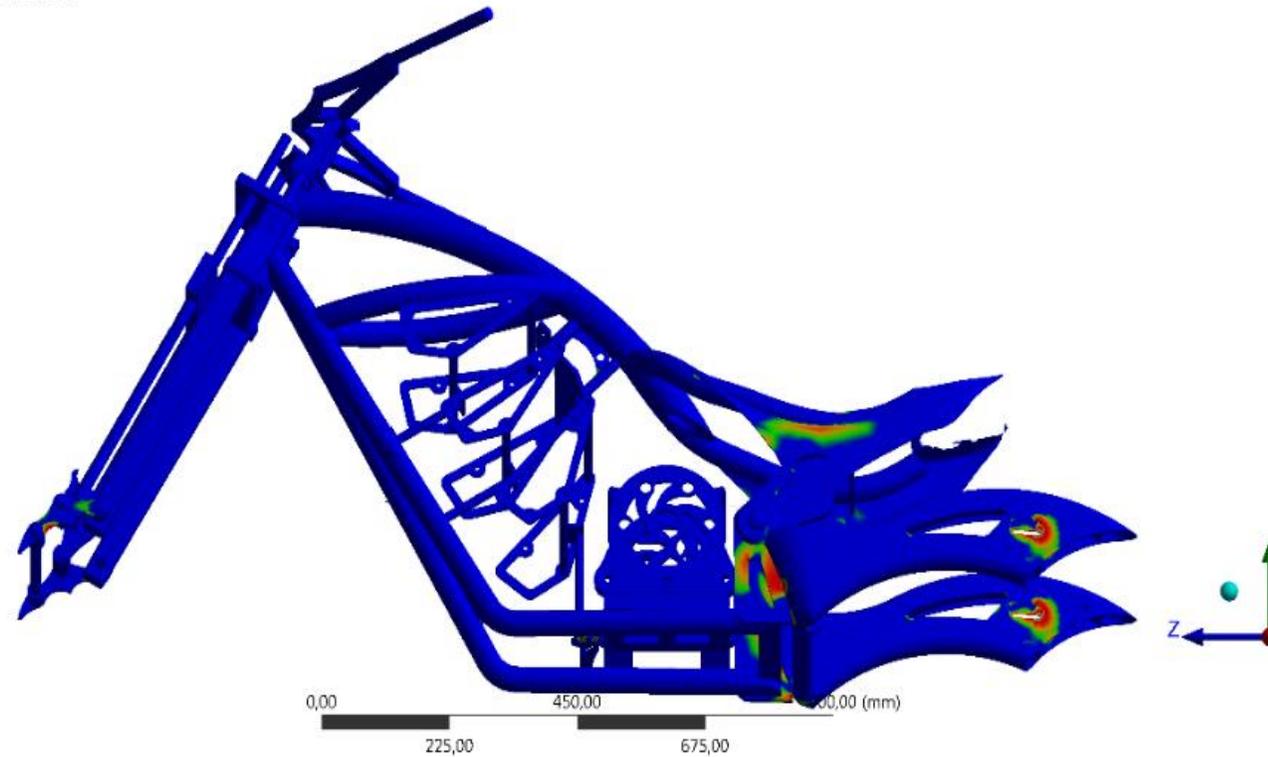
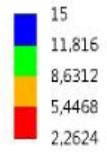
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 1
Custom
Max: 0,53381
Min: -0,72546



FACTOR DE SEGURIDAD

B: Resistencia Estructural del Bastidor

Factor de Seguridad
Type: Safety Factor
Time: 1
Custom Obsolete
Max: 15
Min: 0,6077



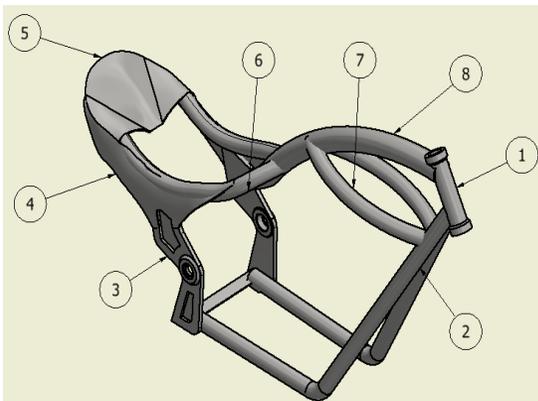
Resumen de análisis dinámico.

Las cargas que soporta la estructura dinámicamente no supera el límite de fluencia de material ($S_y = 290MPa$), en ciertas zonas de la estructura este esfuerzo se ve disminuido por la disposición de su geometría. Todo el conjunto del bastidor soporta las cargas a las que fue sometida en el análisis.

Nº	Prueba	Esfuerzo Máximo Von Mises (MPa)	Factor de seguridad	Deformación total (mm)
1	Aceleración	226.87	2.26	0.17
2	Frenado	255.58	2.55	0.12
3	Toma de una curva	137.13	2.26	0.53



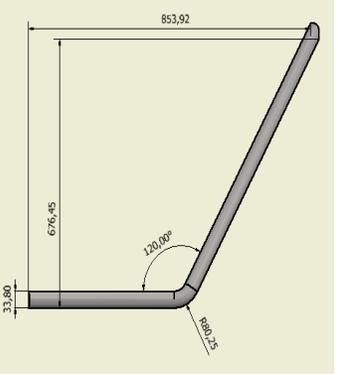
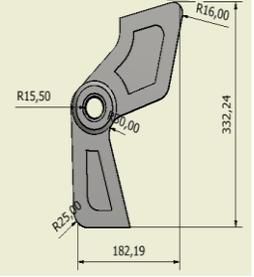
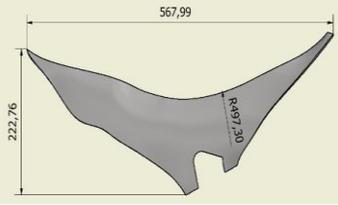
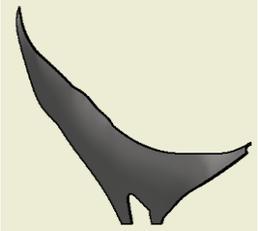
Nº 1		HOJA DE PROCESO		
ELEMENTO: Bastidor		DENOMINACIÓN: Construcción	OBSERVACIONES	
RESPONSABLES	Pasquel Stalin Quirola Marlon	MATERIAL: Eje y tubo ASTM A500 Grado B y acero ASTM A36	Tenemos la partes principales del bastidor, donde se realizó un despiece de sus partes y su proceso de manufactura en diferentes equipo.	
CANTIDAD	1			
TIEMPO ESTIMADO: 80 horas TIEMPO REAL: 67 horas		TRATAMIENTO TÉRMICO:		Ninguno



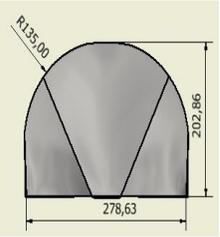
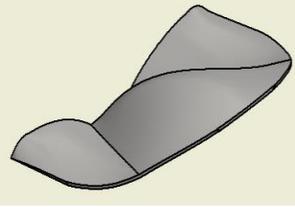
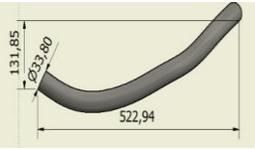
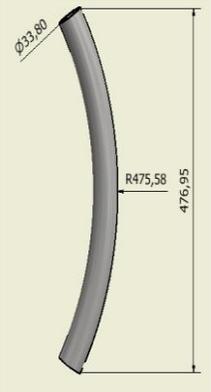
PIEZA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
1	1	Barra telescópica	D:60mm d:30mm L:2m
2	2	Tubo inferior	D:33,8mm e:3mm L:4m
3	2	Placas de sujeción	e:7,5mm
4	2	Placas posteriores	e:4mm
5	1	Tapa posterior	e:4mm
6	2	Tubos posteriores	D:33,8mm e:3mm L:3m
7	2	Tubo transversal	D:33,8mm e:3mm L:2m
8	1	Tubo superior	D:49,5mm e:4mm L:1m

Nº	PIEZA	FASE	OPERACIÓN	CROQUIS	PARÁMETROS DE MECANIZADO	HERRAMIENTAS		TIEMPO (h)
						E.P.M	E.P.P	
1	BARRA TELESCÓPICA	T O R N O	Corte y Refrentado de barra hueca		550 rpm 10cm/min	TOR REF BUR	MA GA GU	3
		T O R N O	Taladrado y refrentado interno		300 rpm 6 cm/min	TOR REF BUR	MA GA GU	2



2	TUBO INFERIOR	CORTEADO	Corte y Doblado de tubo		Corte: 3800 RPM Barolado: 40 RPM	BA TR	MA GA GU	4
		BISELADO	Desbastado		7500 RPM	AM	MA GA GU	3
3	PLACA POSTERIOR	CORTE	CAM - CNC POR PLASMA		15 in/min	CNC PLASMA	MA GA GU	2
4	PLACA DE SUJECIÓN	CORTE	CAM - CNC POR PLASMA		15 in/min	CNC PLASMA	MA GA GU	2
		MOLDEADO	MOLDEADO		Manual	RUEDA INGLESA	MA GA GU	12



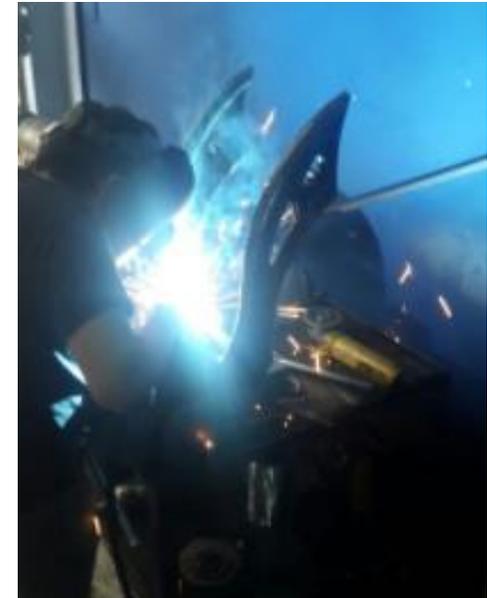
5	TAPA POSTERIOR	CORTE	CAM - CNC POR PLASMA		15 in/min	CNC PLASMA	MA GA GU	2
		MOLDEADO	MOLDEADO		Manual	RI	MA GA GU	12
6	TUBOS POSTERIORES	CORTE	Corte y Doblado de tubería		Corte: 3800 RPM Barolado: 40 RPM	TR BA	MA GA GU	4
		DEBASTADO	Biselado		7500 RPM	AM	MA GA GU	3
7	TUBO TRANSVERSAL	CORTE	Corte y Doblado de tubo		Corte: 3800 RPM Barolado: 40 RPM	TR BA	MA GA GU	4
		DEBASTADO	Desbastado		7500 RPM	AM	MA GA GU	3

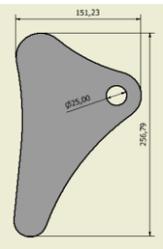
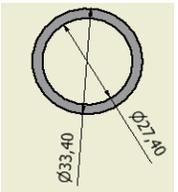
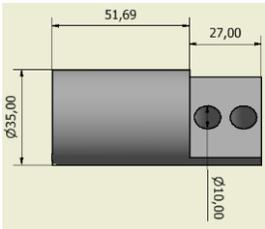


Nº 2		HOJA DE PROCESO	
ELEMENTO: Basculante		DENOMINACIÓN: Construcción	OBSERVACIONES
RESPONSABLES	Pasquel Stalin, Quirola Marlon	MATERIAL: Tubo ASTM A500 Grado B y eje y plancha de acero ASTM A36	Tenemos la partes principales basculante, donde se realizó un despiece de sus partes y su proceso de manufactura en diferentes equipo.
CANTIDAD	1		
TIEMPO ESTIMADO: 30 horas		TRATAMIENTO TÉRMICO:	Ninguno
TIEMPO REAL: 18 horas			



PIEZA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
1	2	Placa base	e:10mm
2	1	Tubo pibote	D:33,8mm e:3mm L:300m
3	2	Sujeción Softail	D:33,8mm e:3mm L:1m
4	2	Placas Laterales	e:4mm
5	2	Tubos basculate	D:33,8mm e:3mm L:0,2m



Nº	PIEZA	FASE	OPERACIÓN	CROQUIS	PARÁMETROS DE MECANIZADO	HERRAMIENTAS		TIEMPO (h)
						E.P.M	E.P.P	
1	PLACA BASE	CORTE	CAM - CNC POR PLASMA		15 pul/min	CNC PLAMA	MAGAGU	2
2	TUBO PIBOTE	CORTE	Corte y Doblado de tubo		Corte: 3800 RPM Barolado: 40 RPM	TORREFBUR	MAGAGU	2
3	SUJECIÓN SOFTAIL	TORNADO	Corte y Refrentado barra masiza		550 rpm 10cm/s	TORREFBUR	MAGAGU	2
		FRESADO	Refrentado y Taladrado		300 rpm 6 cm/s	FRREFBUR	MAGAGU	3
4	PLANCHAS LATERALES	CORTE	CAM - CNC POR PLASMA		15 pul/min	CNC PLASMA	MAGAGU	2



ENSAMBLE DE SUS PARTES Y SISTEMAS MECÁNICOS

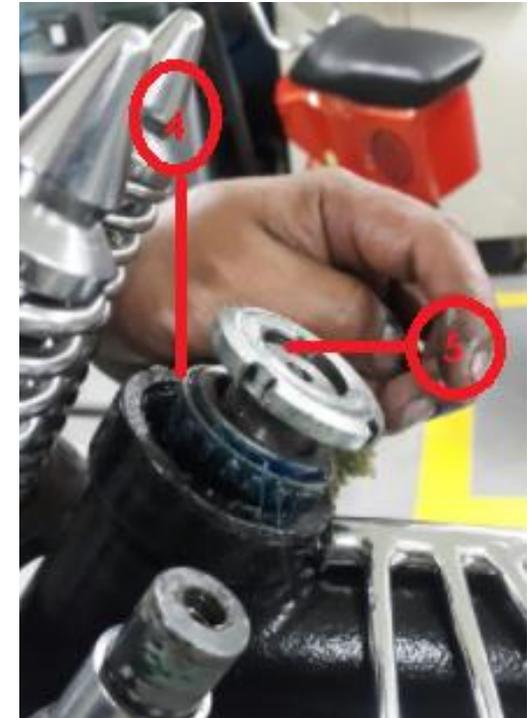


Montaje de eje delantero

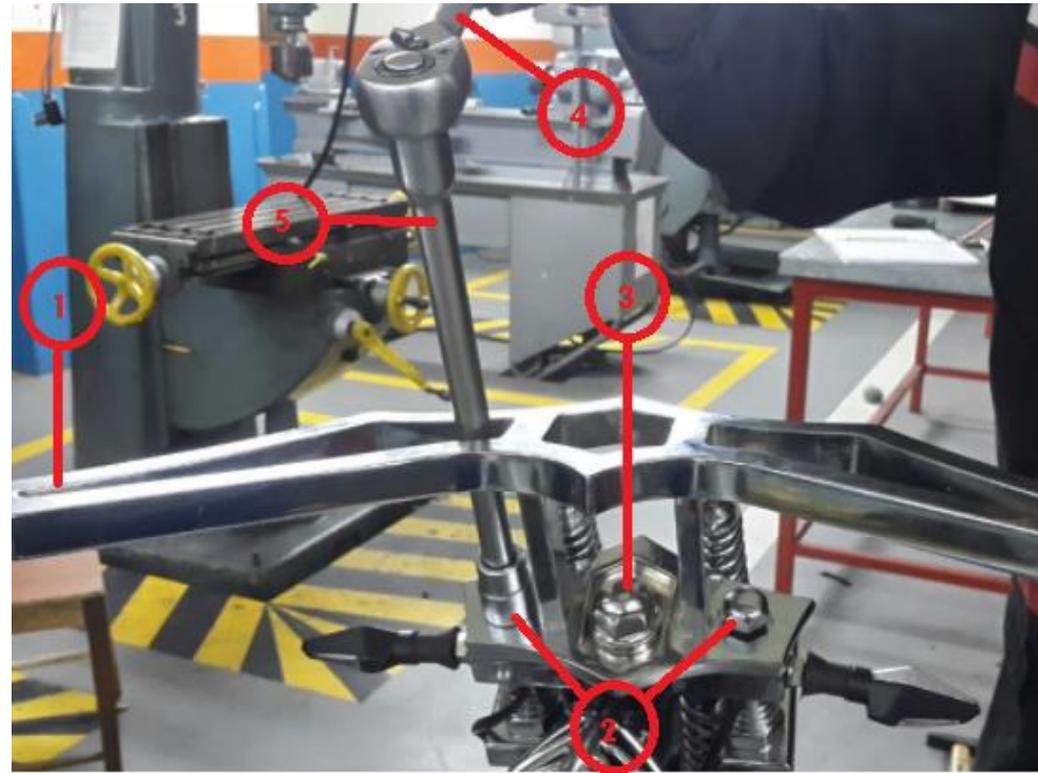


Sistema de freno delantero

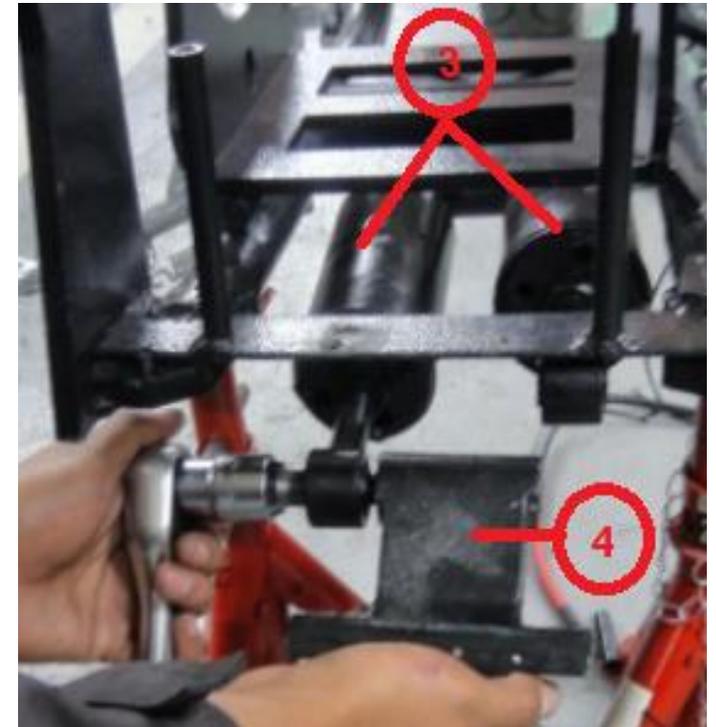
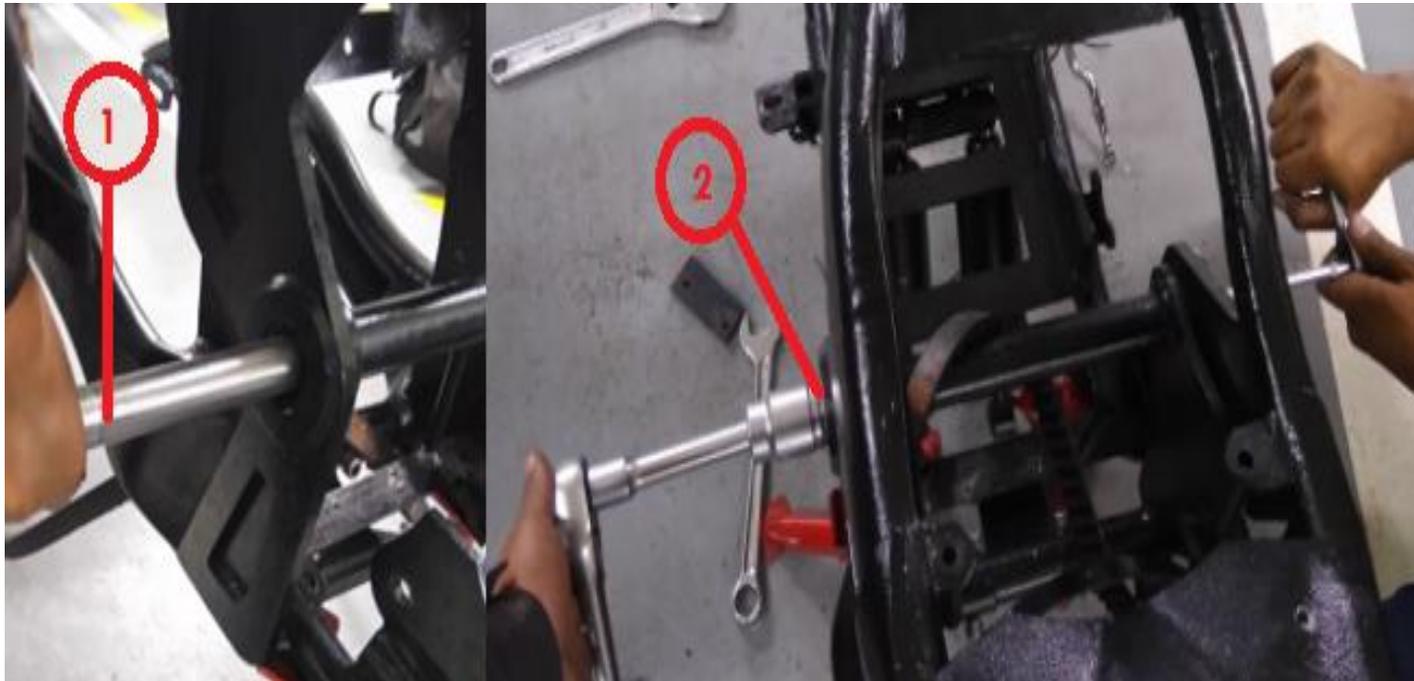
Ensamble de Sistema de dirección



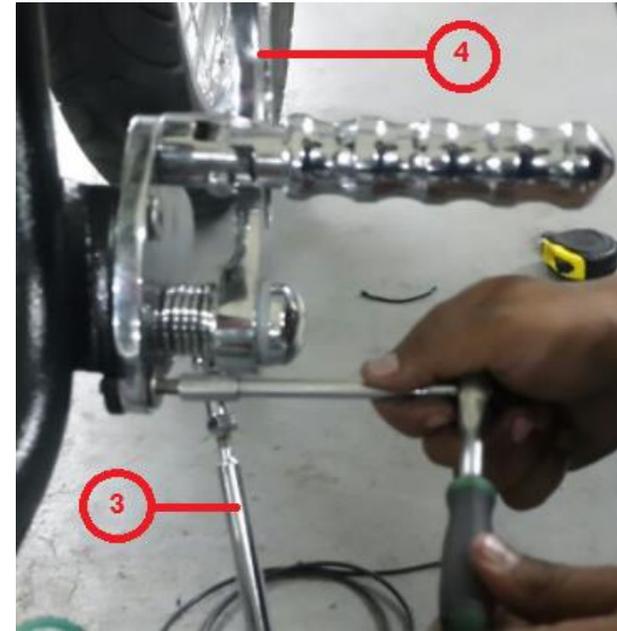
Ubicación del manubrio



Ensamble del eje basculante y suspensión Softail



Ensamble del sistema de freno posterior

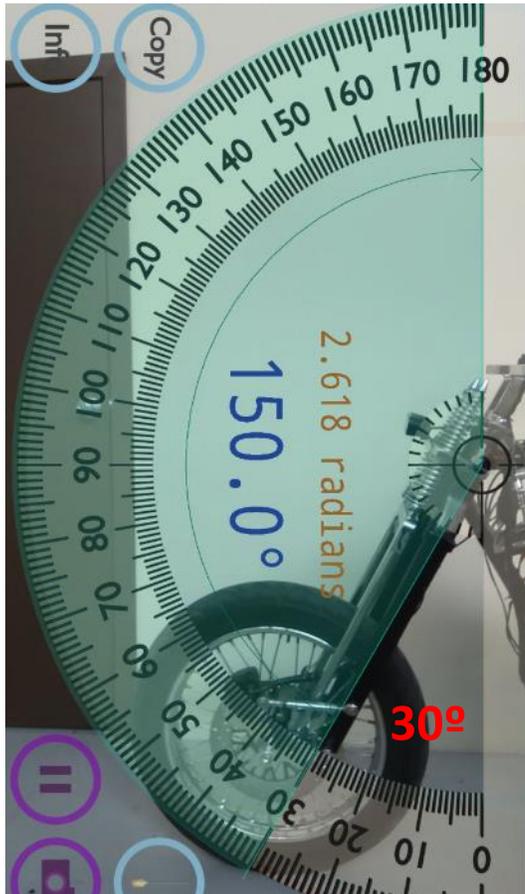


Motocicleta ensamblada



PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Angulo de lanzamiento



Distancia entre ejes



Distancia entre ejes 1,723 m

SISTEMA DE SUSPENSIÓN

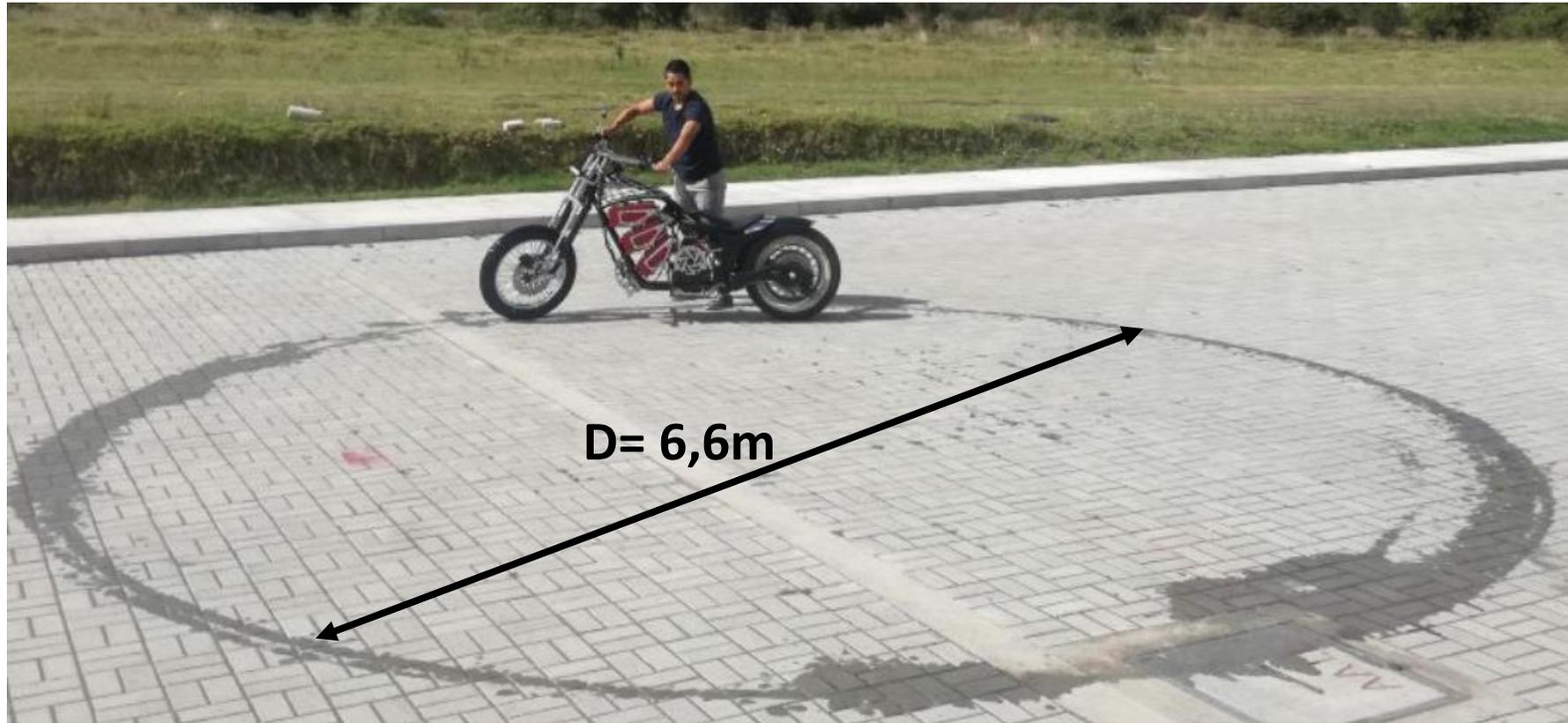


Motocicleta sin piloto alcanza una distancia de 19 cm con respecto al suelo

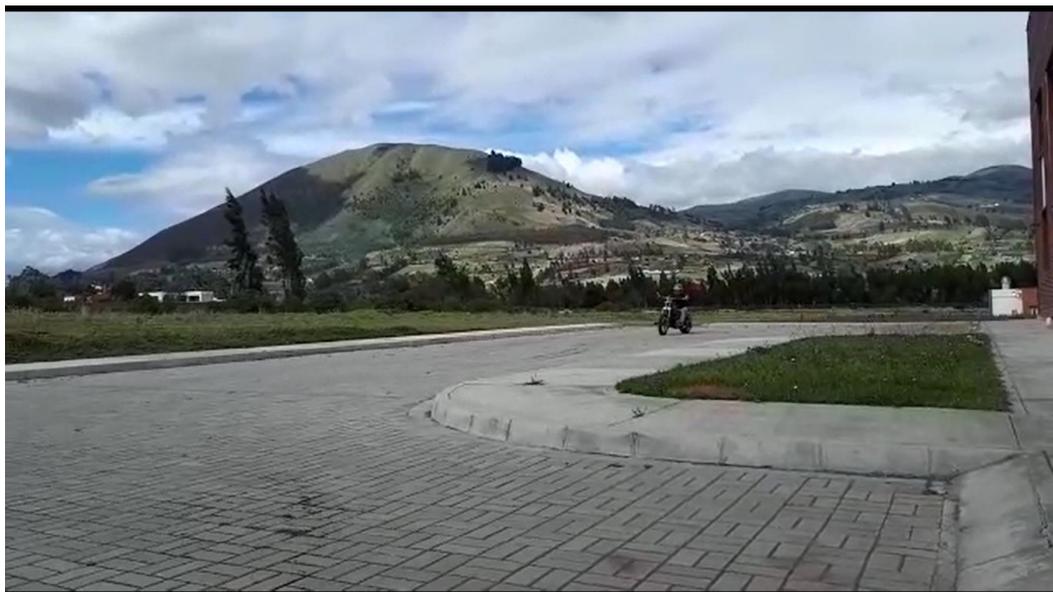


Motocicleta con piloto alcanza una distancia de 18,5 cm con respecto al suelo

Máximo radio de giro



Prueba de frenado



En una distancia de 36 m se alcanzo un velocidad de 20km/h



Punto de aplicación del frenado



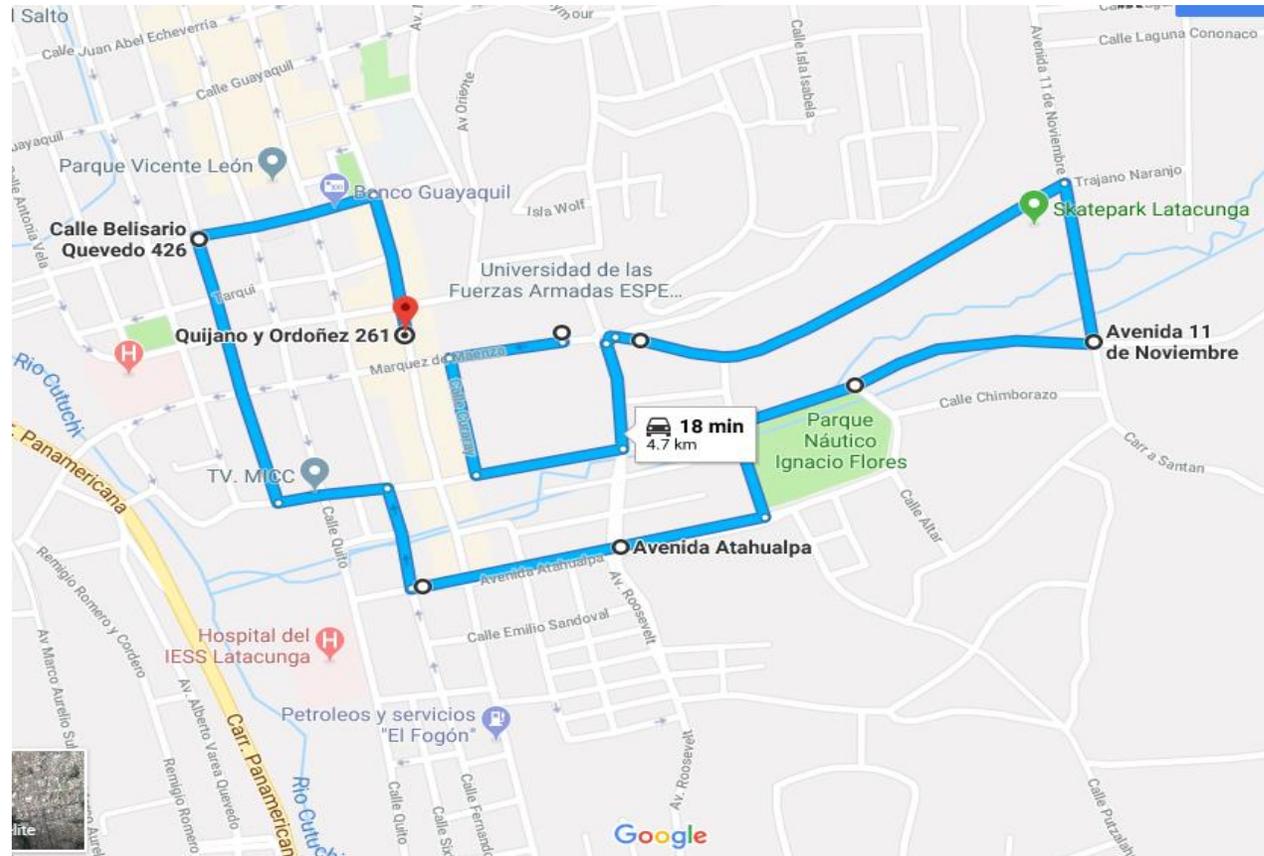
La motocicleta se detuvo a una distancia de 7,5m

Prueba de frenado



Pruebas de campo

- Se realizó una prueba de ruta dentro de la ciudad de Latacunga



UBICACIÓN	SEÑALÉTICA	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)	TIPO DE VÍA	COMPORTAMIENTO
Marque de Maenza y Av. Roosevelt – Calle Curaray 	  	190	20	1	AS	El hundimiento en arranque fue disminuido por el sistema de suspensión y el sistema de frenos tuvo una buena respuesta antes de llegar a la intersección para luego girar.

UBICACIÓN	SEÑALÉTICA	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)	TIPO DE VÍA	COMPORTAMIENTO
Calle General Maldonado – Av. Quijano Ordoñez 	  	200	20	17	PI	En la calle de piedra Quijano Ordoñez se verifica como acciona la amortiguación de la motocicleta, se siente saltos en la moto pero absorbiendo la mayor cantidad de irregularidades de la vía.

UBICACIÓN	SEÑALÉTICA	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (min)	TIPO DE VÍA	COMPORTAMIENTO
Calle Orellana – Av. Rumiñahui 	  	3500	25	11	AD	En esta avenida se pudo interactuar con el tránsito donde se pudo probar el correcto funcionamiento del sistema de dirección para evadir los obstáculos de la mala calzada y realizar un adelantamiento sin problemas. Se frenó en la intersección por el semáforo para luego tomar la avenida de adoquín.

Prueba de giro



Para un radio de curvatura en la rotonda 1 de 12,5 m se alcanzó una velocidad de 20 km/k

Prueba de giro



Análisis financiero general

Descripción	Costo unitario
Elementos del sistema de frenos	261,00
Elementos del sistema de dirección	845,00
Elementos del sistema de suspensión	1348,00
Elementos del bastidor	439,00
Materiales y herramientas	87,00
Pintura y acabado	485,00
Gastos varios	2100,00
Total	5562,00



CONCLUSIONES

- Para el análisis de la estructura se determinó una aceleración transversal ($a = 2.31 \frac{m}{s^2}$) en un tiempo de 6 segundos traslado las masas flotantes la parte posterior de la motocicleta, mismo que llevo la estructura a sufrir una deformación máxima de 0.17 mm, esta deformación fue más visible en el asiento del conductor y el eje de anclaje del basculante. En estos puntos los esfuerzos de Von Mises aumentaron desde los 13.94 MPa en la parte estática a 226.87 MPa del análisis dinámico realizado.
- En el caso del frenado la desaceleración es más brusca se realiza en un periodo de 2 segundos, en este caso se observa que los desplazamientos de los cuerpos se efectúan a la parte delantera de la motocicleta, cabe resaltar que por la geometría de la motocicleta el esfuerzo máximo de Von Mises es de 255.58 MPa sigue siendo considerable en la parte posterior del asiento para piloto, pero también es afectada el eje telescópico de sujeción de la horquilla donde se observó un esfuerzo de 17.42 Mpa.

- Tanto para el análisis en el caso del freno como para la aceleración los factores de seguridad se mantienen el rango permitido para el diseño de estructura, siendo estos de 2.5 en el frenado y de 2.26 en la aceleración, los esfuerzos que se produjeron nunca superaron el límite de fluencia del material (ASTM A-500 GRADO B $SY = 290\text{Mpa}$ perfil tubular y para las placas de sujeción ASTM A-36 $SY = 250\text{MPa}$) llevando a que la estructura no tenga variaciones en su geometría.
- La fuerza centrípeta de 2204.3 N que fue calculada produjo mayor esfuerzo en la parte posterior siendo este de 137.7 MPa, mismo que llevo a la estructura a una deformación elástica en las placas soldadas del asiento, el valor de este desplazamiento elástico es de 0.53mm con un factor de seguridad de 2.26 para estas zonas y de 15 para la parte tubular.

RECOMENDACIONES

- Para la construcción de una motocicleta se debe utilizar la mesa de trazado para evitar que la geometría de la estructura no tenga alguna desigualdad o divergencia al momento de ensamblar y realizar algún doblado del mismo, es decir tenga un diseño paralelo.
- Utilizar de software CAD, CAM, CAE para realizar el análisis y diseño de la estructura con el fin de utilizar recursos tecnológicos que ayuden a resolver procesos de dimensionamiento, manufactura y análisis matemáticos