



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Proyecto para Restauración y Homologación de un Ciclomotor Berbi Start DS50

MEMORIA PRESENTADA POR:

Andrés Valles Sáez

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA

Convocatoria de defensa: [Noviembre 2020]

ÍNDICE

RESUMEN	- 3 -
SUMMARY	- 4 -
RESUM	- 5 -
LISTADO DE FIGURAS.	- 6 -
LISTADO DE TABLAS.	- 10 -
1. OBJETO Y OBJETIVOS.	- 11 -
1.1. Ámbito y Justificación.	11 -
1.2. Objetivo.	11 -
2. ANTECEDENTES.	- 12 -
2.1. Introducción.	12 -
2.2. Partes del Chasis.	13 -
2.3. Geometría del Chasis.....	14 -
2.4. Evolución Histórica.....	17 -
2.5. Tipos de Chasis.....	20 -
2.5.1. Chasis Tubulares.	20 -
2.5.2. Chasis de Viga.	24 -
2.5.3. Chasis Monocasco.	25 -
2.5.4. Chasis con el motor como elemento estructural.	26 -
3. SISTEMA ESTRUCTURAL. DESARROLLO Y RESULTADOS.	- 27 -
3.1. Introducción.	27 -
3.2. Rediseño.....	29 -
3.3. Elección de Material.....	33 -
3.3.1. Propiedades de los Materiales.	33 -
3.3.2. Análisis y Valoración de Propiedades.....	35 -
3.3.3. Selección final.....	36 -
3.3.4. Aleación de Aluminio.	36 -
3.4. Hipótesis de casos.	43 -
3.4.1. Aceleración Máxima 0-45 Km/h.	43 -
3.4.2. Frenada Máxima 45-0 Km/h.....	49 -
3.5. Simulación del modelo.	56 -
3.5.1. Mallado.....	57 -
3.5.2. Análisis aceleración máxima.	60 -
3.5.3. Análisis frenada máxima.	66 -
3.6. Conclusiones Simulación.	70 -
4. MÉTODO DE FABRICACIÓN.	- 72 -
5. INSTALACIÓN DE INTERMITENTES.	- 74 -
6. ESTUDIO ECONÓMICO.	- 76 -

7. CONCLUSIONES.- 77 -

BIBLIOGRAFÍA.....- 78 -

RESUMEN

Proyecto para restauración y homologación de un ciclomotor Derbi Start DS50.

El presente proyecto aborda el proceso de restauración de un ciclomotor Derbi Start DS50 en dos partes. La primera de ellas se centra en un análisis estructural del rediseño del chasis, tratando siempre de mantener la esencia de un ciclomotor clásico, con el fin de mejorar el diseño original para extender la vida útil del mismo. Esto incluye un estudio para la introducción de nuevos materiales que puedan mejorar el comportamiento y la durabilidad del vehículo.

La segunda parte del trabajo se centra en la incorporación de nuevos sistemas para mejorar la seguridad del ciclomotor, en base a lo establecido por el Reglamento General de Vehículos. Esto contempla la incorporación de elementos como intermitentes o espejos retrovisores.

Palabras clave: restauración; chasis; ciclomotor; homologación; seguridad.

SUMMARY

Project for the restoration and homologation of a Derbi Start DS50 moped.

This project deals with the restoration process of a Derbi Start DS50 moped in two parts. The first of them focuses on a structural analysis of the redesign of the chassis, always trying to maintain the essence of a classic moped, in order to improve the original design to extend its useful life. This includes a study for the introduction of new materials that can improve the performance and durability of the vehicle.

The second part of the work focuses on the incorporation of new systems to improve moped safety, based on the provisions of the General Vehicle Regulations. This contemplates the incorporation of elements such as turn signals or rear-view mirrors.

Keywords: restoration; chassis; moped; homologation; security.

RESUM

Projecte per a restauració i homologació d'un ciclomotor Derbi Start DS50.

El present projecte aborda el procés de restauració d'un ciclomotor Derbi Start DS50 en dos parts. La primera d'elles se centra en una anàlisi estructural del redisseny del xassís, tractant sempre de mantindre l'essència d'un ciclomotor clàssic, a fi de millorar el disseny original per a estendre la vida útil del mateix. Açò inclou un estudi per a la introducció de nous materials que puguen millorar el comportament i la durabilitat del vehicle.

La segona part del treball se centra en la incorporació de nous sistemes per a millorar la seguretat del ciclomotor, basant-se en allò que s'ha establert pel Reglament General de Vehicles. Açò contempla la incorporació elements com a intermitents o espills retrovisors.

Paraules clau: restauració; xassís; ciclomotor; homologació; seguretat.

LISTADO DE FIGURAS.

Figura 1. Distribución del Chasis.....	13
Figura 2. Representación de la Distancia entre ejes.....	14
Figura 3. Ángulo Rueda Trasera.....	15
Figura 4. Ángulo Rueda Delantera.....	15
Figura 5. Representación del Avance.....	16
Figura 6. Autocentrado de la Rueda.....	16
Figura 7. Ciclomotor Daimler, 1885.	18
Figura 8. Motocicleta Four; 1904.	18
Figura 9. Antonio Cobas y Eduardo Giró comparten impresiones.....	19
Figura 10. Chasis simple cuna cerrado.	20
Figura 11. Chasis simple cuna abierto.	21
Figura 12. Chasis simple cuna desdoblado.	21
Figura 13. Chasis doble cuna.	22
Figura 14. Chasis multitubular.	23
Figura 15. Chasis multitubular compuesto.	23
Figura 16. Chasis monoviga.	24
Figura 17. Chasis doble viga.	25
Figura 18. Chasis Monocasco (Eduardo Giró).	25
Figura 19. Chasis Ducati Desmosedici MotoGP.	26
Figura 20. Chasis y Basculante Derbi Start DS50.	28
Figura 21. Parte inferior del chasis.	28
Figura 22. Vista lateral derecho chasis.	29

Figura 23. Vista lateral izquierdo chasis.	30
Figura 24. Alzado chasis.	30
Figura 25. Vista posterior chasis.	31
Figura 26. Planta chasis.	31
Figura 27. Vista inferior chasis.	32
Figura 28. Gráfico comparativo de Limite Elástico frente a Módulo Young.....	34
Figura 29. Gráfico comparativo de la Tenacidad a fractura frente al Módulo cortante.	34
Figura 30. Gráfica de carga a rotura de las diferentes aleaciones de aluminio.....	30
Figura 31. Gráfica de límite elástico de las diferentes aleaciones de aluminio.....	39
Figura 32. Gráfica de alargamiento de las diferentes aleaciones de aluminio.....	40
Figura 33. Gráfica de dureza Brinell de las diferentes aleaciones de aluminio.....	40
Figura 34. Fuerzas tren trasero.	44
Figura 35. Resumen fuerzas Caso 1, Aceleración Máxima.....	46
Figura 36. Fuerza provocada por el piloto.....	47
Figura 37. Fuerzas en la pipa de dirección.	47
Figura 38. Fuerzas en los anclajes del motor.	48
Figura 39. Zum anclajes del motor.	48
Figura 40. Fuerzas en las sujeciones de la amortiguación trasera.....	49
Figura 41. Fuerzas tren delantero.	51
Figura 42. Geometría y Momentos tren delantero.....	52
Figura 43. Fuerzas en el motor y el manillar.....	53
Figura 44. Resumen fuerzas Caso 2, Frenada Máxima.....	54
Figura 45. Fuerza Resultante entrando por la pipa de dirección.	54

Figura 46. Fuerza provocada por el piloto debido a la frenada.....	55
Figura 47. Fuerzas en los anclajes del motor.	55
Figura 48. Elementos y Nodos.	56
Figura 49. Propiedades Malla.	57
Figura 50. Vista lateral de la malla.	58
Figura 51. Vista Isométrica de la malla.	58
Figura 52. Detalles del control de malla en la pipa de dirección.....	59
Figura 53. Detalles del control de malla en el anclaje de la amortiguación.....	59
Figura 54. Vista isométrica de las tensiones durante la aceleración.....	60
Figura 55. Localización de la tensión máxima.	61
Figura 56. Ampliación de la zona conflictiva.....	61
Figura 57. Tensión en los anclajes del motor.	62
Figura 58. Vista isométrica de los desplazamientos producidos en el chasis durante la aceleración.....	63
Figura 59. Comparación de la forma inicial y final del modelo tras sufrir una aceleración máxima.....	64
Figura 60. Explicación deformación unitaria.	65
Figura 61. Deformaciones unitarias en el chasis.	65
Figura 62. Ampliación de la zona de conflicto.	66
Figura 63. Vista isométrica de las tensiones durante la frenada.....	66
Figura 64. Ampliación de la zona conflictiva.	67
Figura 65. Vista isométrica de los desplazamientos producidos en el chasis durante la frenada.	68

Figura 66. Comparación de la forma inicial y final del modelo tras sufrir una aceleración máxima.....	68
Figura 67. Vista isométrica de las deformaciones unitarias.	69
Figura 68. Ampliación de la zona de conflicto.....	69
Figura 69. Factor de seguridad aceleración máxima.	71
Figura 70. Factor de seguridad frenada máxima.....	71
Figura 71. Doblado y curvado.....	72
Figura 72. Embutición y estirado.....	72
Figura 73. Troquelado.....	73
Figura 74. Corte laser.....	73
Figura 75. Esquema intermitentes.....	74

LISTADO DE TABLAS.

Tabla 1. Propiedades físicas del chasis.....	32
Tabla 2. Tabla comparativa de las Propiedades Mecánicas de los diferentes materiales.....	33
Tabla 3. Posibles aleaciones de aluminio.....	38
Tabla 4. Proporción de materiales aleados para considerarse una aleación 6061-T6....	41
Tabla 5. Tabla resumen de las propiedades mecánicas.....	41
Tabla 6. Tabla resumen de las propiedades físicas.....	41
Tabla 7. Calculo de la desaceleración máxima.....	50

1. OBJETO Y OBJETIVOS.

1.1. Ámbito y Justificación.

Este proyecto nace de la necesidad de buscar un campo de la Ingeniería que se pueda estudiar y trabajar desde casa, debido a que la situación mundial en la que nos encontramos sumergidos a causa de un virus llamado SARS-CoV-2 (Corona Virus) nos obliga a estar en un periodo de confinamiento.

Habiendo realizado la mención de “Diseño e Ingeniería de Vehículos” pensé que sería una buena idea recuperar una motocicleta antigua que había estado olvidada durante mucho tiempo y poner en práctica todos los conocimientos adquiridos durante el grado de Ingeniería Mecánica sobre esta para que volviera a “cobrar vida”.

Nos encontramos frente a una motocicleta del siglo pasado, la Derbi Start DS-50. Esta fue fabricada en el año 1985 y puesta en circulación un año más tarde, exactamente el 19 de febrero de 1986. Después de varios años de uso y disfrute fue olvidada y guardada hasta el año 2002 donde se volvió a matricular y circular hasta el año 2010. Actualmente se encuentra en estado de una necesaria restauración, ya que ha estado 10 años sin ni si quiera poner en marcha.

1.2. Objetivo.

El principal objetivo que se pretende conseguir con la realización de este trabajo de fin de grado (TFG) es la restauración de dicho ciclomotor para que pueda volver a circular por la vía urbana.

Por una parte, se centrará en el estudio del chasis el cual esta bastante deteriorado y necesita un rediseño para que pueda fabricarse uno con las mismas dimensiones y características manteniendo siempre el toque clásico ochentero de un ciclomotor de su época. Se diseñará en base a un análisis estructural, donde se compararán materiales y procesos de fabricación con el fin de llegar a la solución óptima y asequible económicamente.

Para finalizar, los sistemas de seguridad que se instalaban en este tipo de vehículos en el siglo pasado actualmente se han quedado un poco retardados y pueden incluso no llegar a ser totalmente fiables. Por este motivo se instalarán nuevos componentes que permitan dotar tanto al ciclomotor como al piloto de una mayor seguridad sobre la carretera.

2. ANTECEDENTES.

En este apartado se explica en qué consiste el chasis, tanto su funcionalidad como la evolución que ha sufrido a lo largo de la historia, ya que en la actualidad podemos encontrar números tipos de chasis.

2.1. Introducción.

Las motocicletas están formadas por un conjunto de mecanismos, cada uno con una función concreta. Se podría simplificar y reducir a dos: el bastidor y el motor. Si se engloba de esta manera todo el conjunto, el bastidor estará formado por todo aquello que no es el motor: chasis, suspensiones, carrocería, ruedas, frenos y elementos accesorios.

Esta primera parte del trabajo se va a centrar en el chasis el cual tiene el principal objetivo de dar apoyo y sujeción al resto de los elementos que forman la motocicleta. Por un lado, sujetar de manera eficaz el motor teniendo en cuenta que este una vez puesto en marcha provocará fuertes inercias debido a las explosiones que harán más difícil su estabilidad, así como a su vez también tendrá que proporcionar una buena fijación a elementos importantes como lo son el depósito de gasolina o el sistema de suspensión y dirección. Por otro lado, debe de ser capaz de aguantar el peso del piloto o pilotos en caso ser biplaza sin sufrir ningún tipo de deformación en su geometría.

Una motocicleta durante toda su vida útil está sometida a numerosos tipos de esfuerzos. La calzada por la que circulan este tipo de vehículos normalmente ya sea por imperfecciones del terreno o por sistemas de seguridad, presenta numerosos cambios de relieve, es decir baches o socavones. Al hacer pasar la motocicleta por estas zonas estamos aplicando un esfuerzo de flexión y compresión, que a pesar de ser contrarrestado por el sistema de suspensión llegará al chasis. También se puede observar un esfuerzo de torsión cuando el piloto hace cambios de dirección.

Teniendo en cuenta estos factores, la estructura debe de permitir una buena manejabilidad para que las ruedas mantengan una relación adecuada, es decir que el eje de dirección tanto delantero como trasero se mantengan en el mismo plano y la distancia entre ejes no se vea afectada.

Otros factores no menos importantes deben de ser la ligereza, que no solo permite alcanzar mayores prestaciones con las mismas potencias del motor, sino que también disminuyen las fuerzas que actúan sobre la motocicleta en movimiento; y la ergonomía que permite tener una conducción cómoda y eficiente al piloto.

2.2. Partes del Chasis.

Independientemente del tipo de chasis del que estemos hablando, ya que hay numerosos prototipos que posteriormente serán explicados, siguen toda una serie de pautas y características comunes. A continuación, se muestra una imagen de la estructura de un chasis donde se pueden diferenciar los componentes fundamentales:

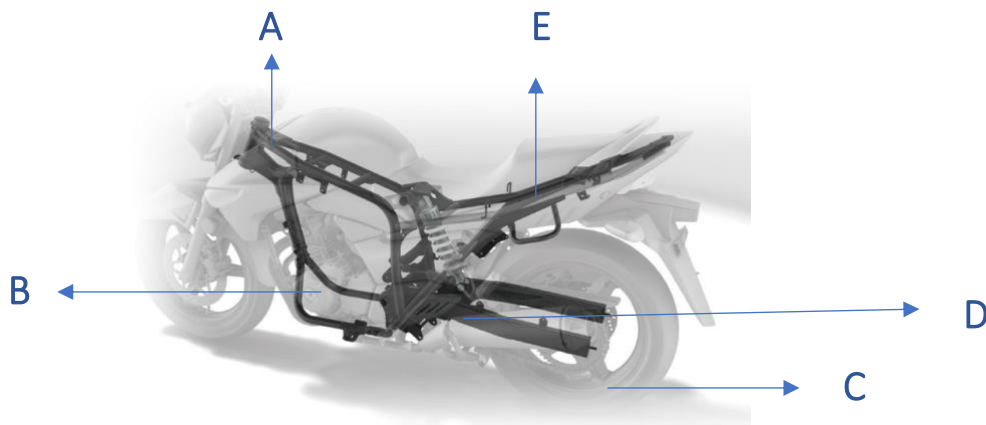


Figura 1. Distribución del Chasis.

En la parte delantera se encuentra la tija o más comúnmente conocida como la pipa de dirección (A) situada normalmente a la altura del sillín o incluso un poco más elevada donde vendrá instalada la suspensión delantera. La zona media del chasis (B y D) está destinada principalmente a la sujeción del motor y la mayoría de las veces también al apoyo del depósito de alimentación.

En la zona trasera se observan dos zonas por definir. Por una parte, la zona donde irá sillín (E), es decir, donde el piloto apoyará su respectivo peso sobre la motocicleta. Actualmente con el fin de ser ajustable dependiendo de la altura del piloto suele estar diseñado como un subchasis, lo que quiere decir que no forma parte de la estructura principal.

Y por último se define lo que se conoce como basculante, cuyo funcionamiento se centra en la fijación de la rueda trasera; esta pieza podrá formar o no parte de la estructura principal. En este proyecto como se verá posteriormente el basculante se trata de una pieza individual que va fijada al chasis.

2.3. Geometría del Chasis.

Las zonas anteriormente definidas mantienen entre si unas distancias que dotan al chasis de estabilidad y rigidez, términos que van directamente relacionados con la potencia del motor y sus prestaciones dinámicas.

La razón principal por la cual una moto se mantiene recta es debido a la rotación de las ruedas que provocan una fuerza que se opone a que giren con respecto a su eje. La distancia que hay entre ambos ejes, es decir, la longitud que existe entre los puntos de contacto de las dos ruedas se denomina lo que se conoce como **“Distancia entre Ejes”**

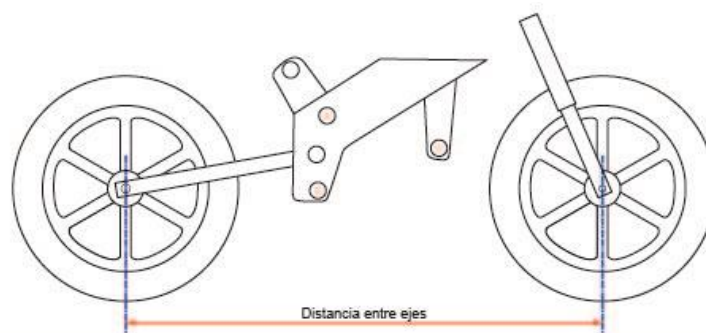


Figura 2. Representación de la Distancia entre ejes

Esta distancia influye en la maniobrabilidad, cuando se aumenta su longitud lo hace simultáneamente la estabilidad direccional lo que es una característica positiva pero también se verá afectado el esfuerzo que sufrirá la moto a la hora de tomar una curva. Si se observa el comportamiento de las ruedas en esta situación se puede decir que:

En cuanto a la rueda trasera a mayor distancia entre ejes menor es el ángulo formado entre esta y la dirección del viaje, con lo cual habrá una mejora de la estabilidad direccional ya que se reducirán los desplazamientos laterales.

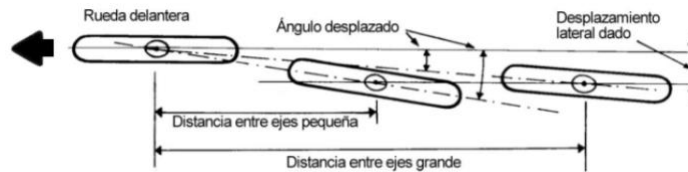


Figura 3. Ángulo Rueda Trasera.

Mientras que la rueda delantera tendrá que girar más hacia el interior de la curva cuanto mayor sea la distancia entre ejes.

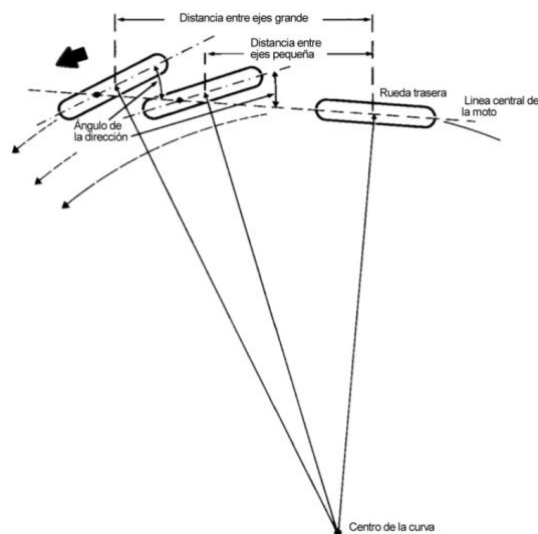


Figura 4. Ángulo Rueda Delantera.

Dependiendo del uso que vaya a tener dicha moto, ya que no se solicitan las mismas prestaciones en una moto destinada al trial que una destinada a la competición de velocidad, se busca un equilibrio de estos parámetros para conseguir las condiciones óptimas para cada caso.

Se conoce otra geometría que también proporciona una cierta estabilidad direccional provocando un auto centrado en ambas ruedas, es lo que se conoce como **Avance**. Se trata de la distancia que se mide desde el centro de la huella del neumático hasta el eje de dirección (este en ángulo recto).

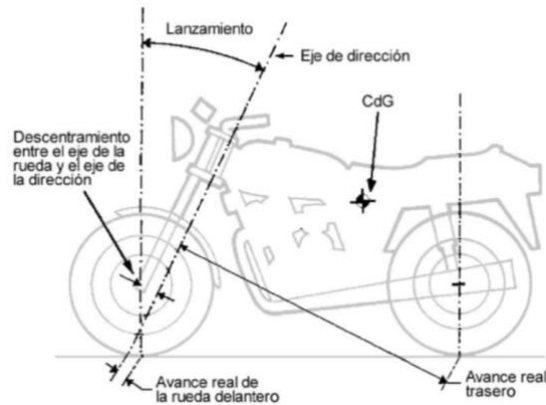


Figura 5. Representación del Avance

La huella de contacto siempre debe de situarse por detrás del eje de dirección, lo que se denomina Avance Positivo, para así provocar un momento correcto ante cualquier fuerza que se genere en el neumático. A continuación, se puede comprender como el avance crea un efecto de autocentrado.

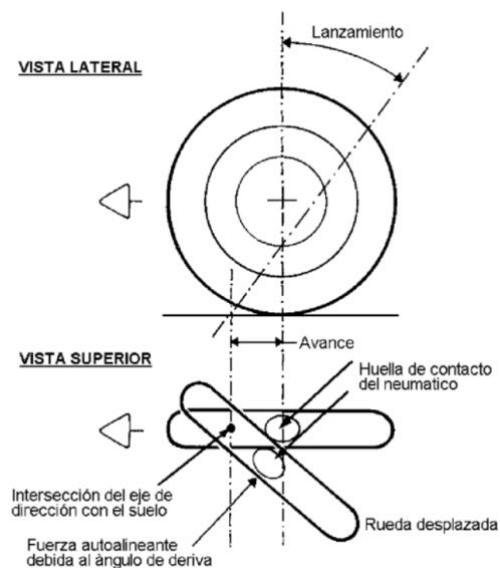


Figura 6. Autocentrado de la Rueda

Debido a que existe cierto ángulo entre la dirección del viaje y la rueda, aparece una fuerza que actúa a través de un brazo de palanca generando un momento corrector sobre la rueda girada.

Un parámetro que suele ir bastante unido a esta distancia anteriormente definida es lo que se conoce como **Lanzamiento**, inclinación que tiene el eje de la dirección. Dependiendo de que este ángulo sea más abierto o cerrado influye directamente sobre la maniobrabilidad de la moto, en el hundimiento de la horquilla o en cómo se transmiten las irregularidades del asfalto. Sin embargo, no afecta directamente a la estabilidad de la moto, pero sí lo hace indirectamente al depender de él el avance.

Por tanto, variando la longitud de estas tres cifras y teniendo en cuenta factores como el peso del piloto, el perfil del neumático, las frenadas (pues la horquilla se comprime y el avance se reduce) y las aceleraciones (pues se comprime la suspensión trasera y el avance aumenta), se llegan a las condiciones donde mayor estabilidad direccional y menor esfuerzo por paso por curva mantienen la moto.

2.4. Evolución Histórica.

A lo largo de los años se han propuesto numerosas y diversas soluciones constructivas de chasis. En el siglo XIX exactamente en el año 1818 se conoce que se desarrolló la primera motocicleta, cuyo motor era una caldera de vapor de agua. Los primeros prototipos presentaban chasis muy débiles incluso fabricados de materiales como madera, han ido evolucionando a pasos agigantados llegando a estar íntegramente fabricados en fibra de carbono.

En 1885 los alemanes Wilhelm Maybach y Gottlieb Daimler construyeron una motocicleta de cuadro y cuatro ruedas de madera que estaba propulsada por un motor de combustión interna de cuatro tiempos. La peculiaridad de que el motor fuera de combustión interna es lo que hace que algunos historiadores consideren a esta máquina como la primera motocicleta de la historia. Contenía 0,5 caballos de fuerza y permitía una velocidad de 18 kilómetros por hora.



Figura 7. Ciclomotor Daimler, 1885

A partir de este modelo se empezó a experimentar en cuanto a geometría y materiales. La aparición de motores cada vez mas potentes y rápidos obligaba a la industria a crear chasis mas estudiados y seguros.

En 1904 una empresa Belga llamada FN fabricó la motocicleta “Four”, esta causó sensación gracias a su avanzado diseño que incluía transmisión secundaria por cardán y un chasis simple pero ligero y eficiente. Se mantuvo en producción durante más de dos décadas.



Figura 8.. Motocicleta Four; 1904.

En esta motocicleta se ve como aparecen los tubos de material con una disposición previamente estudiada para formar el esqueleto de la moto. Empiezan a ganar importancia lo que hasta entonces simplemente se creaba con la función de ponerle a dos ruedas un motor alejado del suelo, se comienza a hablar del chasis.

Existen numerosos chasis que significaron una auténtica revolución en su época, pero hay una fecha por encima de todas que supuso un punto de inflexión a principios de los años 80. El ingeniero español Antonio Cobas presentó una revolución en el mundo del motociclismo: el chasis de doble viga en aluminio. En 1982 fundó su propia marca – JJ Cobas-. Fue un invento estrella dentro del mundo de la competición, ya que conseguía aligerar mucho el peso de las motos ganando una gran velocidad punta.



Figura 9. Antonio Cobas y Eduardo Giró comparten impresiones.

Aparecieron posteriormente también chasis como el monocasco que integraban la correería dentro de la estructura, a día de hoy se siguen utilizando, pero no principalmente en las motos de competición. En este mundo a partir de finales de los 80 el mercado de motocicletas deportivas, tanto para calle como para circuito, quedó dividido principalmente en dos tipos de chasis: el chasis de doble viga en aluminio (principalmente en fabricantes japoneses) y el chasis tubular de acero (normalmente en fabricantes italianos como Ducati o MvAgusta).

2.5. Tipos de Chasis.

A continuación, se hace un resumen de la gran cantidad de chasis que se han desarrollado a lo largo de la historia. Algunos de ellos han desaparecido y por el contrario muchos de ellos se siguen utilizando.

2.5.1. Chasis Tubulares.

Se conoce a este tipo de chasis a aquellos que están formados por perfiles tubulares

2.5.1.1. Chasis simple cuna cerrado.

El chasis simple cuna cerrado es aquel que dispone de perfiles en un solo plano vertical que parten desde la pipa de dirección hasta la zona del eje del basculante, es decir, desciende un solo tubo desde la columna de dirección y pasa por debajo del motor formando una cuna. La estructura, compuesta por tubos soldados, alberga al motor en su interior. El perfil en la parte inferior del chasis es continuo desde el cabezal de dirección hasta la zona del basculante. Se utilizaba en motos no deportivas de bajas prestaciones, ya que la rigidez peso potencia es poco favorable. Actualmente los modelos que se fabrican con este tipo de chasis prácticamente han desaparecido.



Figura 10. Chasis simple cuna cerrado.

2.5.1.2. Chasis simple cuna cerrado.

Es una variante del chasis simple cuna cerrado y se diferencia de este porque el perfil en la parte inferior está interrumpido al llegar al motor, siendo este último el que cierra esa zona. En este caso se utiliza el motor como estructura resistente. Estos chasis son muy económicos y son habituales sobre todo en motos de baja cilindrada, 125 y 250cc y en la mayoría de las motocicletas trail.



Figura 11. Chasis simple cuna abierto.

2.5.1.3. Chasis cuna simple desdoblado.

Es otra variante del chasis simple cuna, en la que del cabezal de dirección descende un único tubo, pero se desdobra delante o debajo del motor llegando a la zona del eje del basculante trasero en dos tubos. Este tipo de chasis se utiliza habitualmente en motocicletas de campo y trail.



Figura 12. Chasis simple cuna desdoblado.

2.5.1.4. Chasis doble cuna.

Se trata de dos tubos que descienden desde el cabezal de dirección y pasan por debajo del motor formando una cuna y abrazando al motor por los laterales en su parte inferior, en la zona del cárter, llegando al anclaje del basculante por separado. Estos chasis son más rígidos que los de simple cuna ya que forman una estructura más sólida. En muchos casos la cuna o parte inferior del chasis va atornillada para facilitar su desmontaje a la hora de introducir el motor. Es usual en motocicletas tipo custom. También era típico de motocicletas de gran cilindraje en los años ochenta.



Figura 13. Chasis doble cuna.

2.5.1.5. Chasis multitubular.

Este chasis consiste en dos vigas a cada lado del motor que unen el cabezal de dirección con la zona del eje del basculante trasero pero compuestas por tubos rectos y cortos, colocados a modo de celosía o telaraña. Estos tubos cortos, que suelen ser de secciones circulares y de acero al cromo-molibdeno, le dan una gran rigidez al chasis. Generalmente estos tubos se diseñan para que solo trabajen a tracción o a compresión. En muchos casos el motor se utiliza adicionalmente como elemento estructural, soportando incluso el anclaje directo del basculante trasero. Este tipo de chasis es muy característico de Ducati.



Figura 14. Chasis multitubular.

2.5.1.6. Chasis multitubular compuesto.

Este chasis reúne el tipo tubular y por lo general en la parte posterior donde ajusta el basculante es de fundición de aluminio. Puede ser ensamblado, pegado o atornillado y reúne lo liviano de la estructura tubular y la resistencia del aluminio dando como resultado un chasis muy sólido y liviano. El motor está suspendido generalmente y permite tener un mejor centro de gravedad, aunque lo deja expuesto a los golpes. Es un chasis típico de Benelli.



Figura 15. Chasis multitubular compuesto.

2.5.2. Chasis de Viga.

2.5.2.1. Chasis monoviga.

Podría considerarse como un tipo de chasis tubular en el que el tubo que discurre por la parte superior toma mayor protagonismo, con mayores dimensiones y llega a ser prácticamente una viga. El motor ya no se rodea en la parte inferior por la cuna, sino que queda colgado bajo el perfil tubular o espina central del chasis.



Figura 16. Chasis monoviga.

2.5.2.1. Chasis doble viga.

Este tipo de chasis es el más utilizado en motos deportivas. La estructura que conforma este tipo de chasis se define perfectamente por su nombre, está formada por dos vigas de elevada sección, una a cada lado del motor, que parten del cabezal de dirección y acaban en la zona del eje del basculante. Las vigas abrazan perimetralmente al motor y en algunos casos se incorporan aberturas en ellas para el paso de aire hacia la admisión.

El cabezal de dirección y la zona del anclaje del basculante son las zonas que sufren mayores esfuerzos, por ello son zonas que generalmente suelen estar más protegidas.



Figura 17. Chasis doble viga.

2.5.3. Chasis Monocasco.

Este tipo de chasis consigue su rigidez estructural mediante una “coraza” completamente aerodinámica y unos refuerzos transversales. Es por ello que generalmente se considera que un chasis es monocasco si el carenado de la motocicleta es también un elemento que proporciona rigidez al conjunto.

Sin embargo, a pesar del escaso éxito y utilización que han tenido estos chasis, existen algunos modelos de motocicletas diseñadas con este tipo de chasis que supusieron una revolución en el mundo de las motos. El ejemplo más significativo se produjo precisamente en España a manos del ingeniero Eduardo Giró, el cual diseñó la Ossa 250 Monocasco que posteriormente pilotaría el malogrado Santi Herrero. Este chasis monocasco se fabricó con Magnesio, consiguiendo una rigidez desconocida hasta entonces con apenas 7.4kg de peso.



Figura 18. Chasis Monocasco (Eduardo Giró).

2.5.4. Chasis con el motor como elemento estructural.

La utilización del motor como parte estructural da lugar a una nueva generación de chasis. Este tipo surgen con el objetivo de aprovechar la capacidad portante del motor, incluyéndolo como un elemento más.

Este modelo solo es factible si se utiliza en motores de gran envergadura, ya que estos tienen la resistencia necesaria para unir la pipa de dirección con la parte donde se encaja el basculante, por lo que recibirá grandes esfuerzos.

Un ejemplo de la utilización de este tipo de chasis en la actualidad es la antigua Ducati de MotoGP, cuya estructura estaba fabricada en fibra de carbono.



Figura 19. Chasis Ducati Desmosedici MotoGP.

3. SISTEMA ESTRUCTURAL. DESARROLLO Y RESULTADOS.

Este apartado se trata de la parte primordial del proyecto. En primer lugar, se hará un resumen del chasis original del ciclomotor donde se podrán observar las principales características de una estructura de la época.

Seguidamente se realizará el rediseño a partir de un software con el cual se explicará la geometría que adopta y a que se debe.

Finalmente se procederá a la elección del material que dará forma a este proyecto junto con un análisis estructural que verificará si es o no apto para su posterior fabricación.

3.1. Introducción.

El ciclomotor Derbi Start DS-50 esta desarrollado sobre un chasis monocasco. Como se ha explicado en al apartado anterior tienen la peculiaridad de que el sistema estructural viene integrado con la carrocería, es decir, ambas partes están consolidadas en una misma pieza.

Es característico de las Scooters y la marca Vespa los estuvo utilizando durante mucho tiempo. El poder fabricar todo en una pieza los hace muy ligeros, pero a su vez un tanto complicados a la hora de reparar ya que todas las piezas forman parte de un conjunto y puede ser complicado reparar una parte sin interferir con otra.

Fue diseñado entorno al año 1985 y no se utilizaban los mismos materiales que en la actualidad. Está fabricado en acero y es por ello por lo que el chasis original tiene el peso de 15,7 Kg. También se ha ido deteriorando debido a que el material con el paso del tiempo no es muy resistente a la corrosión.

El motor va anclado por un lado a la estructura metálica en su parte inferior mediante dos anclajes y por otro al basculante mediante otros 4 anclajes.

A continuación, se muestran unas imágenes del chasis original para poder observar su estado y la disposición que tiene.



Figura 20. Chasis y Basculante Derbi Start DS50.



Figura 21. Parte inferior del chasis.

3.2. Rediseño.

El desarrollo de este proyecto se ha realizado con el software SolidWorks facilitado por la Universidad Politécnica de Valencia a sus estudiantes.

El diseño del nuevo chasis se ha basado en el estilo clásico que mantenía el anterior chasis original. Se tratará de hacerlo lo más parecido posible, manteniendo los ángulos de lanzamiento y la distancia entre ejes, ya que el basculante se encuentra en buen estado y podría servir para ser montado de nuevo.

Se ha partido de una chapa metálica de 2 mm de espesor que cambiará de sección en algunas partes donde se sobrentienda que el ciclomotor va a sufrir más, como por ejemplo la pipa de dirección, los anclajes que darán sujeción al motor o la zona de acople donde va instalada la suspensión trasera. Son zonas que en principio van a sufrir más debido a que los esfuerzos entrarán por estos puntos a la estructura.

Como no se trata de un vehículo de grandes cilindradas y su velocidad máxima será de 45 km/h, los esfuerzos que sufrirá en situaciones límite no serán demasiado grandes. Es por ello por lo que el primer paso ha sido diseñarlo y más tarde se hará un estudio del material, ya que las propiedades mecánicas de los materiales de los que partiremos cumplirán los requisitos marcados, simplemente habrá que elegir el que mejor convenga para este proyecto.

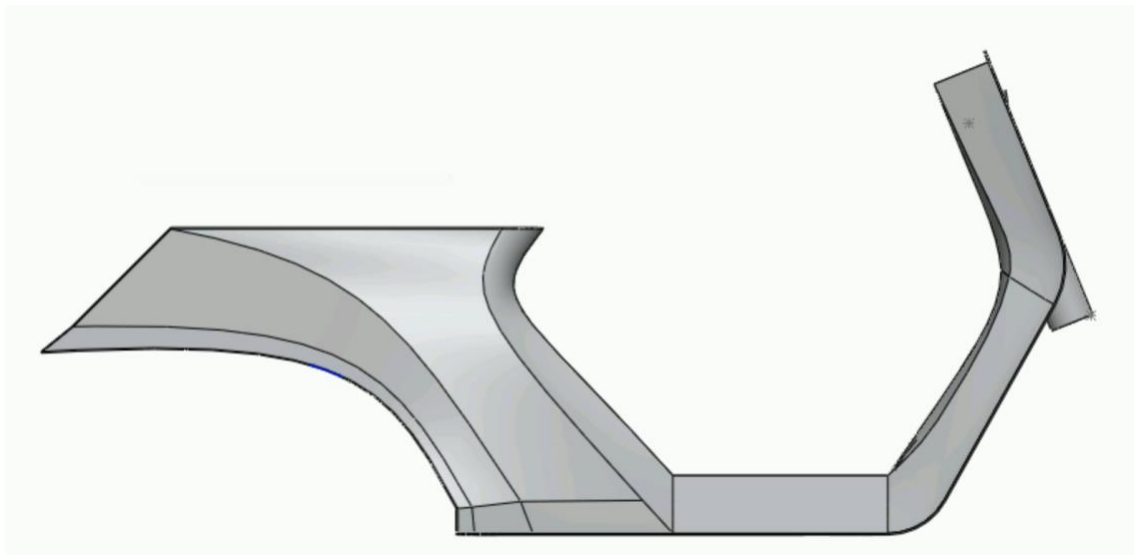


Figura 22. Vista lateral derecho chasis.

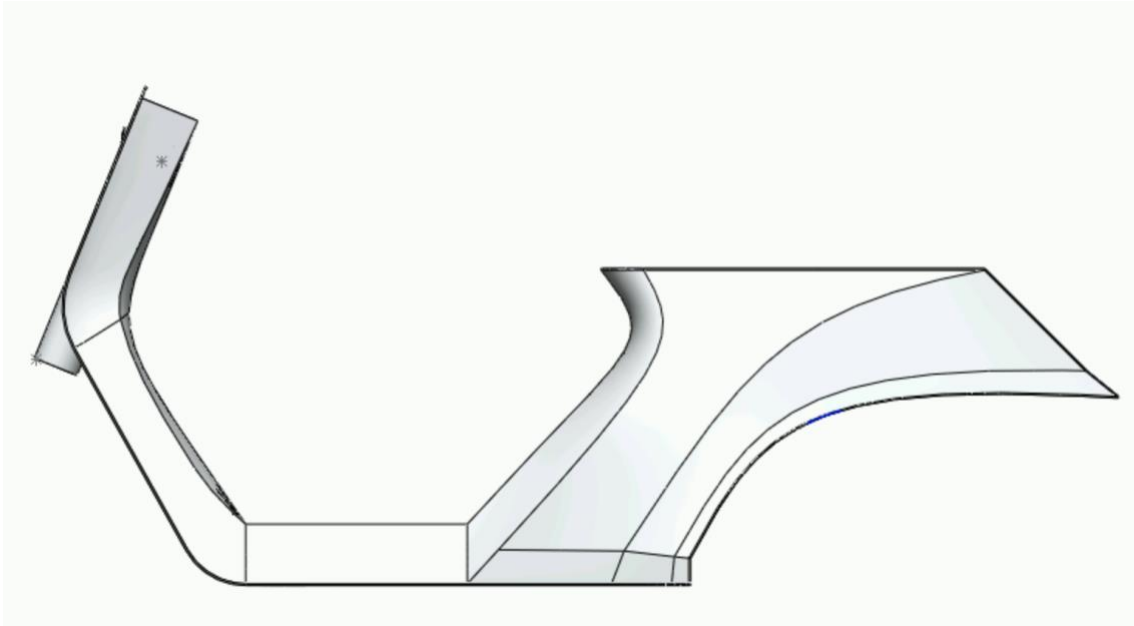


Figura 23. Vista lateral izquierdo chasis.

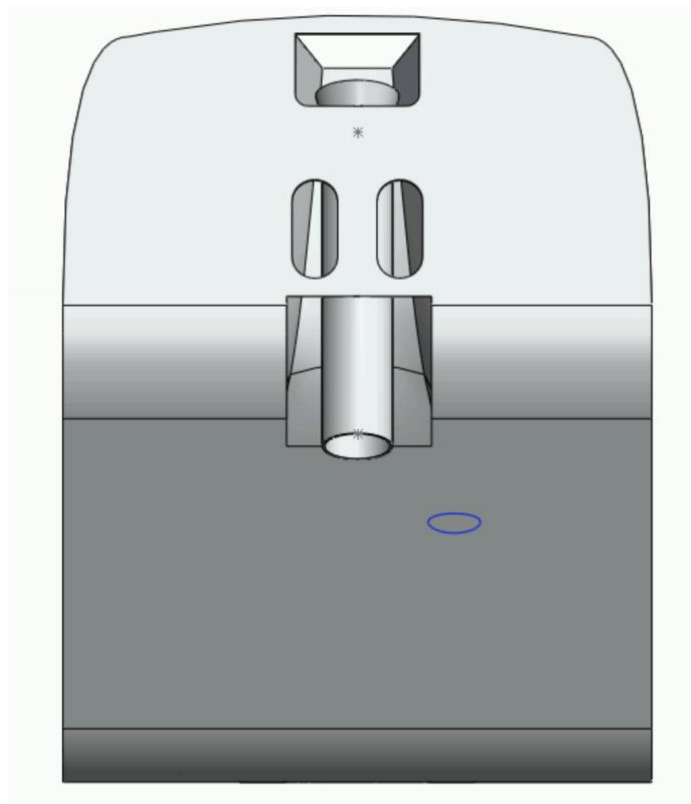


Figura 24. Alzado chasis.

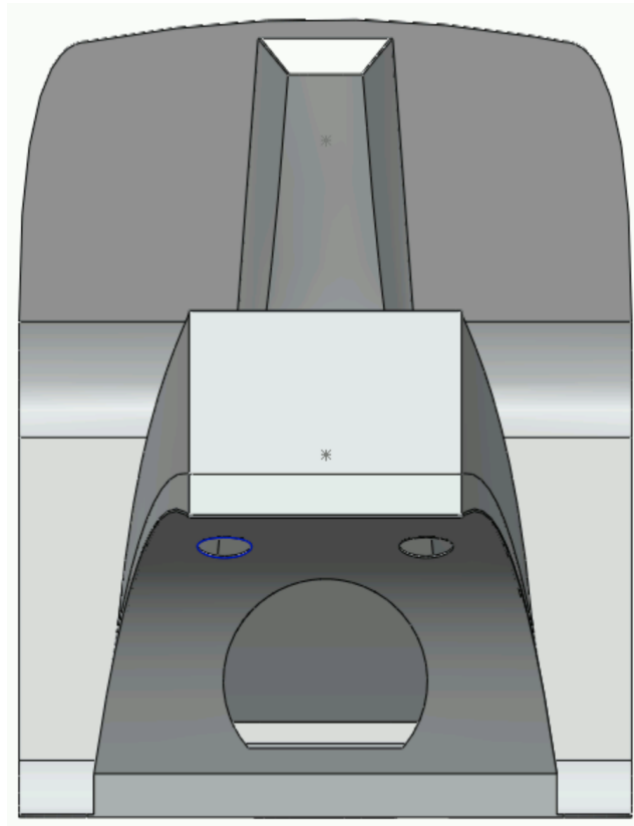


Figura 25. Vista posterior chasis.

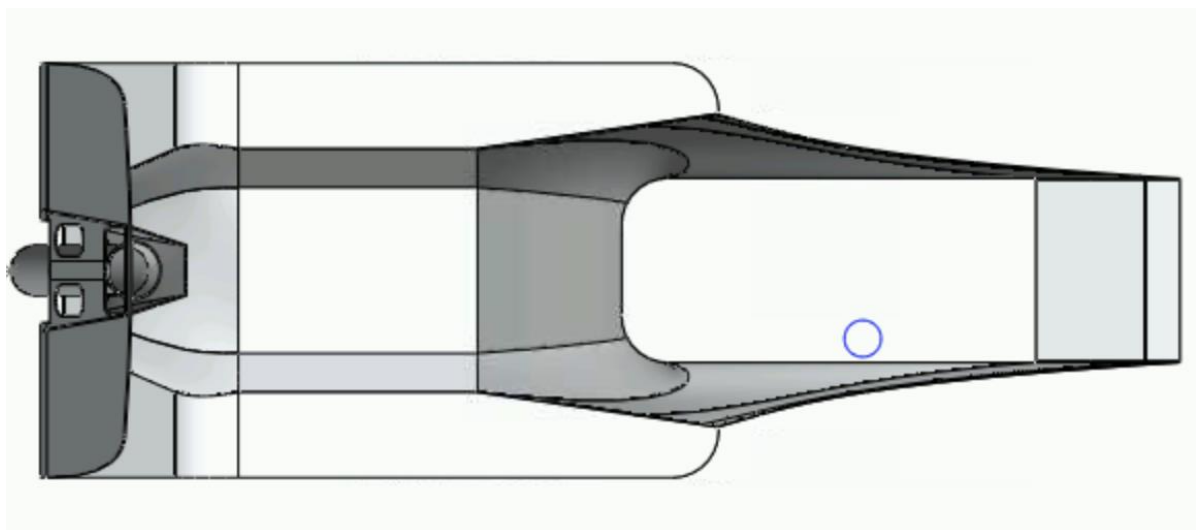


Figura 26. Planta chasis.

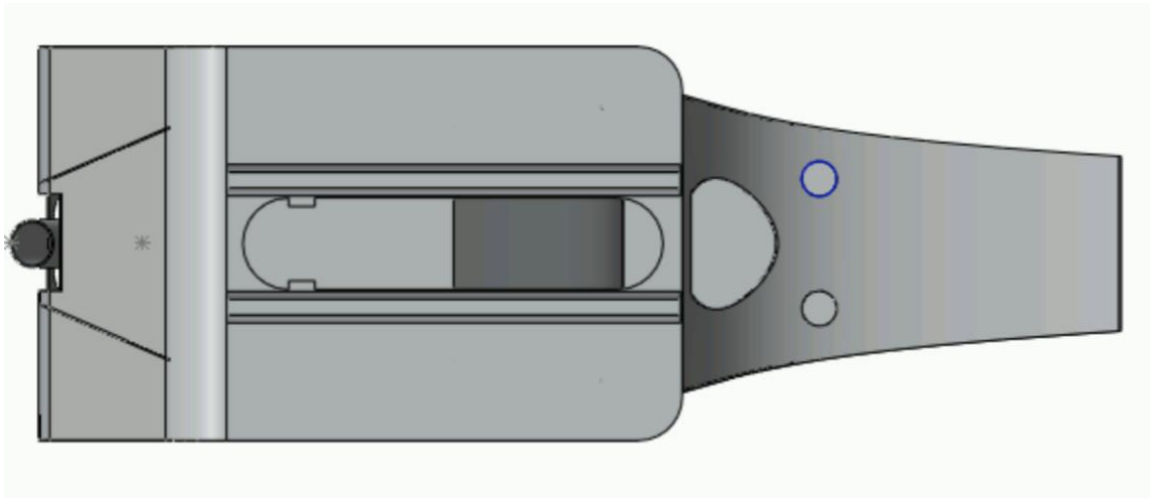


Figura 27. Vista inferior chasis.

Una ves diseñado el chasis se calculan las propiedades físicas que mantendrá el diseño:

VOLUMEN	0,002589025 m^3
ÁREA DE SUPEFICIE	2,836193 m^2

Tabla 1. Propiedades físicas del chasis.

3.3. Elección de Material.

Una vez tenemos diseñado el nuevo chasis de la motocicleta el siguiente paso que hay que realizar es la elección de material para su posterior simulación estructural.

En este caso se hará a partir de un software que facilita la universidad “CES Edupack” en su versión 2019. Este programa consta de una gran base de datos de diversos materiales y nos permite hacer una selecta elección a través de las propiedades que buscamos para nuestro diseño.

3.3.1. Propiedades de los Materiales.

Un chasis monocasco de este tipo deberá de cumplir unos requisitos que aseguren la fiabilidad de este. Principalmente se buscarán unas buenas Propiedades Mecánicas, es decir, un Módulo de Young (E) y un Limite Elástico (σ) elevados. También ha de ser capaz de resistir la oxidación y la corrosión ya que se trata de la parte de la moto que está en contacto con el exterior y no ha de deteriorarse para así no peligrar sus capacidades estructurales.

Teniendo en cuenta los requisitos, nuestro software ha seleccionado 3 materiales de los 100 de partida que tenía la base de datos. Son los siguientes: Material compuesto de fibra de carbono (CFRP), Aleaciones de Aluminio y Aleaciones de Titanio. A continuación, se muestran las propiedades a tener en cuenta de dichos materiales.

	Módulo Elástico (E) GPa	Limite Elástico (σ) MPa	Tenacidad (T) MPa.m ^{0.5}
Material compuesto de fibra de carbono	69-150	50-330	6.12-20
Aleaciones de Aluminio	68-76	241-520	25,7-41
Aleaciones de Titanio	110-120	701-1.09e3	51.3-86.1

Tabla 2. Tabla comparativa de las Propiedades Mecánicas de los diferentes materiales.

Se crean uno gráficos para poder comparar de manera más visual los materiales. En primer lugar, se representa el Límite elástico frente al Modulo Elástico.

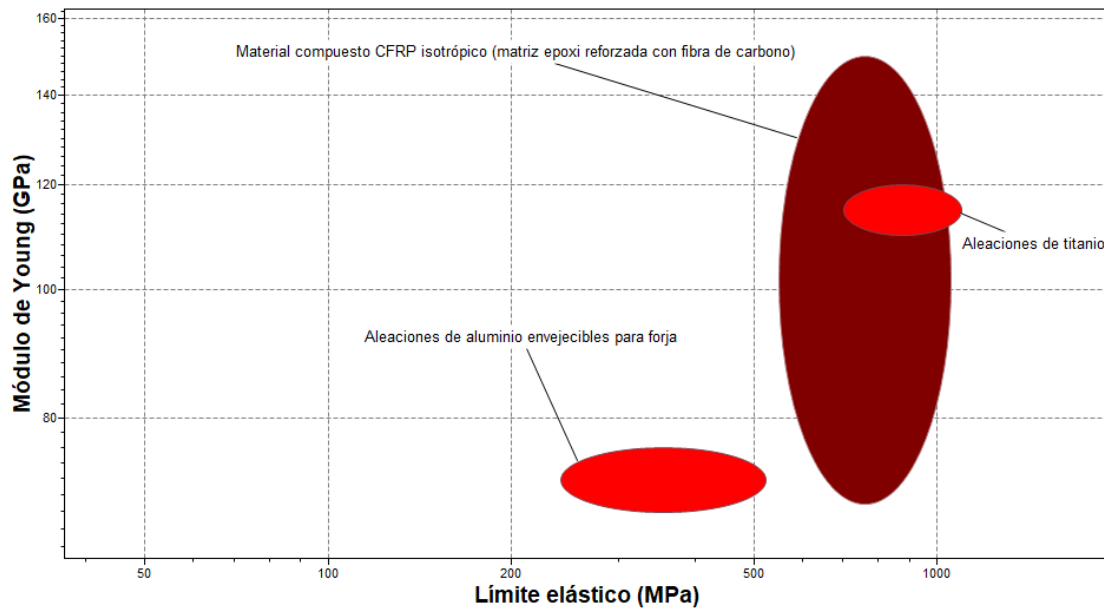


Figura 28. Gráfico comparativo de Limite Elástico frente a Módulo Young.

La segunda comparación será de la Tenacidad a fractura frente al Módulo cortante.

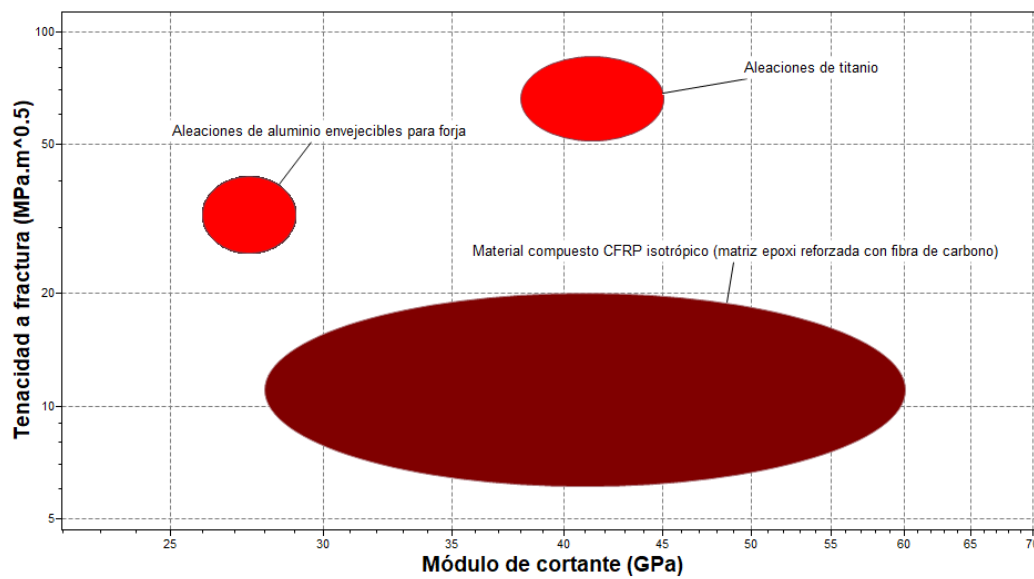


Figura 29. Gráfico comparativo de la Tenacidad a fractura frente al Módulo cortante.

3.3.2. Análisis y Valoración de Propiedades.

Como podemos observar en los gráficos hay dos materiales que cumplen con creces las condiciones principalmente marcadas, tanto el compuesto de fibra de carbono como cualquier aleación de titanio son aptos para la fabricación del chasis monocasco de la moto estudiada.

A continuación, se valorará cada uno de forma individual pudiendo así observar sus ventajas y desventajas para posteriormente seleccionar de la manera mas adecuada y argumentada el material final.

El titanio o las aleaciones de titanio se trata de un material elevadamente resistente a la corrosión, con unas propiedades mecánicas muy buenas y con una densidad baja de alrededor de 4500 kg/m^3 , haciéndolo ligero. Por otro lado debido a su difícil extracción y procesamiento como por ejemplo su alta temperatura de fusión (1600°C aproximadamente) haciendo de gran dificultad su manejabilidad a la hora de soldar, lo convierten en uno de los materiales con el precio mas elevado del mercado.

Por otro lado, el compuesto de fibra de carbono destaca por ser uno de los materiales mas ligeros del mercado teniendo una densidad del orden de 1750 kg/m^3 manteniendo al mismo tiempo su gran rigidez (módulo de Young) y su excelente resistencia a tracción. Otras características son su capacidad de conducir la electricidad, su extraordinaria resistencia a fatiga, su magnífica resistencia a la intemperie y su bajísimo coeficiente de expansión térmico. En su contra corre el gran precio que mantiene hoy en día en el mercado debido a su compleja maleabilidad y dificultad de su fabricación.

Finalmente, el Aluminio presenta también unas propiedades mecánicas fiables, pero algo por debajo de los anteriores materiales preseleccionados, aunque con una alta resistencia a la corrosión. Su densidad es de aproximadamente de 2700 kg/m^3 . Aleándolo con materiales como el Manganeso, Magnesio, Silicio ... obtenemos lo que conocemos con el nombre de aleaciones de Aluminio añadiendo o mejorando las propiedades primitivas del metal puro. Su precio no es muy elevado debido a su bajo coste de reciclado y su amplia vida útil.

3.3.3. Selección final.

Haciendo una valoración de la finalidad con la que se realiza este tipo de chasis vemos que no se trata de una estructura destinada a la competición, donde el peso de los materiales que conforman las motocicletas tiene un papel primordial para así poder ganar decimas de velocidad y ser competitivos. En este caso se trata de fabricar un chasis que mantenga la originalidad de un ciclomotor clásico, buscando una reducción de peso con la finalidad de convertirlo en un vehículo mas ágil en cuanto a su conducción y una posible bajada de consumo de combustible.

El precio es el factor decisivo, ya que como se puede observar tenemos dos materiales que mantienen uno de los precios mas altos del mercado, hablamos del titanio y el compuesto de fibra de carbono. Ambos están reservados para plataformas de alta competición que poseen un gran equipo preparado para su inversión y posteriormente trato adecuado de ambos. Por lo que en este caso hemos encontrado el material optimo que dará forma al proyecto, se trata de una aleación de aluminio en la cual se ha encontrado un equilibrio adecuado entre unas buenas propiedades mecánicas, una fácil manejabilidad del material y un precio asequible para cualquier usuario particular o pequeña empresa.

3.3.4. Aleación de Aluminio.

Se pueden encontrar diferentes familias dependiendo con que material se alee. Para identificar las aleaciones de aluminio se utiliza una designación numérica de cuatro dígitos, el primero de los cuales indica el grupo de aleación e indicando el segundo los límites de impurezas. Los dos últimos identifican la aleación o indican la pureza del metal.

Nos encontramos con 7 series, cada una de ellas con unas características propias:

Serie 1XXX

Compuesto de aluminio puro (99%). Las principales características de esta serie son: excelente resistencia a la corrosión, alta conductividad térmica y eléctrica y buena maleabilidad. Generalmente se usan para plantas químicas, intercambiadores de calor, conductores eléctricos y aplicaciones arquitectónicas y decorativas. A veces se deposita una capa delgada de aluminio puro en series menos resistentes para protegerlas de la corrosión.

Serie 2XXX

Han sido empleados en la industria aeronáutica para la construcción de elementos estructurales de aviones. Gracias a su ligereza y dureza, también se utilizan para la producción de herramientas de precisión. El principal elemento de aleación es el cobre, aunque en algunas aleaciones también se agregan magnesio y manganeso, especialmente cuando se requieren buenas características mecánicas y ligereza.

Serie 3XXX

El principal elemento de aleación es el manganeso, que aumenta la resistencia mecánica de la serie, pero disminuye la ductilidad. Se usan para utensilios de cocina, recipientes y tuberías de presión.

Serie 4XXX

El silicio es el principal elemento de aleación de esta serie, que proporciona una buena resistencia al desgaste. En el uso comercial, se agregan otros elementos de aleación, como cobre y magnesio.

Serie 5XXX

El principal elemento de aleación es el magnesio que le da ductilidad. Estas son aleaciones de endurecimiento en el trabajo, cuyas características mecánicas aumentan por el trabajo en frío. Dada su alta resistencia a la corrosión y la fusión, se utilizan en el entorno marino y en la industria del automóvil para la construcción de carrocería con poco estrés, donde la soldabilidad es una característica clave.

Serie 6XXX

Los principales elementos de aleación son el silicio y el magnesio. Después del tratamiento térmico, desarrollan características mecánicas intermedias, generalmente más bajas que las de las aleaciones de la serie 2000. Tienen buena conformabilidad, trabajabilidad, capacidad de corte y soldabilidad. Tienen buena resistencia mecánica y buena resistencia a la corrosión. Se utilizan para aplicaciones arquitectónicas, marcos de motocicletas y bicicletas, estructuras soldadas en general.

Serie 7XXX

El elemento principal de esta serie es el zinc, con posibles adiciones de magnesio que aumenta su resistencia a la corrosión. Tienen una buena trabajabilidad para mecanizar herramientas, pero una mala soldabilidad por fusión. Se utilizan en particular para estructuras aeronáuticas.

A continuación, se muestra una tabla resumen de las aleaciones que mantiene cada serie:

DESIGNACIÓN	FAMILIA DE ALUMINIO
1XXX	Aluminio puro, 99% mínimo
2XXX	Aluminio-Cobre
3XXX	Aluminio-Manganeso
4XXX	Aluminio-Silicio
5XXX	Aluminio-Magnesio
6XXX	Aluminio-Magnesio-Silicio
7XXX	Aluminio-Zinc

Tabla 3. Posibles aleaciones de aluminio.

Dada las propiedades mecánicas que nos ofrece se ha elegido la serie 6XXX para dar forma al nuevo chasis del ciclomotor, exactamente la aleación 6061-T6.

Comparándolo con las demás aleaciones de la serie 6XXX mantiene unas propiedades mecánicas muy buenas con su ventaja de tener una buena manejabilidad. A continuación, se muestran unas tablas donde aparecen todas las aleaciones para poder comparar de forma visual sus propiedades.

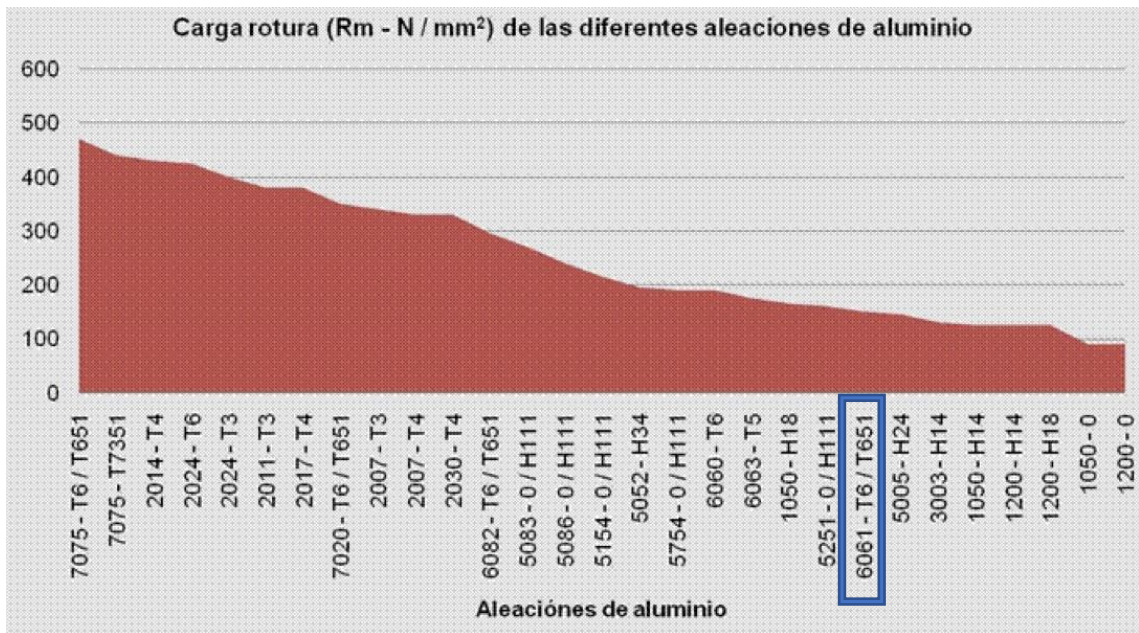


Figura 30. Gráfica de carga a rotura de las diferentes aleaciones de aluminio.

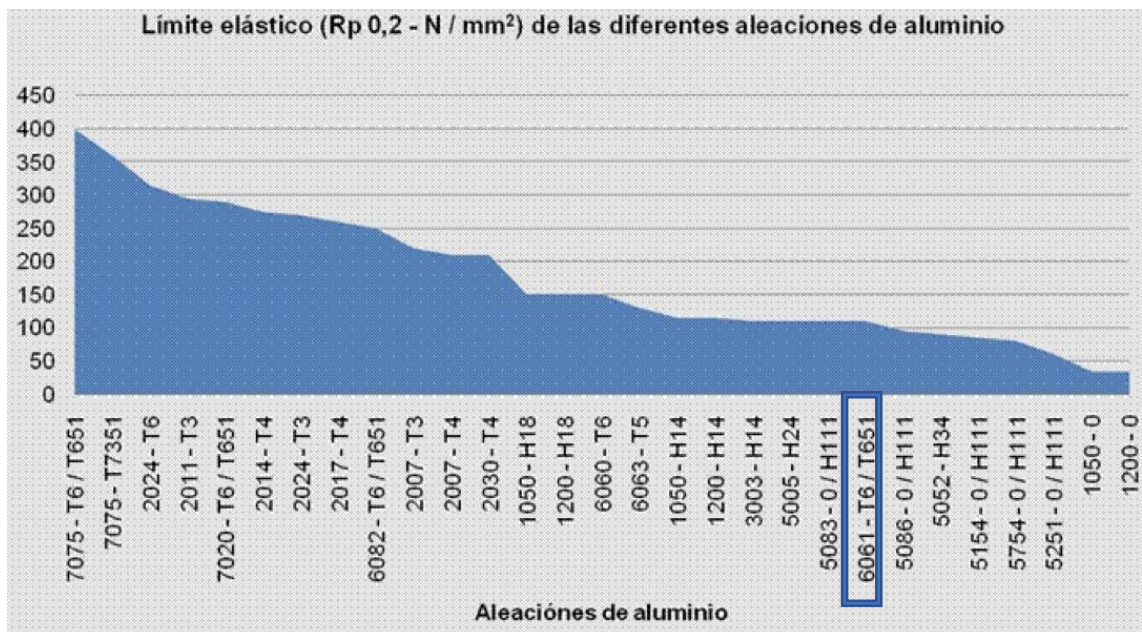


Figura 31. Gráfica de límite elástico de las diferentes aleaciones de aluminio.

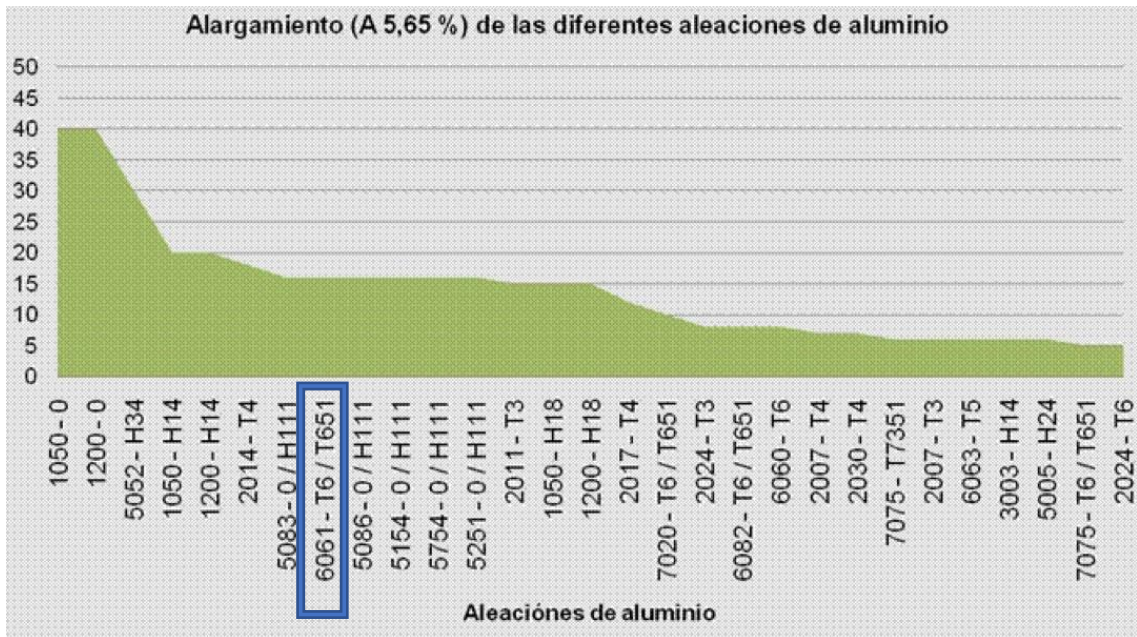


Figura 32. Gráfica de alargamiento de las diferentes aleaciones de aluminio.

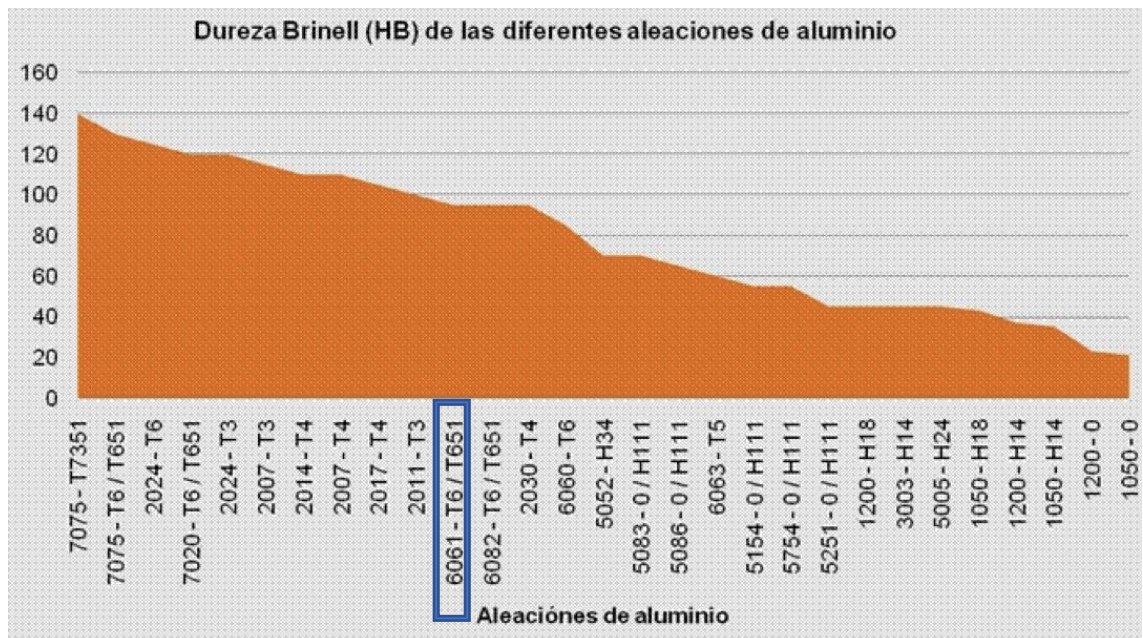


Figura 33. Gráfica de dureza Brinell de las diferentes aleaciones de aluminio.

La terminación T6 significa: Tratamiento térmico de solución, temple y maduración artificial. Después de un tratamiento de solución de temple brusco y maduración artificial, el material mejora sus propiedades mecánicas. Se incluyen en este estado los productos que después del temple son sometidos a un aplanado o enderezado por tracción sin efecto sobre las propiedades mecánicas.

Su **composición química** es la siguiente:

Elemento	Silicio	Hierro	Cobre	Manganeso	Magnesio	Cromo	Zinc	Titanio
Min (%)	0,4	0	0,15	0	0,8	0,04	0	0
Max (%)	0,8	0,7	0,4	0,15	1,2	0,35	0,25	0,15

Tabla 4. Proporción de materiales aleados para considerarse una aleación 6061-T6.

Sus **propiedades mecánicas** a temperatura ambiente de 20°C son:

Estado	Carga de rotura. N/mm ²	Límite Elástico. N/mm ²	Límite a la fatiga. N/mm ²	Dureza Brinell. HB
T6	310	270	190	95

Tabla 5. Tabla resumen de las propiedades mecánicas.

Mantiene las siguientes **propiedades físicas**:

Módulo Elástico. N/mm ²	Peso específico. g/cm ³	Intervalo de Fusión. °C	Coefficiente de dilatación Lineal. 1/10 ⁶ K
70	2,70	580-650	23,3
Conductividad Térmica. W/m K	Resistividad Eléctrica a 20°C. μΩ cm	Conductividad eléctrica. %IACS	Potencial de disolución V
166	4,0	43	-0,83

Tabla 6. Tabla resumen de las propiedades físicas.

Para finalizar se muestran una serie de **aptitudes tecnológicas** que presenta el material:

SOLDADURA

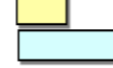
A la llama
Al arco bajo gas argón
Por resistencia eléctrica
Braseado



MECANIZACIÓN

Fracmentación de la viruta
Brillo de superficie

Estado: T6



COMPORTAMIENTO NATURAL

En ambiente rural
En ambiente industrial
En ambiente marino
En agua de mar



EMBUTICIÓN

Por expansión
Embutición profunda

Estado: T6



FORJABILIDAD

ANODIZADO

De protección
Decorativo
Anodizado duro



RECUBRIMIENTO

Lacado
Galvanizado
Níquel químico



3.4. Hipòtesis de casos.

Para comenzar a simular estructuralmente el chasis de la moto debemos de conocer las fuerzas y momentos que actúan sobre el modelo diseñado. Algunas de estos esfuerzos serán fijos, sin embargo, otros habrá que calcularlos a partir de hipótesis límite donde las fuerzas alcanzan su máximo valor, a modo de simular los esfuerzos que sufrirá de forma lo más real posible.

Las condiciones de entrada para los 3 casos a estudiar son:

- Peso Chasis = 7 Kg
- Peso Piloto = 90 Kg
- Peso Motor = 15 Kg
- Coeficiente de Rozamiento (μ) = 0,5
- Angulo suspensión trasera = 70°
- Angulo lanzamiento = 25°

El peso del piloto se ha aumentado un poco por encima de la media para así sobredimensionar las fuerzas, buscando un coeficiente de seguridad elevado.

En cuanto al coeficiente de rozamiento hace referencia al que tiene el neumático con un asfalto seco, es decir, cuando es mayor su valor. En otras condiciones de terreno y velocidad este valor puede sufrir alguna modificación.

Finalmente, los ángulos de lanzamiento y suspensión trasera se han mantenido respecto al chasis antiguo.

3.4.1. Aceleración Máxima 0-45 Km/h.

En esta primera hipótesis se va a estudiar la aceleración de la motocicleta que inicialmente se encuentra parada hasta que alcanza su máxima velocidad posible que son los 45 Km/h. Se trata de la aceleración más agresiva por lo que se supondrá que la rueda delantera pierde el contacto total con el asfalto durante unos microsegundos, a consecuencia de este fenómeno habrá una transferencia de carga del 100% a la rueda trasera.

El piloto por una parte ejercerá una fuerza paralela al suelo para mantener el equilibrio de la motocicleta, que se verá reflejada en la pipa de dirección. Por otra parte, junto con el peso del chasis provocaran una fuerza vertical con dirección al suelo.

El motor se trata de una masa suspendida que va amarrado por 2 sujeciones al chasis y 2 sujeciones al basculante, por lo que provocará una fuerza vertical con dirección al suelo generada por su propio peso y otra fuerza en sentido de la aceleración formada por su propio peso y el valor de la aceleración.

Finalmente aparecen dos fuerzas generadas por esta situación de aceleración, en el punto de contacto del neumático trasero con el asfalto se genera una fuerza que impulsa este hacia adelante y en la cadena de igual forma se produce una fuerza de empuje. Ambas entran al chasis por el basculante.

A continuación, se procede a calcular las fuerzas:

Fuerzas en el tren trasero.

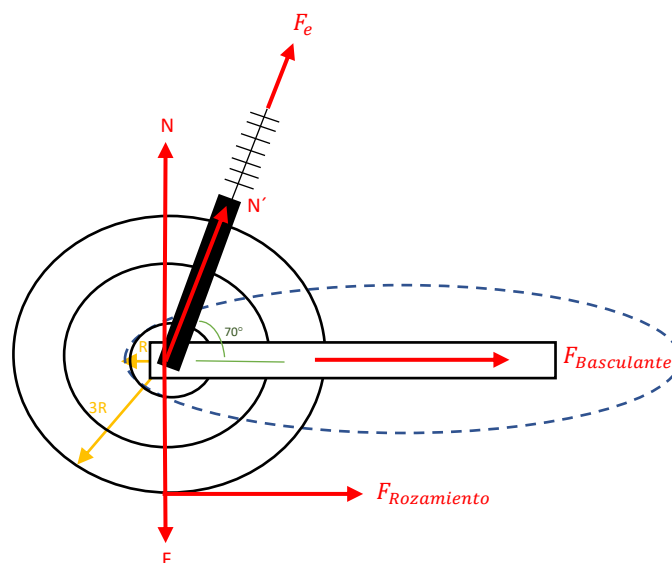


Figura 34. Fuerzas tren trasero.

Complementos que pueda llevar la motocicleta

$$F = P * g = (P_{Chasis} * P_{Piloto}) * Gravedad = (7 + 3 + 90) * 9,81 = 981 N$$

$$N = F = 981 N$$

$$N' = \frac{N}{\text{Sen } \alpha} = \frac{981}{\text{Sen } 70^\circ} = 1043,96 \text{ N}$$

$$F_{\text{Tracci3n}} = m * g * \mu = (7 + 3 + 90) * 9,81 * 0,5 = 490,5 \text{ N}$$

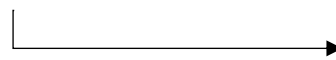
$$F_{\text{Cadena}} = \frac{3R}{R} * F_{\text{Tracci3n}} = \frac{20}{7} * 490,5 = 1401,42 \text{ N}$$

$$F_{\text{Basculante}} = F_{\text{Tracci3n}} + F_{\text{Cadena}} = 490,5 + 1401,42 = 1891,93 \text{ N}$$

La suspensi3n trasera supondremos que actúa como un simple muelle cuya constante elástica será 40 N/mm y tiene un recorrido de 30 mm en esta situaci3n.

$$F_{\text{Muelle}} = \text{Conts Elastica} * \text{Recorrido} = 40 * 30 = 1200 \text{ N}$$

$$F_e = N' - F_{\text{Muelle}} = 1043,96 - \frac{1200}{2} = 443,96 \text{ N}$$



Debido a que hay dos amortiguadores

Fuerzas en el motor.

$$F_{\text{Peso del motor}} = 15 * 9,81 = 147,15 \text{ N}$$

Esta fuerza se reparte entre los dos anclajes que se encargan de unir el motor con el chasis.

El tiempo aproximado de este tipo de motocicletas en alcanzar su velocidad máxima de 45 Km/h es aproximadamente de unos 5 segundos en una situaci3n de un pavimento sin pendiente.

$$45 \frac{\text{Km}}{\text{h}} = 12,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{Aceleraci3n } (a) = \frac{12,5}{5} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{\text{Inercia}} = m * a = 15 * 2,5 = 37,5 \text{ N}$$

Fuerzas provocadas por el piloto.

$$F_{Peso\ Piloto} = m * g = 90 * 9,81 = 882,9\ N$$

$$F_{Manillar} = m * a = 90 * 2,5 = 225\ N$$

En la siguiente imagen se puede observar las fuerzas que entran en el chasis y su respectiva distribución para así después poder introducirlas en el software y realizar el análisis estructural de esta primera hipótesis.

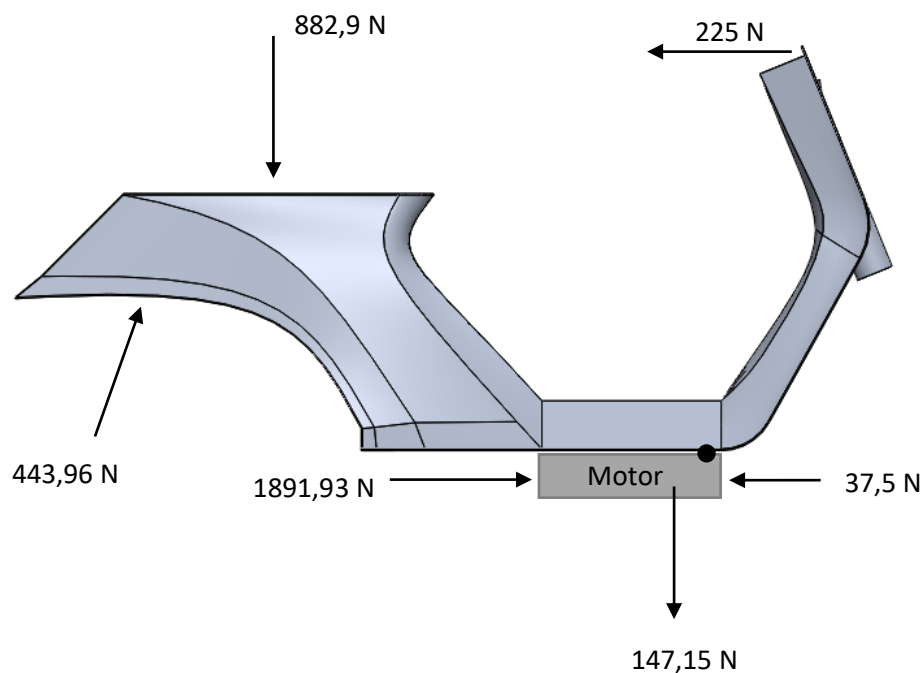


Figura 35. Resumen fuerzas Caso 1, Aceleración Máxima.

Desde el programa se pueden ver las fuerzas de la siguiente manera:

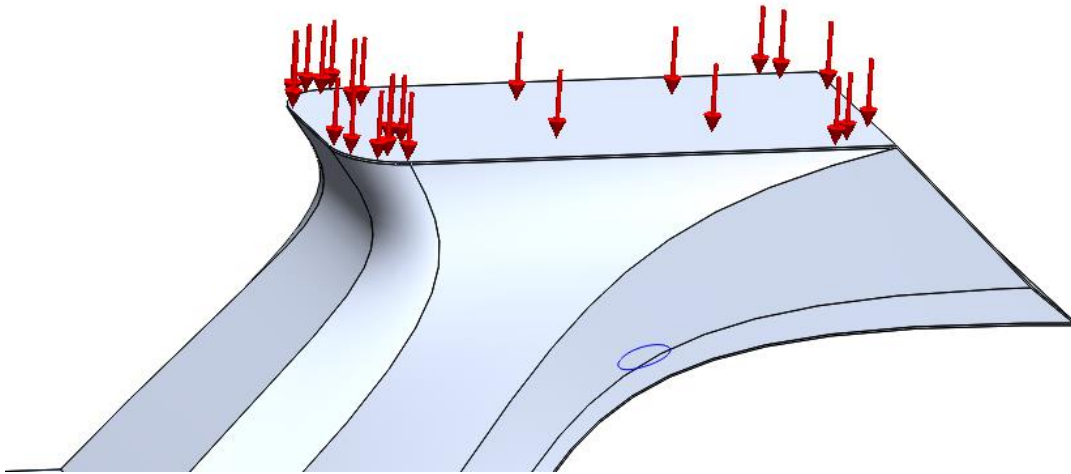


Figura 36. Fuerza provocada por el piloto.

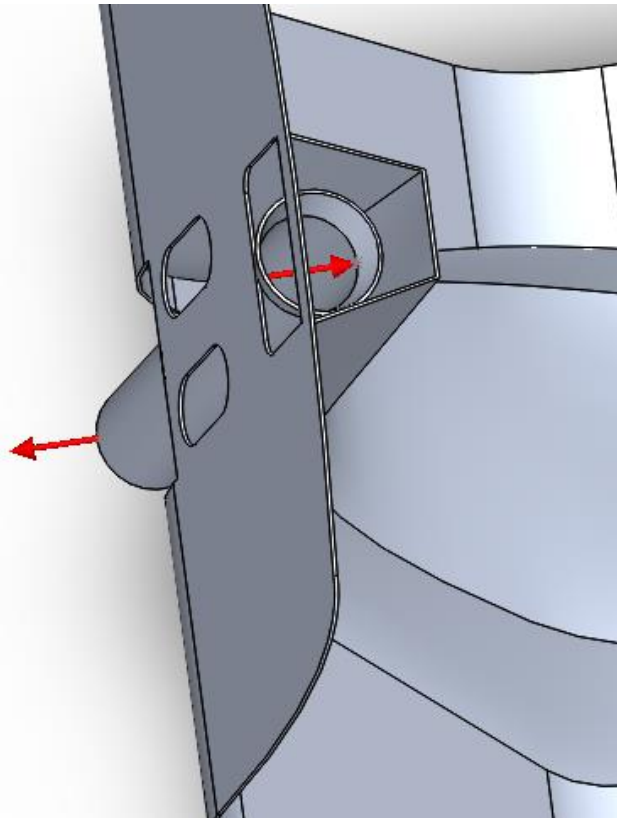


Figura 37. Fuerzas en la pipa de dirección.

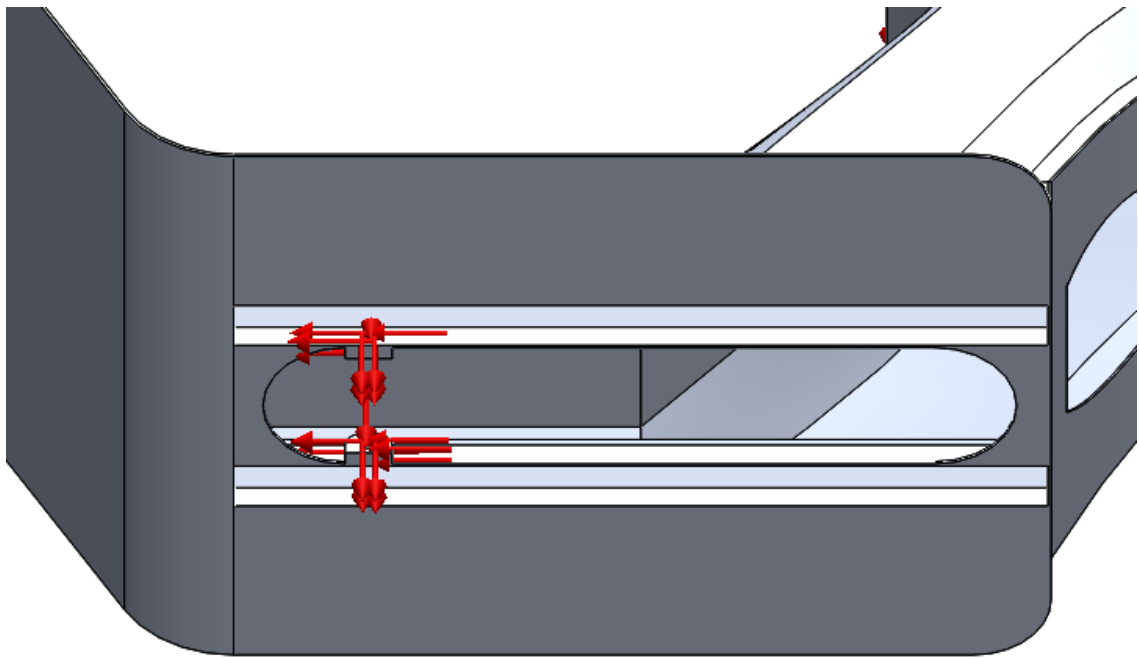


Figura 38. Fuerzas en los anclajes del motor.

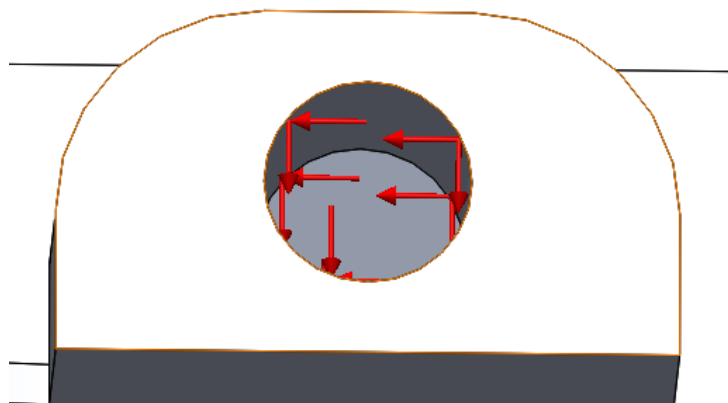


Figura 39. Zum anclajes del motor.

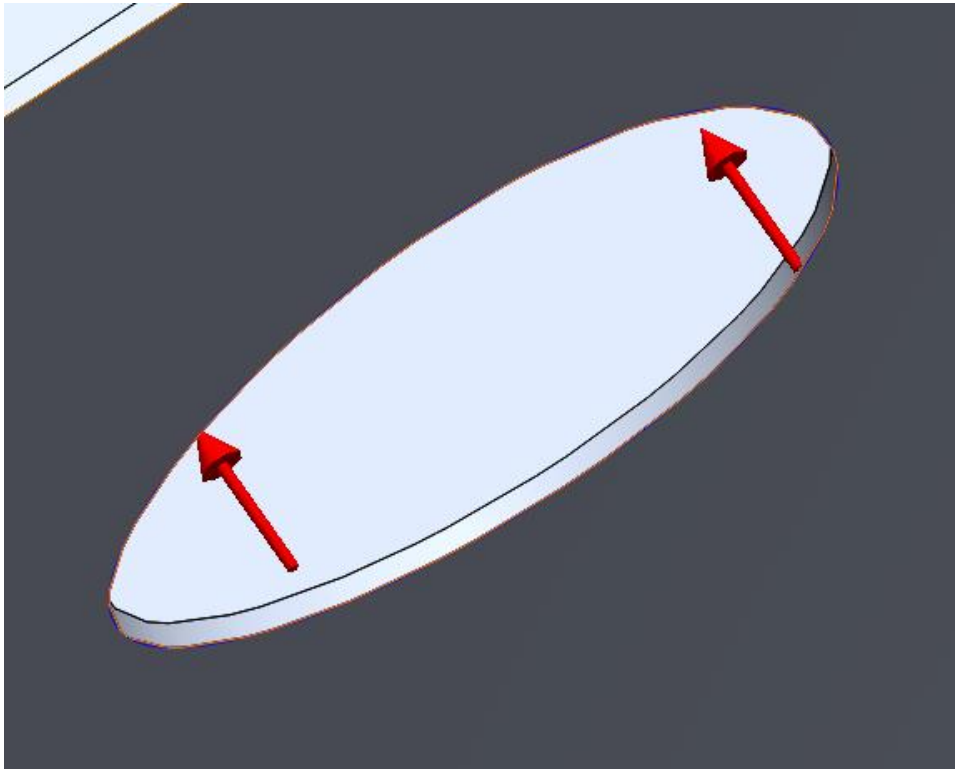


Figura 40. Fuerzas en las sujeciones de la amortiguación trasera.

3.4.2. Frenada Máxima 45-0 Km/h.

En esta segunda hipótesis se podrán observar los esfuerzos que sufre el chasis de la motocicleta cuando desde una velocidad de 45 km/h pasa a 0 km/h. Se trata de una frenada brusca donde como en el anterior caso nos encontramos frente a una situación límite.

Se supondrá que durante unos microsegundos por una parte la rueda trasera del ciclomotor perderá el contacto total con el asfalto y el 100 % de las fuerzas las sufrirá el tren delantero y, por otra parte, la inercia de la frenada tan exigente hará que el piloto pierda el contacto con el sillín anulando por completo los esfuerzos que podría sufrir el tren trasero. Debido a este acto el piloto ejercerá una fuerza horizontal sobre el manillar entrando por la pipa de dirección con sentido al suelo.

El motor lo seguiremos tratando como una masa en suspensión amarrado a dos anclajes directamente al chasis por la parte inferior. La detención en seco del vehículo provocara una inercia en este, tendiendo a seguir el sentido lineal de la marcha. Apareciendo de forma simultanea una fuerza vertical hacia el suelo debido a su propio peso junto con la fuerza de la gravedad y una fuerza horizontal paralela al suelo.

Fuerzas en el tren delantero.

En primer lugar, calcularemos la fuerza de frenada:

$$F_{Frenada} = (P_{Piloto} * P_{Chasis+complementos}) * aceleración$$

En situación de frenada la fuerza de deceleración o aceleración negativa se calcula de la siguiente manera:

$$Aceleracion = \frac{V_{Final} - V_{Inicial}}{\Delta_T}$$

Donde Δ_T hace referencia al tiempo en segundos que tarda en detenerse totalmente el vehículo. Se ha supuesto que tarda una media de entre 3 y 6 segundos, valores acordes con la cilindrada del ciclomotor.

Δ_T (Segundos)	Aceleración ($\frac{m}{s^2}$)
3	-4,17
4	-3,13
5	-2,50
5	-2,08

Tabla 7. Calculo de la desaceleración máxima.

Se elige la situación mas desfavorable para poner a prueba el comportamiento del chasis frente a situaciones límite.

$$F_{Frenada} = (90 + 10) * (-4,17) = - 417 \text{ N}$$

La siguiente fuerza que aparece es la provocada por el peso del piloto y el chasis de la moto:

$$F = P * g = (P_{Chasis} * P_{Piloto}) * Gravedad = (7 + 3 + 90) * 9,81 = 981 \text{ N}$$

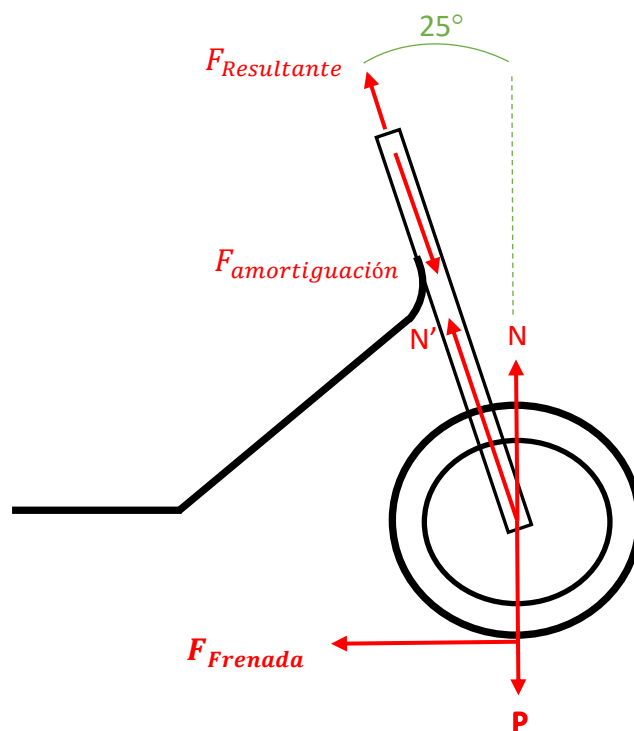


Figura 41. Fuerzas tren delantero.

$$N' = \frac{N}{\text{sen}(25^\circ)} = \frac{981}{\text{sen}(25^\circ)} = 2321,24 \text{ N}$$

Supondremos que la amortiguación delantera al igual que la trasera se comporta como un muelle elástico cuya constante elástica será 30 N/mm. En el momento de la frenada máxima sufre un recorrido de aproximadamente 35 mm.

$$F_{Muelle} = - \text{Constante Elastica} * \text{Recorrido} = -30 * 35 = -1050 \text{ N}$$

$$F_{Resultante} = N' - F_{Muelle} = 2321,24 - 1050 = 1271,24 \text{ N}$$

Tanto la fuerza Normal formada por la suma de masas del ciclomotor y el piloto como la fuerza de frenada debido al rozamiento del neumático con el asfalto provocan momentos que se ven reflejados en la pipa de dirección. Cada uno de ellos tiene un sentido por lo que la diferencia de ambos será el momento resultante que se aplicará a la hora de analizar el chasis en el software.

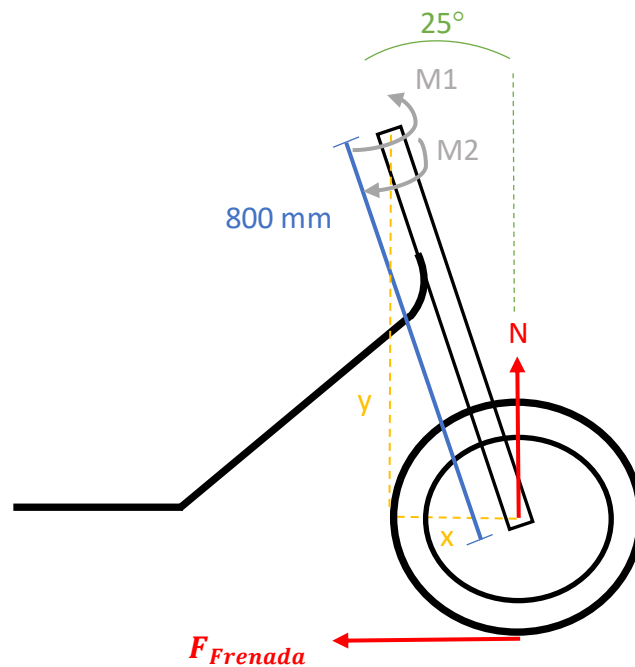


Figura 42. Geometría y Momentos tren delantero.

$$y = \text{Cos}(25^\circ) * 0,8 = 0,73 \text{ m}$$

$$x = \text{Sen}(25^\circ) * 0,8 = 0,34 \text{ m}$$

$$M1 = N * x = 981 * 0,34 = 331,67 \text{ Nm}$$

$$M2 = F_{Frenada} * y = 417 * 0,73 = 302,34 \text{ Nm}$$

$$M_{Resultante} = M1 - M2 = 331,67 - 302,34 = 29,33 \text{ Nm}$$

Fuerzas provocadas por el piloto.

En este caso tendremos en cuenta la fuerza que hace el piloto sobre el manillar:

$$F_{Manillar} = m * a = 90 * 4,17 = 375,3 \text{ N}$$

Fuerzas provocadas por el motor.

$$P_{Motor} = m * g = 15 * 9,81 = 147,15 \text{ N}$$

$$F_{Inercia} = m * a = 15 * 4,17 = 62,55 \text{ N}$$

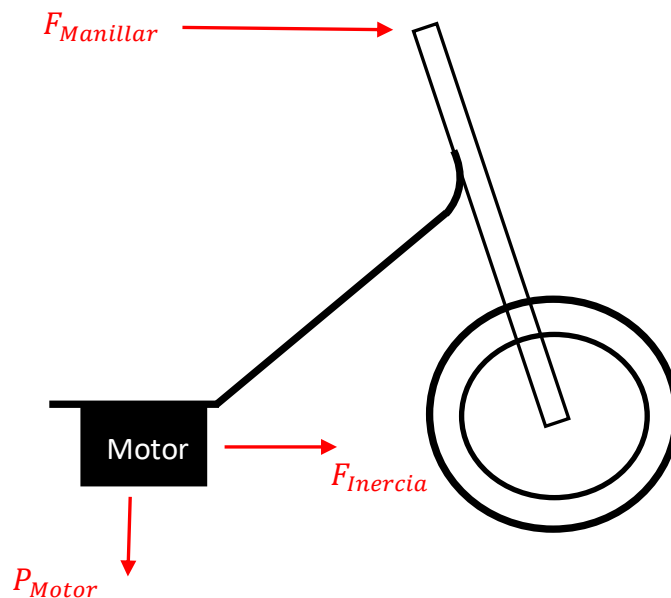


Figura 43. Fuerzas en el motor y el manillar.

En la siguiente imagen se puede observar las fuerzas que entran en el chasis y su respectiva distribución para así después poder introducirlas en el software y realizar el análisis estructural de esta segunda hipótesis.

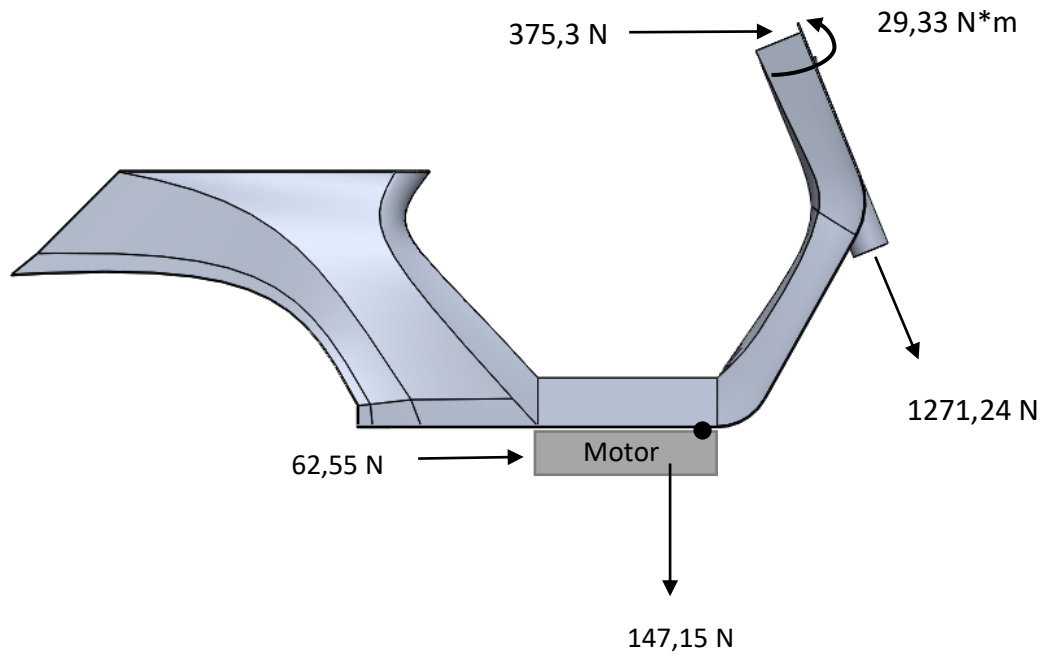


Figura 44. Resumen fuerzas Caso 2, Frenada Máxima.

Finalmente se pueden observar de la siguiente manera las fuerzas una vez introducidas en el software:

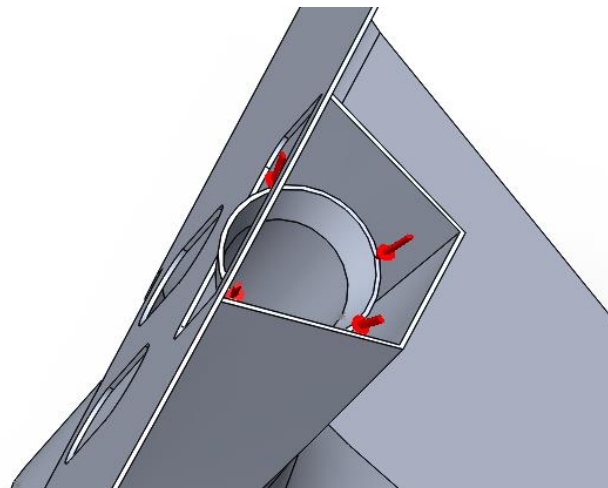


Figura 45. Fuerza Resultante entrando por la pipa de dirección.

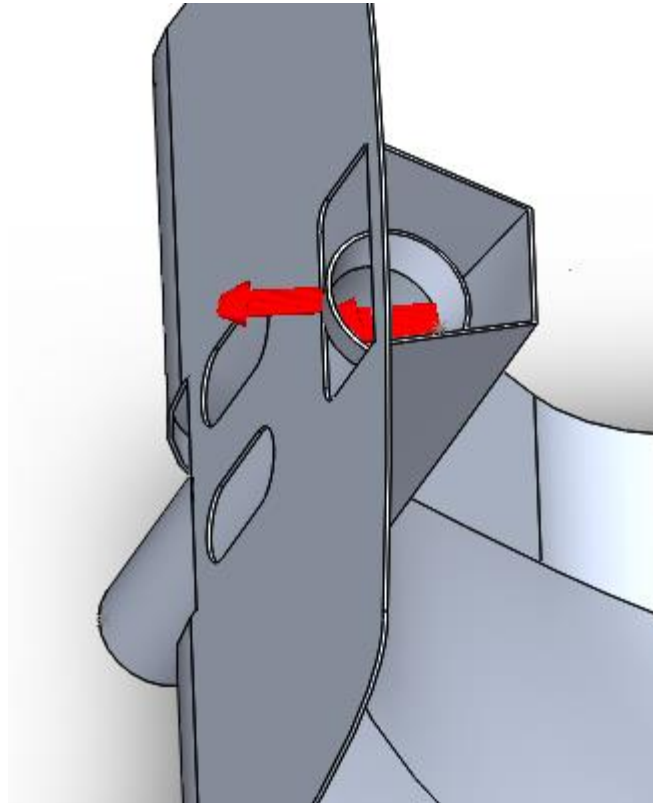


Figura 46. Fuerza provocada por el piloto debido a la frenada.

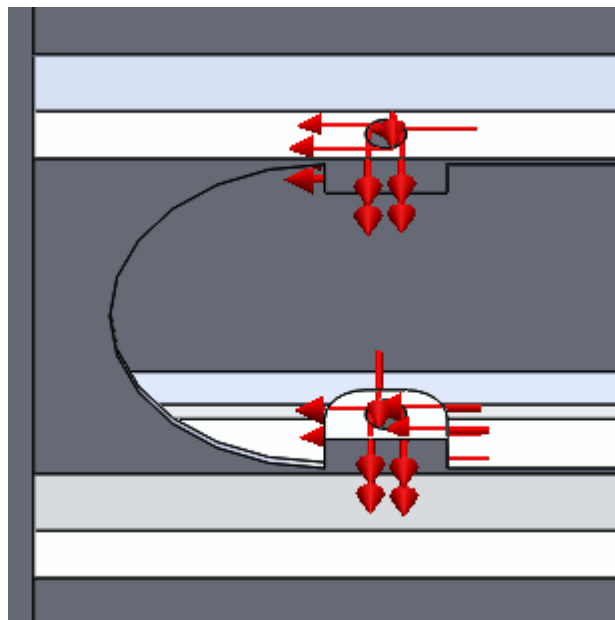


Figura 47. Fuerzas en los anclajes del motor.

3.5. Simulación del modelo.

En este apartado se podrá observar los resultados que se obtienen tras someter el chasis a diversas situaciones límite en las que diariamente se puede ver involucrado.

Como se ha citado anteriormente el software utilizado durante este proyecto es el SolidWorks con la licencia que facilita la Universidad Politécnica de Valencia a sus estudiantes. Este programa tiene la herramienta de “SolidWorks Simulation” en la cual nos permite hacer una gran cantidad de simulaciones desde análisis estáticos donde se calculan desplazamientos, fuerzas de reacción, deformaciones unitarias y tensiones, hasta estudios de fatiga donde se puede observar que las cargas y descargas repetidas debilitan los objetos a lo largo del tiempo. Gracias a ello se puede detectar las zonas más débiles y castigadas para así diseñar un chasis seguro y con una larga vida de utilidad.

Para simular las distintas situaciones que se han creado el software utiliza el ya conocido Método de Elementos Finitos (MEF), se trata de aproximar soluciones de ecuaciones diferenciales parciales con la intención de obtener unos resultados lo más próximos a la realidad posible sin tener que materializar el modelo y someterlo físicamente a las condiciones reales de trabajo. Esto lo consigue dividiendo el sólido en un número finito de elementos y uniéndolos por lo que se conocen como nodos, con la finalidad de simplificar un problema complejo en muchos problemas simples que serán resueltos de manera simultánea.

El proceso de división del sólido en elementos más pequeños se denomina mallado en el cual se pueden elegir diferentes parámetros para el modelo que se vaya a estudiar, desde la cantidad de elementos finitos que queremos crear para darle una mayor o menos exactitud a la simulación como la forma de estos elementos.

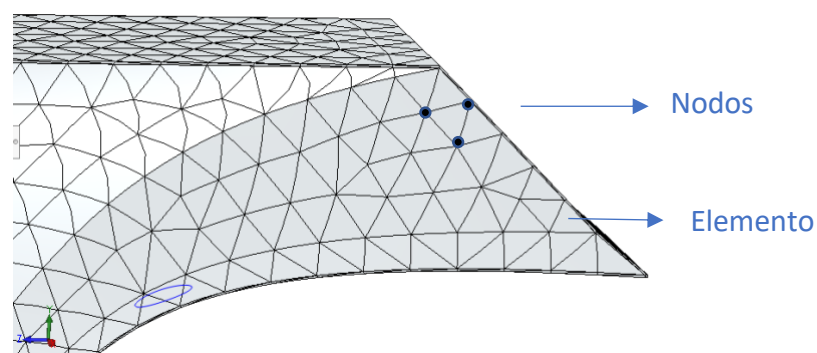


Figura 48. Elementos y Nodos.

3.5.1. Mallado.

Se trata de una malla sólida basada en curvatura de combinado, crea tetraedros del mismo tamaño excepto donde le colocamos al modelo controles de malla, creando elementos mas pequeños para una mayor precisión. Se suelen poner estos controles en operaciones pequeñas y zonas débiles.

A continuación, se muestra una tabla exportada del software donde se pueden ver los detalles del mallado:

Malla Detalles	
Nombre de estudio	Aceleración Máxima [-Predeterminado<Como mecanizada>-]
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos	29 puntos
Control de malla	Definida
Tamaño máx. de elemento	33,683 mm
Tamaño mín. de elemento	3,82683 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	33820
Número total de elementos	16595
Cociente máximo de aspecto	351,37
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto < 3	2,45
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto > 10	62,8
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	2,4
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss)	00:00:19
Nombre de computadora	

Figura 49. Propiedades Malla.

Se observan datos como el número de elementos en los que ha sido dividido el modelo (16595) con sus respectivos tamaños (el mas grande abarca 33,68 mm y el mas pequeño 3,83 mm). También aparece el número de puntos jacobianos que se han creado, que establecen el numero de puntos de integración que se usaran para verificar el nivel de distorsión de los elementos tetraédricos.

Finalmente se puede observar como queda la malla aplicada al chasis:

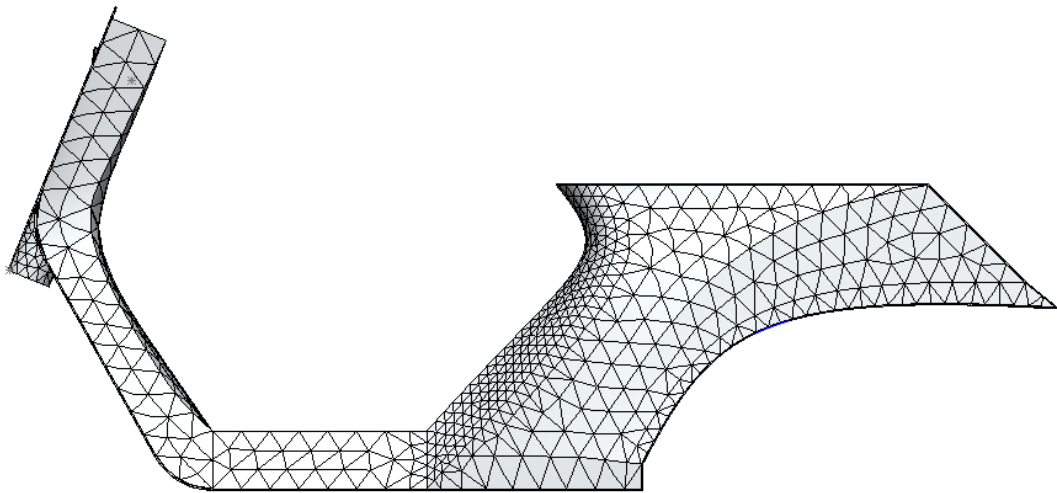


Figura 50. Vista lateral de la malla.

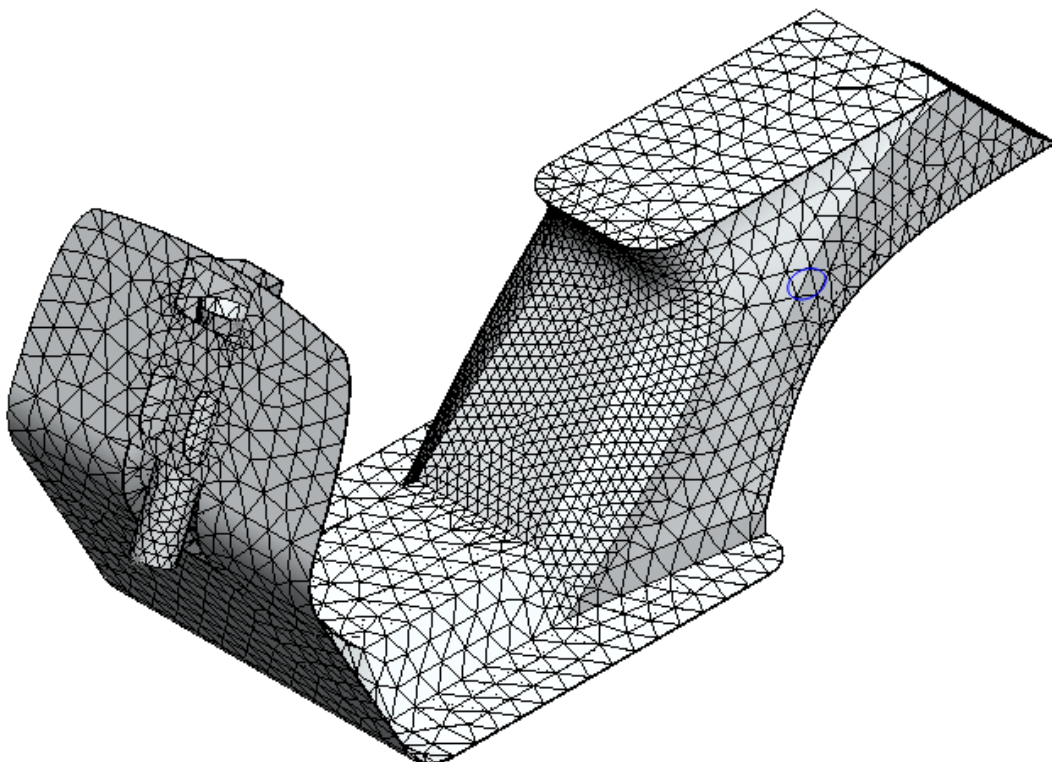


Figura 51. Vista Isométrica de la malla.

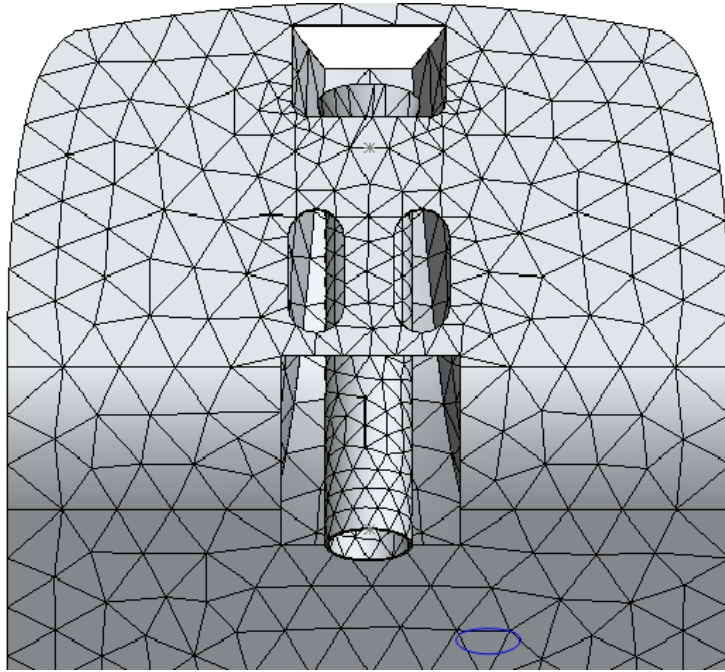


Figura 52. Detalles del control de malla en la pipa de dirección.

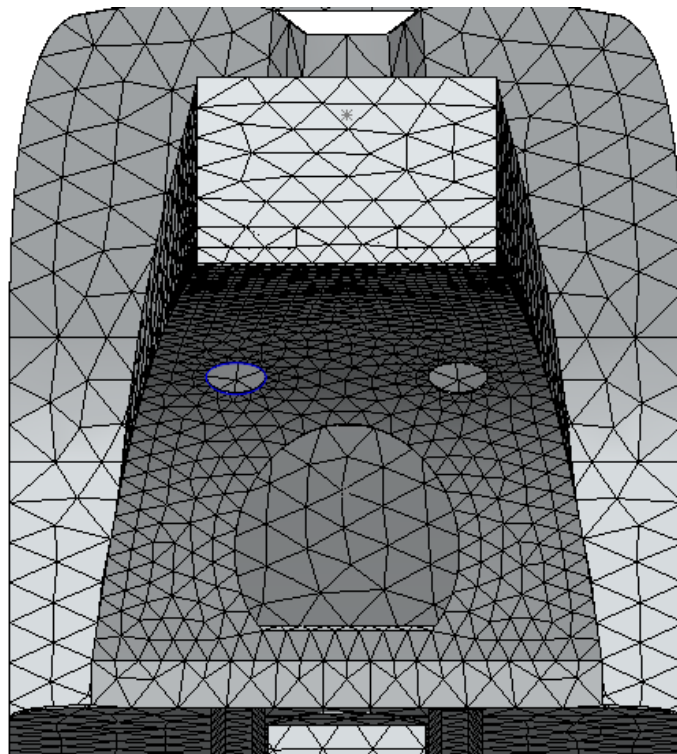


Figura 53. Detalles del control de malla en el anclaje de la amortiguación.

3.5.2. Análisis aceleración máxima.

Se ha realizado un análisis estático para calcular la respuesta del chasis en el cual se aplican las fuerzas lentamente. Las cargas permanecen constantes después de alcanzar sus magnitudes completas.

En primer lugar, se ha realizado un estudio de las **tensiones** basado en la teoría de Von Mises conocida como teoría de la energía de cortadura o teoría de la energía de distorsión máxima. Se expresa de la siguiente manera:

$$S_{\text{vonMises}} = \left\{ \left[(s_1 - s_2)^2 + (s_2 - s_3)^2 + (s_1 - s_3)^2 \right] / 2 \right\}^{(1/2)}$$

Expone que un material dúctil comienza a ceder en una ubicación cuando la tensión de von Mises es igual al límite de tensión. En la mayoría de los casos, el límite elástico se utiliza como el límite de tensión. Sin embargo, el software le permite utilizar el límite de tensión de tracción/ruptura o establecer su propio límite de tensión.

Una vez realizado el estudio de las tensiones se observa de la siguiente manera:

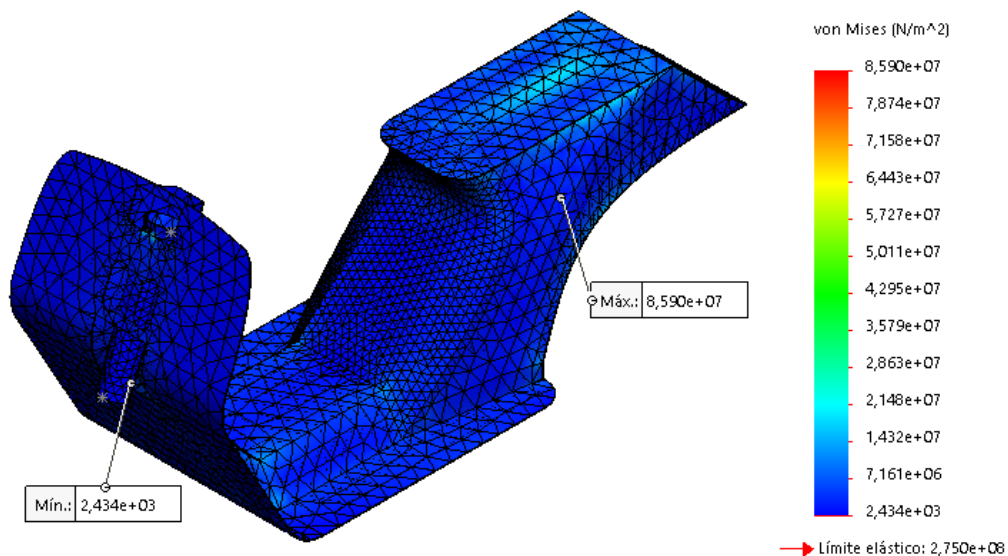


Figura 54. Vista isométrica de las tensiones durante la aceleración.

El límite elástico del material utilizado es de $2,75 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$ y la **tensión máxima** calculada que va a soportar el chasis tiene el valor de $8,59 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$, lo que significa que no supera en ninguno de los casos las propiedades del material.

Como se puede observar en las siguientes fotografías el punto de máxima tensión se encuentra en los agujeros donde se acoplan las amortiguaciones traseras.

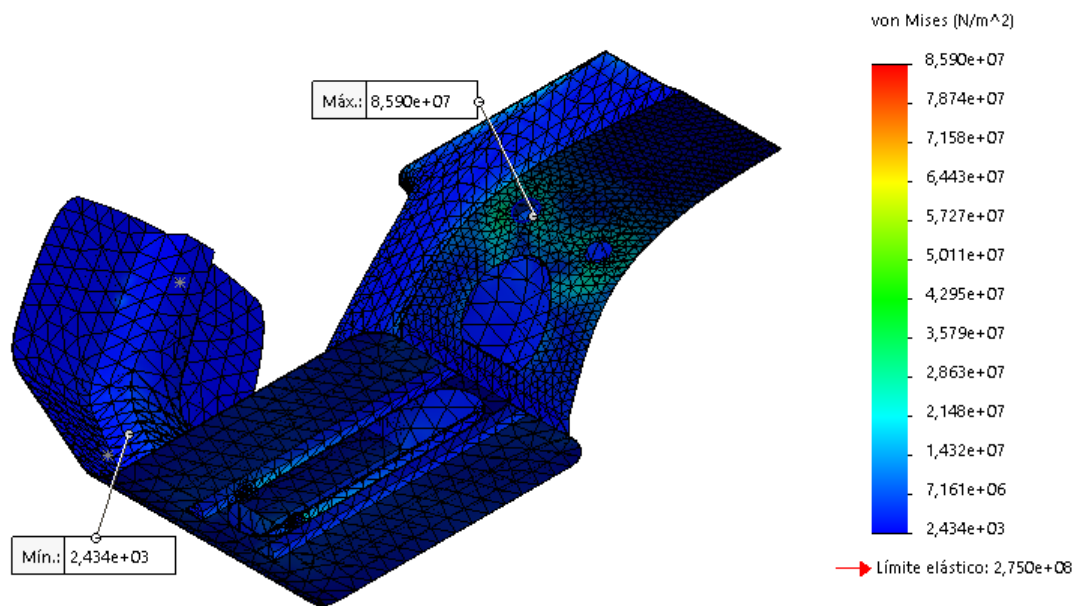


Figura 55. Localización de la tensión máxima.

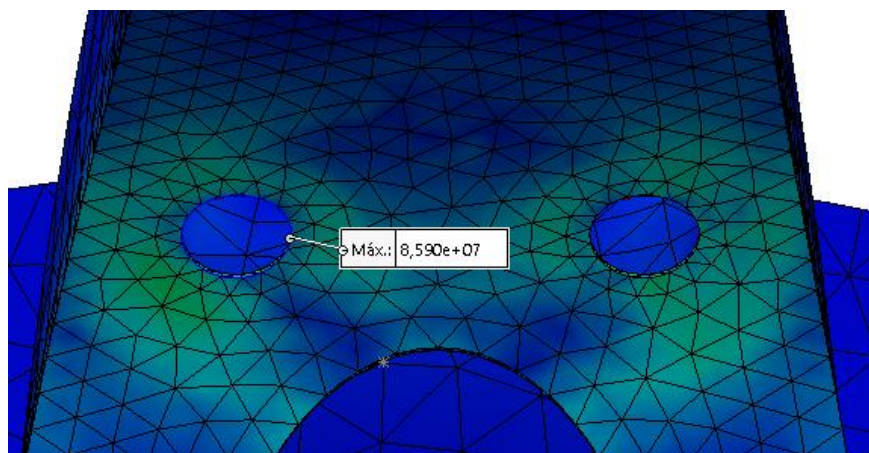


Figura 56. Ampliación de la zona conflictiva.

Es lógico detectar el punto mas desfavorable en estos acoples ya que en la situación que estamos estudiando todo el grado de cargas se desplaza hacia la parte posterior del ciclomotor. También se observa que el reparto de tensiones es equivalente en ambas partes, esto se debe a la simetría del chasis diseñado.

Existe otro punto conflictivo, se trata de los amarres donde va fijado el motor. En ellos entra una gran fuerza como lo es la fuerza provocada por la cilindrada del motor, pero al mismo tiempo se trata de la zona donde el material adopta un mayor espesor. Exactamente toma el valor de 1,2 cm, asegurando que sea un punto de anclaje seguro y resistente.

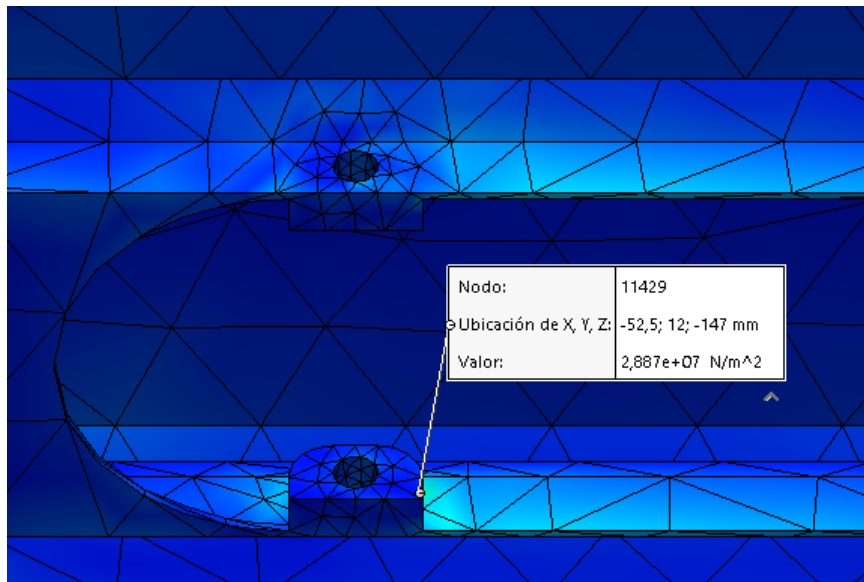


Figura 57. Tensión en los anclajes del motor.

La tensión es de $2,89 \times 10^7 \text{ N/m}^2$, un valor muy alejado de una tensión que puede llegar a ser capaz de producir una ruptura.

La segunda parte del estudio estático se basa en los desplazamientos que sufre el chasis durante la aceleración máxima. Se ha utilizado una solución para grandes desplazamientos, esto implica más tiempo y recursos que la solución para desplazamientos pequeños, pero proporciona resultados más exactos.

El estudio estático se soluciona mediante la aplicación paso a paso de la carga y la actualización de la geometría. Comprueba el desplazamiento máximo (norma Euclidiana) entre el número total de nodos y lo compara con la longitud característica del modelo. Si el cociente entre el desplazamiento máximo y la longitud característica del modelo es mayor que el 10 %, aparece un mensaje de advertencia. La longitud característica del modelo (L) se calcula como:

$$L = \sqrt{\sum_{i=1}^N [(X_i - X_c)^2 + (Y_i - Y_c)^2 + (Z_i - Z_c)^2]/N}$$

Donde: X_i , Y_i y Z_i son las coordenadas de nodo i ; X_c , Y_c y Z_c son las coordenadas del centro geométrico del modelo; y N es el número total de nodos en el modelo.

En la siguiente imagen se observa los desplazamientos que se producen en el chasis durante la aceleración máxima:

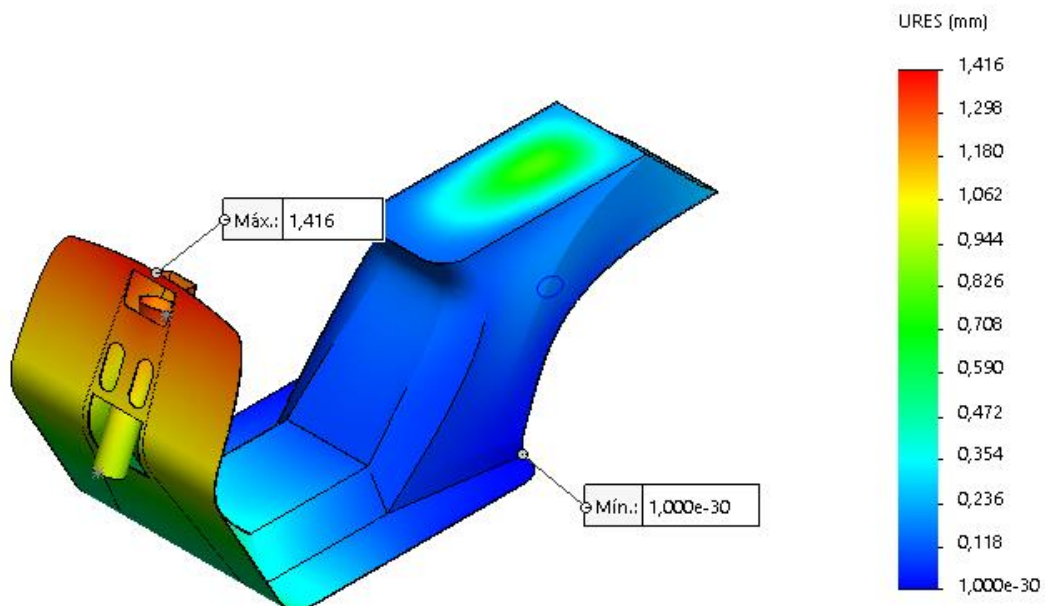


Figura 58. Vista isométrica de los desplazamientos producidos en el chasis durante la aceleración.

Con un valor máximo de desplazamiento de 1,4 mm, la parte superior de la pipa de dirección se convierte en la zona que sufre mayor desplazamiento durante la aceleración máxima del ciclomotor. Se trata de un casi insignificante valor, pero sí lógico, ya que como se había citado a la hora de calcular los esfuerzos la rueda delantera pierde el contacto con el asfalto durante unos microsegundos haciendo que la parte superior del ciclomotor se levante al mismo tiempo.

A continuación, se ha aumentado un 10% los resultados de las deformaciones para que podamos comparar de forma exagerada la forma final que adopta:

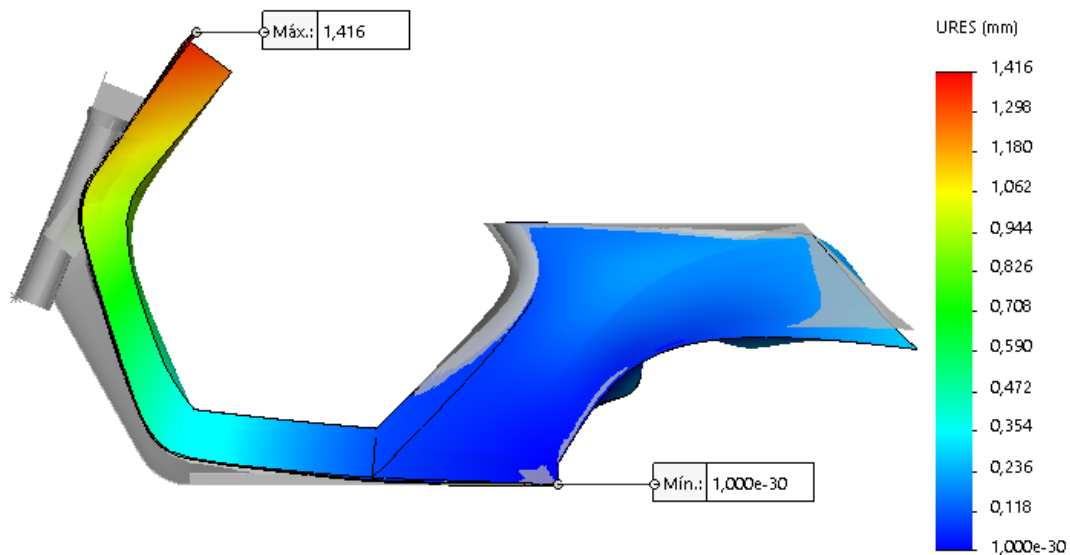
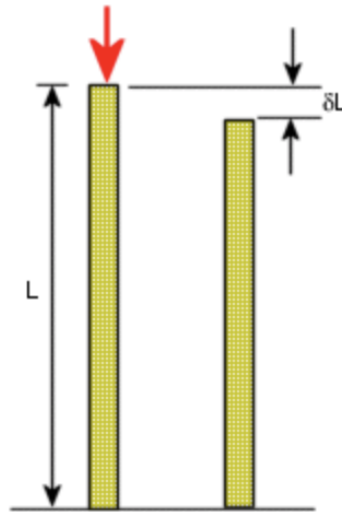


Figura 59. Comparación de la forma inicial y final del modelo tras sufrir una aceleración máxima.

Lo que se observa en gris se trata del chasis inicial, sin sufrir ningún tipo de fuerzas que lo hagan deformarse. Que los desplazamientos máximos estén en la zona superior de la pipa de dirección no significa, como se ha podido comprobar, que sea la misma zona la que sufra mayores tensiones y a su vez mayores deformaciones.

La tercera parte del estudio se trata de ver la deformación unitaria máxima que sufre el chasis. Se conoce como la proporción de cambio de longitud δL a la longitud original L de cada elemento en los que se ha dividido el diseño.



Deformación unitaria = $\delta L/L$

Figura 60. Explicación deformación unitaria.

Es una cantidad sin dimensión, ya que trata de una comparación entre dos valores con la misma unidad de medida.

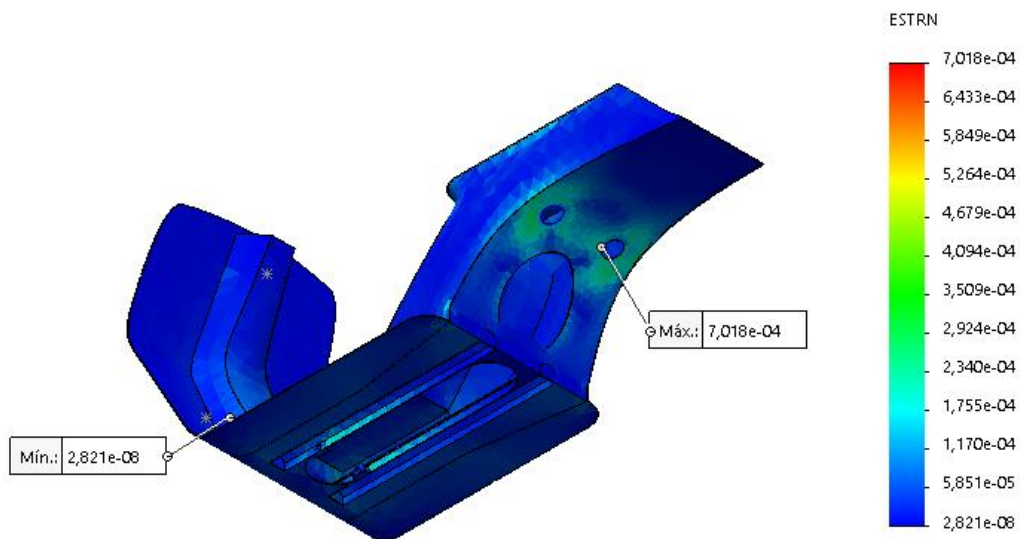


Figura 61. Deformaciones unitarias en el chasis.

Coincide como es lógico que la máxima deformación unitaria se produzca en la zona de máxima tensión. Con un valor de $7,02 \cdot 10^{-4}$ el anclaje donde se monta la amortiguación trasera se convierte en la zona crítica de deformación.

Finalmente se muestra una imagen de la ampliación de la zona para poder observar con claridad donde es exactamente el punto de máxima deformación unitaria.

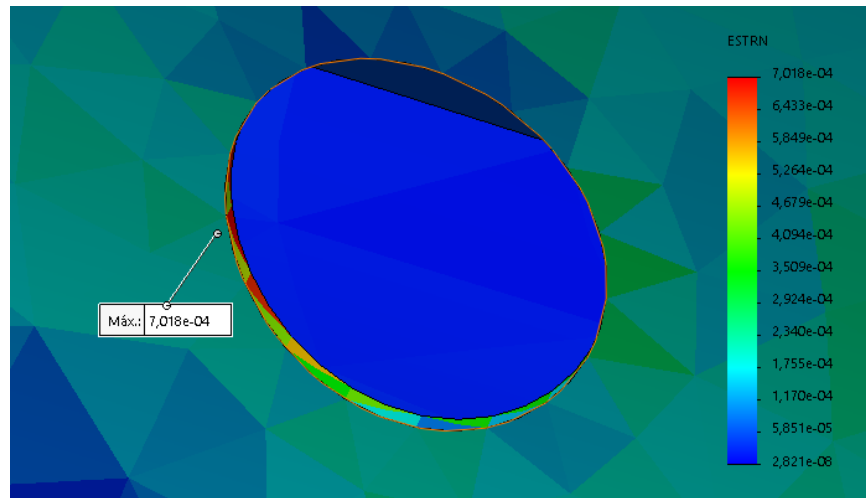


Figura 62. Ampliación de la zona de conflicto.

3.5.3. Análisis frenada máxima.

De igual manera que en el análisis anterior, se trata de un estudio estático del chasis donde se calcularán las tensiones (σ), los desplazamientos (μ) y las deformaciones unitarias (ϵ) con las mismas teorías y fundamentos.

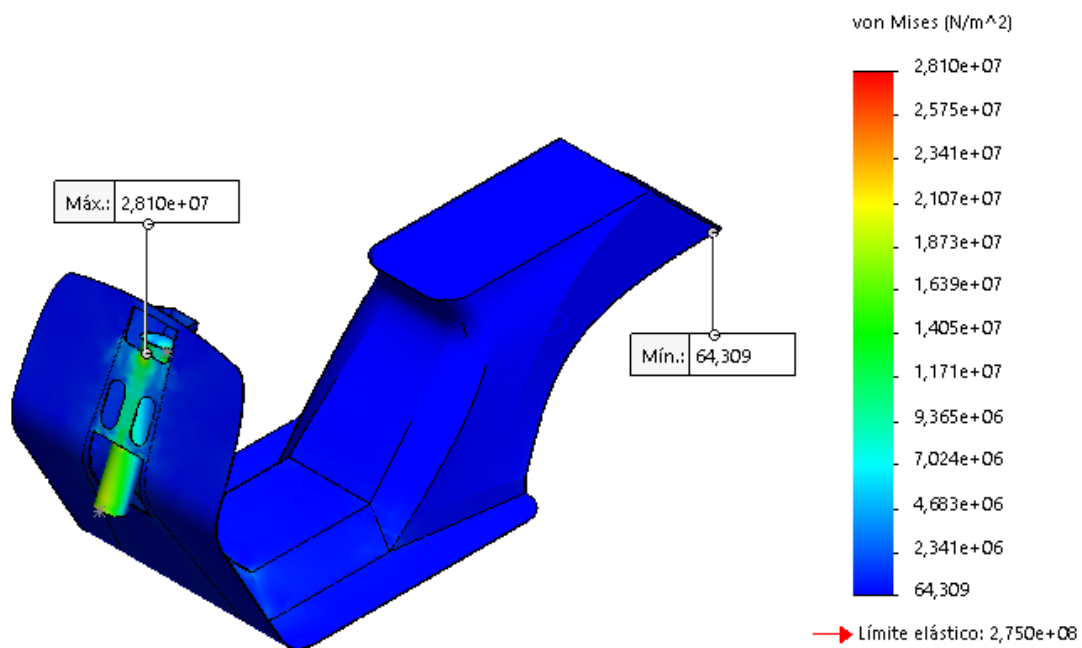


Figura 63. Vista isométrica de las tensiones durante la frenada.

Siguiendo este orden, en la anterior imagen se puede observar las tensiones que aparecen en el modelo tras sufrir una frenada brusca. Esta vez con un valor de $2,81 * 10^7 N/m^2$ encontramos la **tensión máxima** en la parte superior de la pipa de dirección.

Se debe a que como bien se ha supuesto a la hora de calcular los esfuerzos, el total del grado de carga se desplaza hacia la zona delantera del chasis. La amortiguación delantera que se encuentra instalada en esta zona será la encargada de absorber toda la fuerza resultante que provoca esta situación límite además de la fuerza que provoca el piloto debido a la inercia de su propio peso.

A continuación, se muestra la zona ampliada para ver con claridad donde se encuentra esta tensión:

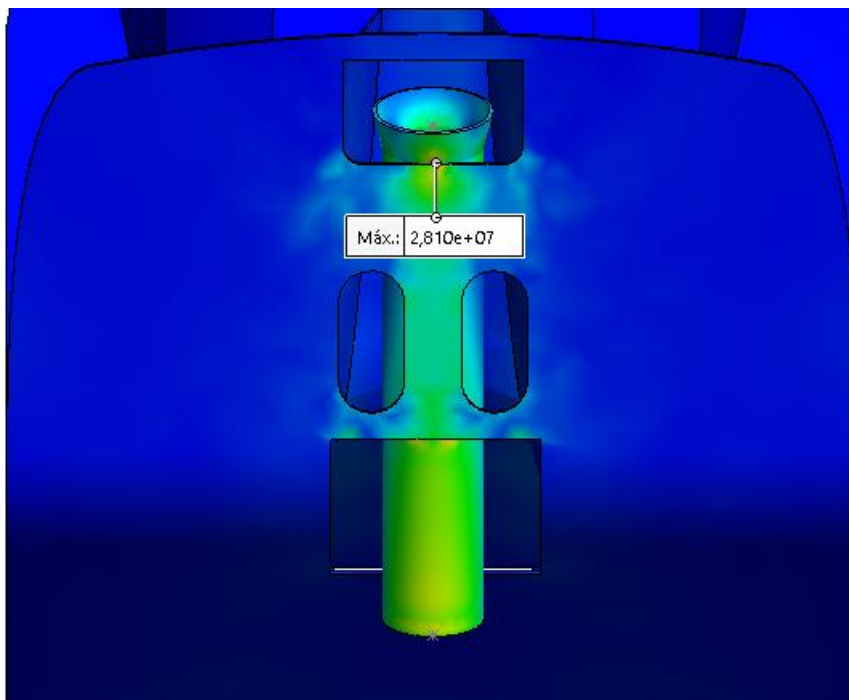


Figura 64. Ampliación de la zona conflictiva.

Coincidiendo con el caso de la aceleración máxima, la parte superior del ciclomotor donde va instalado el manillar es la zona que más se desplaza. Para poder hacer una buena valoración se añade una imagen con los desplazamientos totales del chasis durante la frenada:

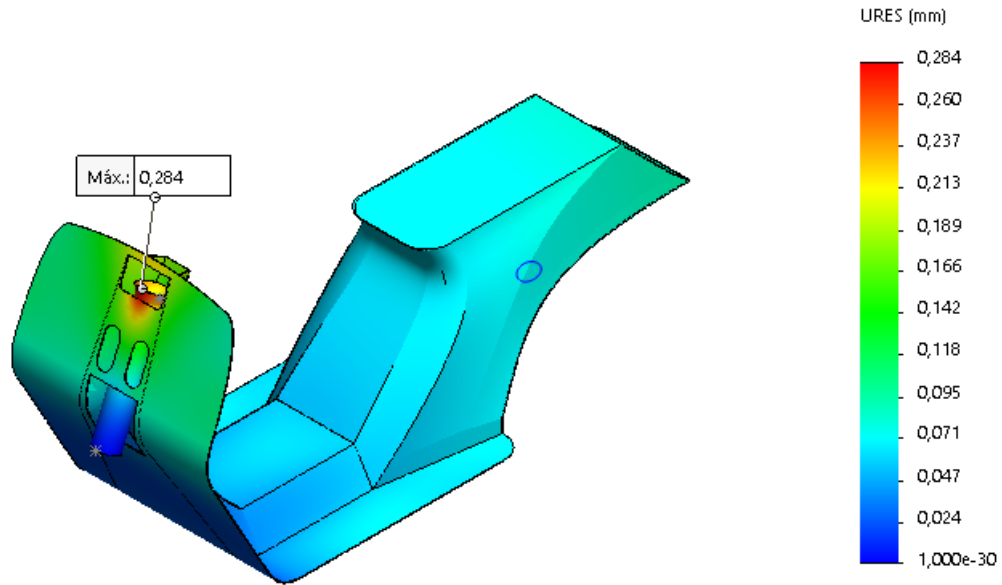


Figura 65. Vista isométrica de los desplazamientos producidos en el chasis durante la frenada.

Este movimiento es debido a la pérdida de contacto del neumático trasero con el asfalto, haciendo que el ciclomotor se incline hacia delante durante unos microsegundos. No toma un valor muy exagerado, se trata de 0,3 mm aproximadamente, lo que el piloto no sería capaz de sentir a penas esa acción.

Finalmente se muestra la comparación del estado inicial y final del chasis:

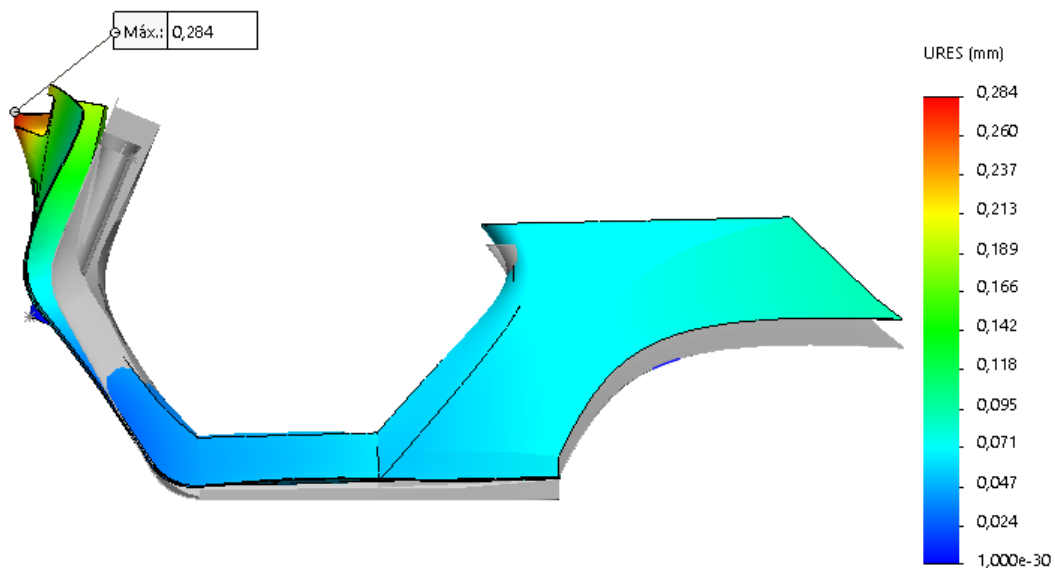


Figura 66. Comparación de la forma inicial y final del modelo tras sufrir una aceleración máxima.

En ultimo lugar vamos a analizar las deformaciones unitarias:

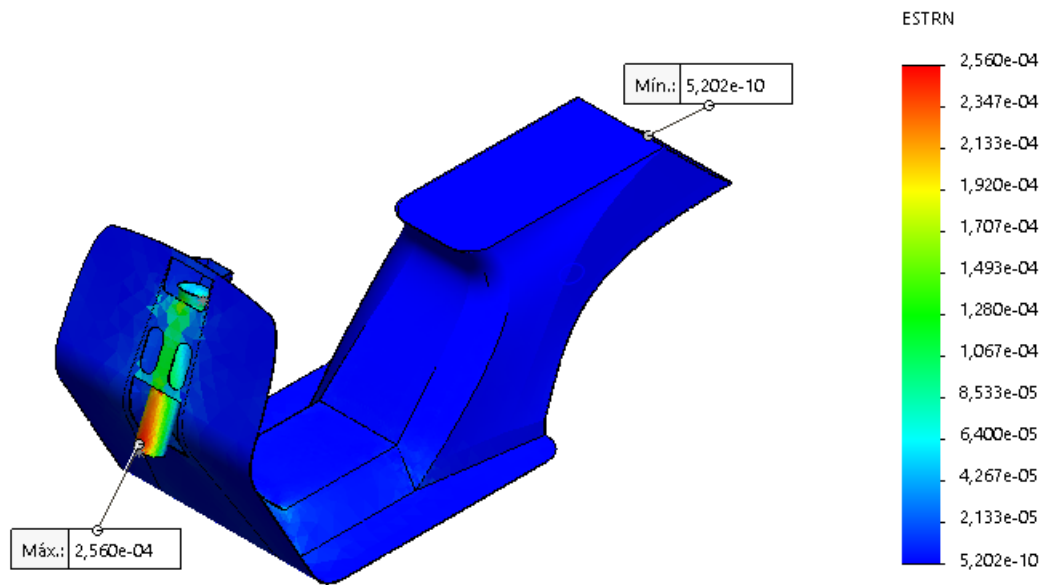


Figura 67. Vista isométrica de las deformaciones unitarias.

El punto de máxima deformación unitaria está situado en la parte inferior de la pipa de dirección, esta vez no coincide con el punto de máxima tensión que se encontraba en la parte superior. Se debe a que en la zona de máxima tensión se superponen dos chapas del material que conforma el chasis, lo que actúa como si fuese una chapa de 4 mm de espesor; mientras que la parte inferior solo resiste los esfuerzos con un espesor de 2 mm con la que esta formada la pipa de dirección.

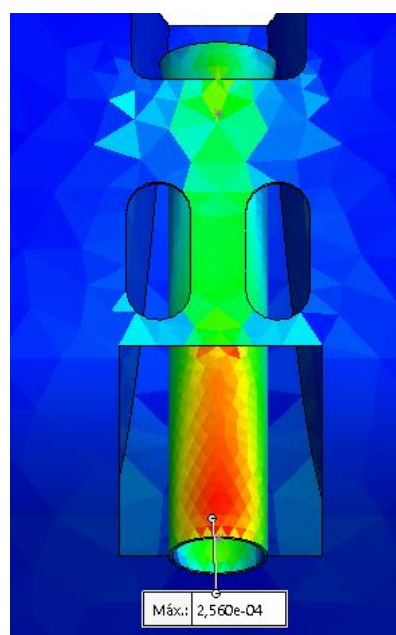


Figura 68. Ampliación de la zona de conflicto.

3.6. Conclusiones Simulación.

Como se ha podido ver, ambas situaciones límite vienen respaldadas por una buena elección de material, ya que en ninguno de los casos los esfuerzos provocan propiedades mecánicas superiores al aluminio 6061-T6.

En ocasiones puede ser que las fuerzas ocasionadas por estas hipótesis se queden cerca de alcanzar los valores extremos de esas propiedades mecánicas provocando con el paso del tiempo una posible fractura de la estructura.

Para comprobar cuanto margen existe entre los esfuerzos sufridos y las propiedades mecánicas del material existe lo que se conoce como coeficiente de seguridad. Es una medida de confiabilidad y simplemente se calcula haciendo la división del esfuerzo de cedencia dado por la curva del material y el esfuerzo calculado y dado por las condiciones a las que esta sometido nuestro diseño.

Los factores de seguridad altos en una región indican que puede tener una larga vida el material.

- Un factor de seguridad inferior a 1.0 en una ubicación significa que el material que se encuentra en esa ubicación ha fallado.
- Un factor de seguridad de 1.0 en una ubicación significa que el material que se encuentra en esa ubicación ha empezado a fallar.
- Un factor de seguridad superior a 1.0 en una ubicación significa que el material que se encuentra en esa ubicación es seguro.

El material que se encuentra en una ubicación empezará a fallar si aplica nuevas cargas iguales a las actuales multiplicadas por el factor de seguridad resultante, teniendo en cuenta que las tensiones/deformaciones unitarias permanecen en el intervalo lineal.

A continuación, se muestran las imágenes del factor de seguridad de ambas simulaciones:

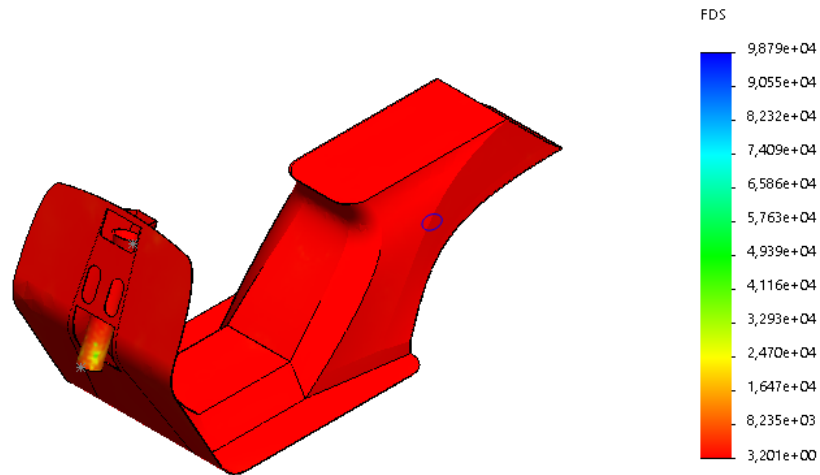


Figura 69. Factor se seguridad aceleración máxima.

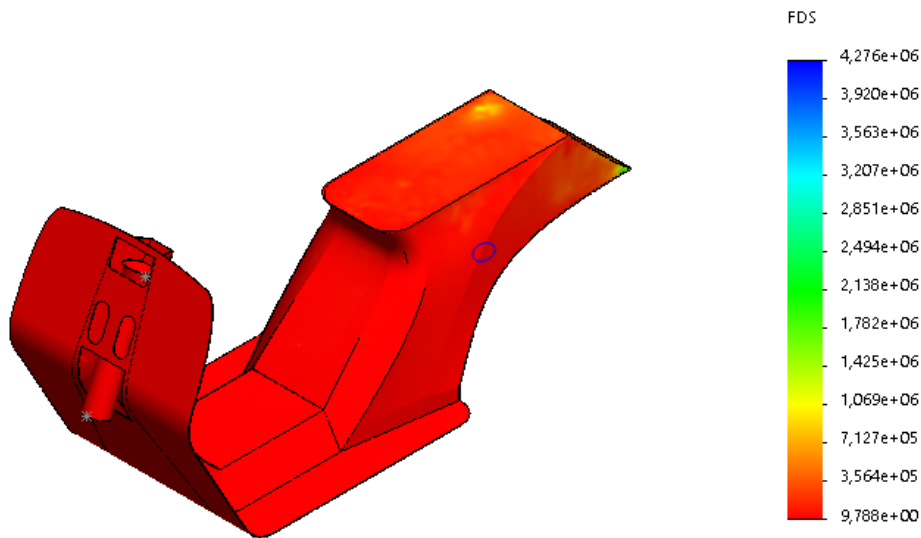


Figura 70. Factor de seguridad frenada máxima.

Vemos que bien en el caso de la aceleración máxima o bien en el de la frenada máxima el factor de seguridad mínimo calculado es de 3 y 9, esto quiere decir que esta muy por encima de sufrir una fractura el material y tiene una esperanza de vida muy larga.

4. MÉTODO DE FABRICACIÓN.

Dentro del mundo de los procesos de producción existen numerosas opciones para poder fabricar este chasis monocasco. La estructura como bien se ha nombrado en apartados anteriores se trata de una chapa metálica de 2 mm de espesor.

Un buen método de fabricación sería conformación por deformación y corte que está constituida por un conjunto de procesos que aprovechan las características de muchos materiales de soportar un flujo plástico de deformación. Consiste en la obtención de piezas mediante la aplicación de fuerzas de todo tipo, que deforman o fracturan el material. Estos procesos se pueden realizar en frío o en caliente.

Por un lado, algunas piezas podrían fabricarse con la operación “**Doblado y curvado**” que causa el flujo plástico del material, localizado en las líneas de pliegue y sin provocar fracturas. Las herramientas tienen un radio de redondeo adecuado al material a conformar.

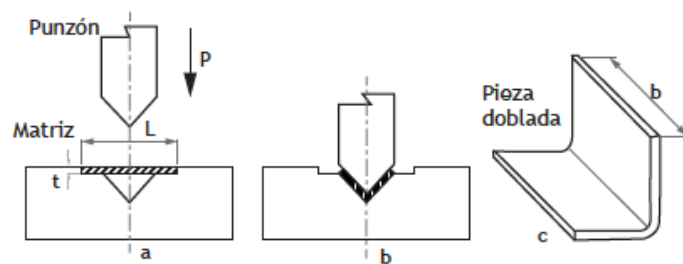


Figura 71. Doblado y curvado

Y otras piezas podrían fabricarse mediante el proceso de “**Embutición y estirado**” que transforma una chapa plana en un cuerpo hueco. Es un tanto complicado debido a que existe estiramiento y compresión en grandes áreas de la superficie de la chapa. Se genera lo que se denomina flujo plástico del material, que se produce entre las paredes de la matriz, el punzón y pisador.

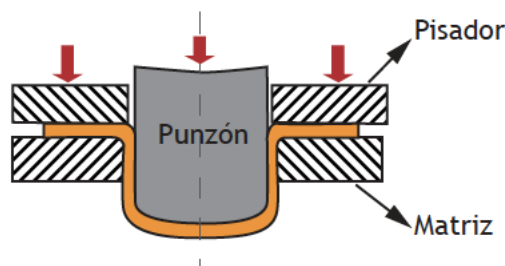


Figura 72. Embutición y estirado.

Como hemos visto en las aptitudes tecnológicas este material no resiste muy bien las embuticiones profundas, esto toma sentido a partir de 1 m de embutición, ya que el material comienza a cambiar su morfología y pierde propiedades físicas y mecánicas. Por ejemplo, no sería apto para la fabricación de tanques o depósitos.

En ultimo lugar, los agujeros que lleva el chasis donde van instalados los intermitentes, las luces de freno o por ejemplo también el deposito de combustible, podrían hacerse o bien con un proceso de fabricación llamado troquelado o con una cortadora laser:

El troquelado es un mecanismo de corte puramente mecánico, que emplea principalmente conjuntos de punzones y matrices de corte fino o de precisión. Estas herramientas son generalmente de geometrías sencillas.

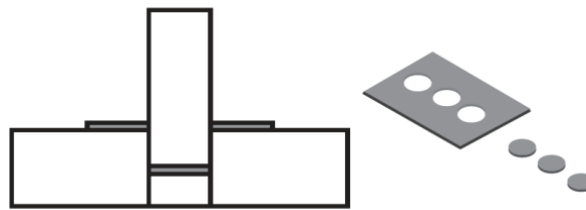


Figura 73. Troquelado.

El corte con láser es una técnica empleada para cortar piezas de chapa caracterizada en que su fuente de energía es un láser que concentra luz en la superficie de trabajo. Para poder evacuar el material cortado es necesario el aporte de un gas a presión como por ejemplo oxígeno, nitrógeno o argón. Es capaz de cortar geometrías muy complejas.

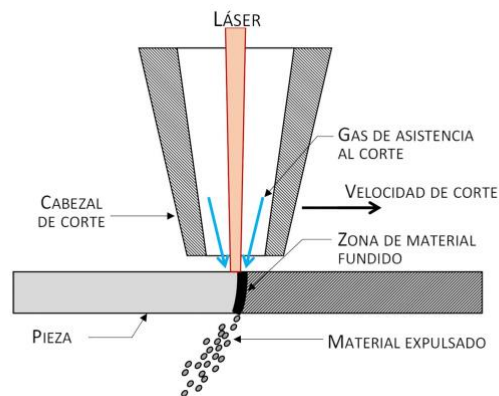


Figura 73. Corte laser.

5. INSTALACIÓN DE INTERMITENTES.

Los métodos de seguridad han sido con el paso del tiempo cada vez mas exigentes. En 1985 el año de fabricación del ciclomotor los intermitentes se trataban de un extra en el vehículo y no se trataba de un sistema obligatorio con el cual poder indicar la dirección que va a tomar el piloto.

Como recoge el Decreto 2822/1998 del 23 de diciembre, los ciclomotores fabricados a partir de noviembre del año 1999 han de incorporar obligatoriamente los siguientes elementos de señalización:

- 1 o 2 luces de carretera.
- 1 o 2 luces de cruce.
- Luz de posición delantera y trasera.
- Luz trasera de frenado.

Aunque las motos clásicas no deben de llevar instalados los intermitentes, como se trata de una instalación sencilla y actualmente hay en venta números kits de intermitencia, se le incorporaran como un nuevo sistema de seguridad al chasis diseñado.

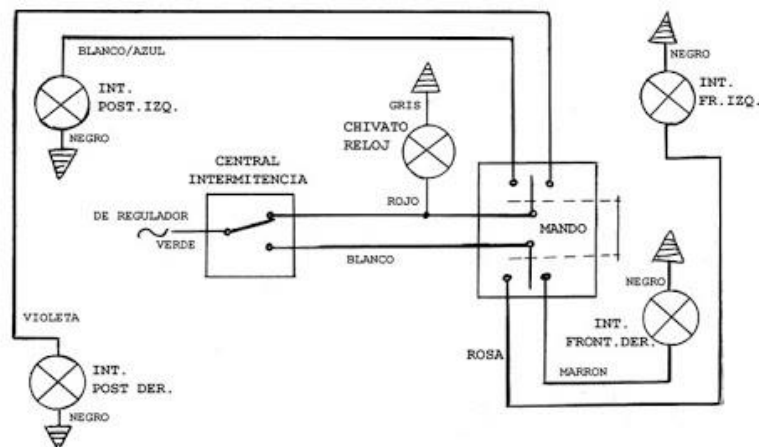


Figura 75. Esquema intermitentes.

Estos kits vienen preparados con unos cables que adquieren la corriente de la bobina de 12 V del motor que da electricidad a todos los componentes. Seguidamente mantienen 4 bombillas unidas de dos en dos por cables como se ve en el esquema de arriba.

Estas van conectadas a una central de intermitencia que consiste básicamente en un relé en cuyo interior lleva una bobina que se carga y descarga con el paso de la corriente permitiendo su paso interrumpido.

Cuando se pulsa el mando, el circuito se abre en un sentido u otro, haciendo pasar la corriente en primer lugar por la central de intermitencia y seguidamente por el lado que hayamos accionado, encendiendo el lado derecho o izquierdo.

La instalación del kit en el ciclomotor es bastante sencilla, simplemente hay que hacer unos agujeros en los cuales poder fijar los intermitentes al chasis. El cableado junto con la central de intermitencia va por el interior de la estructura, perfectamente preparados para ser conectados a la bobina del ciclomotor y están fijados simplemente con un par de tornillos. Y por ultimo el mando que hace la función de interruptor viene listo para ser instalado en la maneta del manillar donde el piloto podrá tener un fácil control de él.

6. ESTUDIO ECONÓMICO.

Para el estudio económico se empleará el uso del módulo de análisis de costes de SolidWorks, así como de los precios/hora de determinados procesos de fabricación, estimando que se desea fabricar un lote de 1 unidad.

En cuanto al precio que genera el SolidWorks, toma como referencia el volumen total del ensamblaje y el precio del material. Teniendo en cuenta que el nuevo chasis pesa 6,99 Kg y el **precio por kilogramo** de este material está entorno a 12 €, genera un precio de **84 €**.

Para el cálculo del coste del **proceso de fabricación** se toma como valor 45 € la hora. El chasis se dividirá en un total de 5 piezas que mas tarde serán soldadas, se estima que para cada unidad se emplean 30 minutos teniendo en cuenta los posibles troquelados que pueden llevar. Por ello en la realización de las operaciones de fabricación se obtiene un coste de **102,5€** la unidad.

En cuanto a las **soldaduras** que les darán estabilidad y unión a las distintas partes fabricadas se ha calculado que en total se obtendrá un cordón de soldadura de aproximadamente 4000 milímetros. El proceso de soldadura se llevará a cabo mediante el método TIG (del inglés tungsten inert gas) el cual requiere material de aportación que tendrá un coste de aproximadamente 30€ y la mano de obra ronda entorno a 9€/h. Si tarda alrededor de una 20h de trabajo total el precio de coste es **210€**.

El **tratamiento superficial** que dará un toque elegante al mismo tiempo que se encargará de mantenerlo alejado de la corrosión y oxidación durante un largo periodo de tiempo al chasis es la pintura. Un bote de 5 litros se puede encontrar en el mercado por el precio de 30€ a lo que hay que sumarle la mano de obra del taller donde se realizara el proceso, se trata de 20€/h. Es una pieza pequeña y rápida de pintar, por lo que en 1h estará listo. Esto quiere decir que adquiere el precio de **50€**.

Finalmente, también habrá que tener en cuenta el precio de un **proyecto** como este. Se ha realizado de la mano de un Ingeniero Junior que cobra 30€/h y ha tardado alrededor de 30 h, por lo que tendrá el precio de **900€**.

$$\text{Precio Final} = 84 + 102,5 + 210 + 50 + 900 = \mathbf{1296,5 \text{ €}}$$

7. CONCLUSIONES.

El chasis original del ciclomotor estaba algo deteriorado debido a su poco uso y cuidado que estaba teniendo durante estos últimos años, por lo que era necesario una restauración o incluso un nuevo diseño para poder ponerlo en circulación. Se optó por la segunda opción ya que de esa manera el proyecto me podría servir como trabajo de fin de grado al mismo tiempo que podía entender mejor el chasis como modelo estructural de un ciclomotor de este tipo.

La morfología se ha mantenido prácticamente la misma de la cual partía el chasis original, respetando distancias importantes como la distancia entre ejes o el ángulo de lanzamiento. Simplemente cambiando alguna geometría y el tipo de material se podían lograr avances muy importantes.

Una vez diseñado, se hizo una elección de material con el cual conseguimos bajar de un peso de 15,7 kg que mantenía el chasis original a 7 Kg, es decir, llegamos a conseguir que pesara menos de la mitad. Esto puede ayudar a una reducción importante del consumo de combustible o a una conducción mucho más cómoda para el piloto.

El problema viene a la hora de homologar este tipo de estructuras ya que según el R.D. 866/2010 de Reformas de vehículos el bastidor o chasis es el único elemento de una motocicleta que no se puede cambiar ni modificar pues en el chasis está grabado el número que figura tanto en la ficha técnica como en el permiso de circulación del vehículo. Un proyecto como el que se ha realizado no podría ser homologado en el país que nos encontramos, ya que para ello se impone la ley numerosas normas y pruebas que a de llegar a pasar como por ejemplo un test de impacto.

Sin embargo, sí que se podría llevar a cabo siempre y cuando la finalidad del ciclomotor fuera únicamente expositiva y nunca la de circular por la vía urbana.

En cuanto a el sistema instalado de intermitencia no se debe homologar, ya que como se trata de un ciclomotor del año 1985 considerado un vehículo clásico y no es obligatorio su uso.

BIBLIOGRAFÍA.

ARIAS PAZ, Manuel: Motocicletas. Madrid: Ed. Dossat, 1993. 29a Edición

FOALE, Tony: Motocicletas. Comportamiento dinámico y diseño de chasis: El arte y la ciencia. Madrid: Tony Foale, 2003.

GOMEZ GONZALEZ, Sergio: El gran libro de Solidworks®. Marcombo S.A. 2014. 2ª Edición.

Mick Walker, "Motorcycle: Evolution, Design, Passion". The Johns Hopkins University Press. Inglaterra, 2006.

"Antonio Cobas. Uno de los grandes". Anesdor. España, 2006.

John Bradley, "The racing Motorcycle: A Technical Guide for Constructors" - Volume 2. Broadland Leisure Publications. Inglaterra, 2003.

motero, E., 2020. EL CHASIS DE LA MOTO, Ese Gran Desconocido Al Que Tanto Debemos. [online] EXPERIENCIAS DE UN MOTERO. Available at: <<https://experienciasdeunmotero.wordpress.com/2015/06/11/el-chasis-de-la-moto-ese-gran-desconocido-al-que-tanto-debemos/>>

Race.es. 2020. [online] Available at: <<https://www.race.es/wp-content/uploads/2014/04/InformeRACEGOODYEAR-Neumaticos-y-asfalto-2014-juntos-por-tu-seguridad.pdf>>

Gasparini Industries. 2020. *Aluminio Y Sus Aleaciones | Gasparini Industries*. [online] Available at: <<https://www.gasparini.com/es/blog/aluminio-y-sus-aleaciones/>>

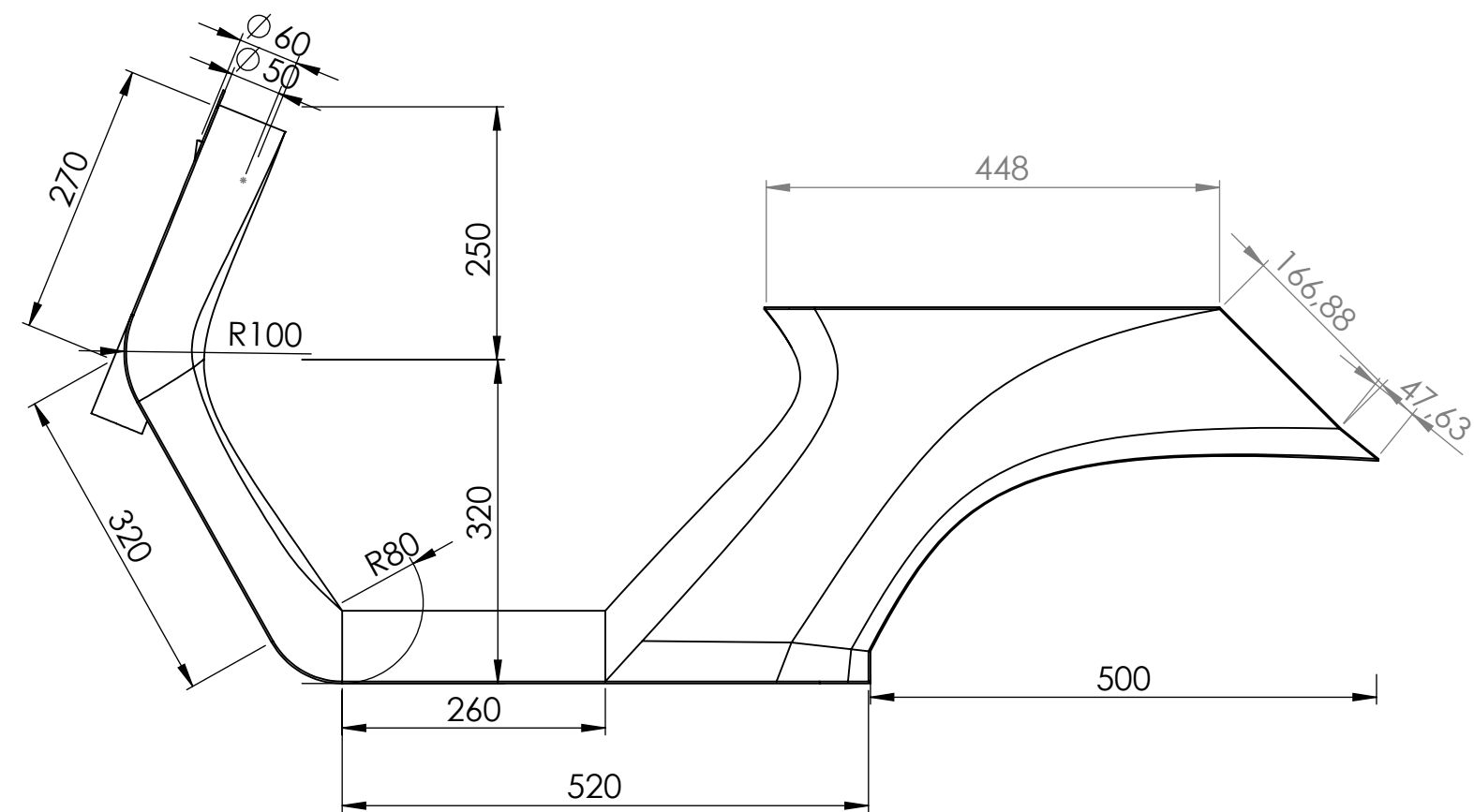
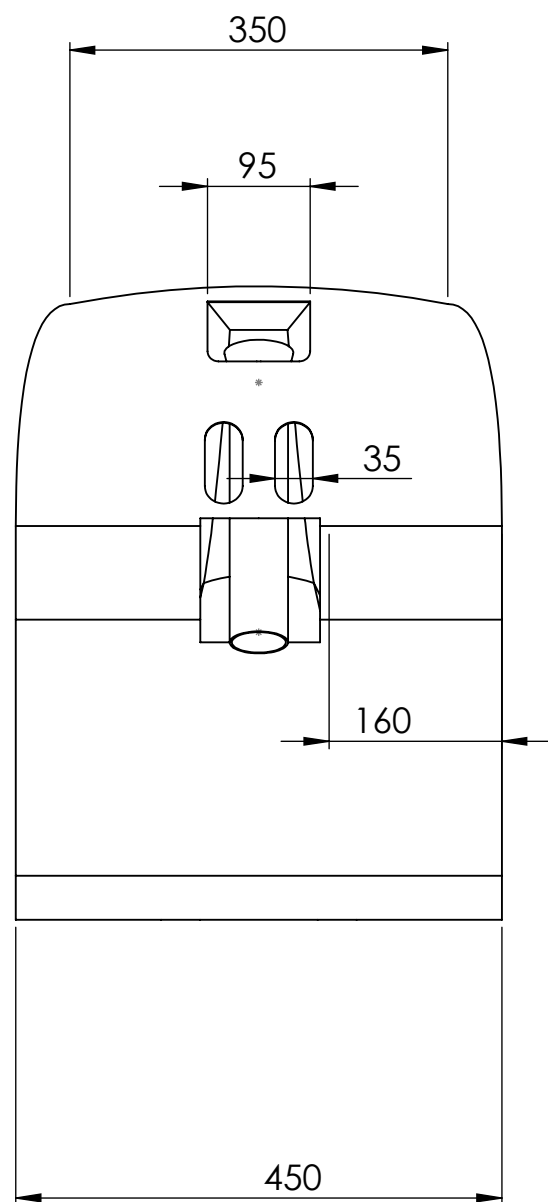
Upv.es. 2020. *Unidad 1: Materiales Para Ingeniería*. [online] Available at: <https://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm13/fcm13_4.html>


Bullitt, P., 2020. *Estados Básicos - Información Técnica Del Aluminio · Alu-Stock S.A.* [online] Alustock. Available at: <<https://www.alu-stock.es/es/informacion-tecnica/estados/>>

Anexos

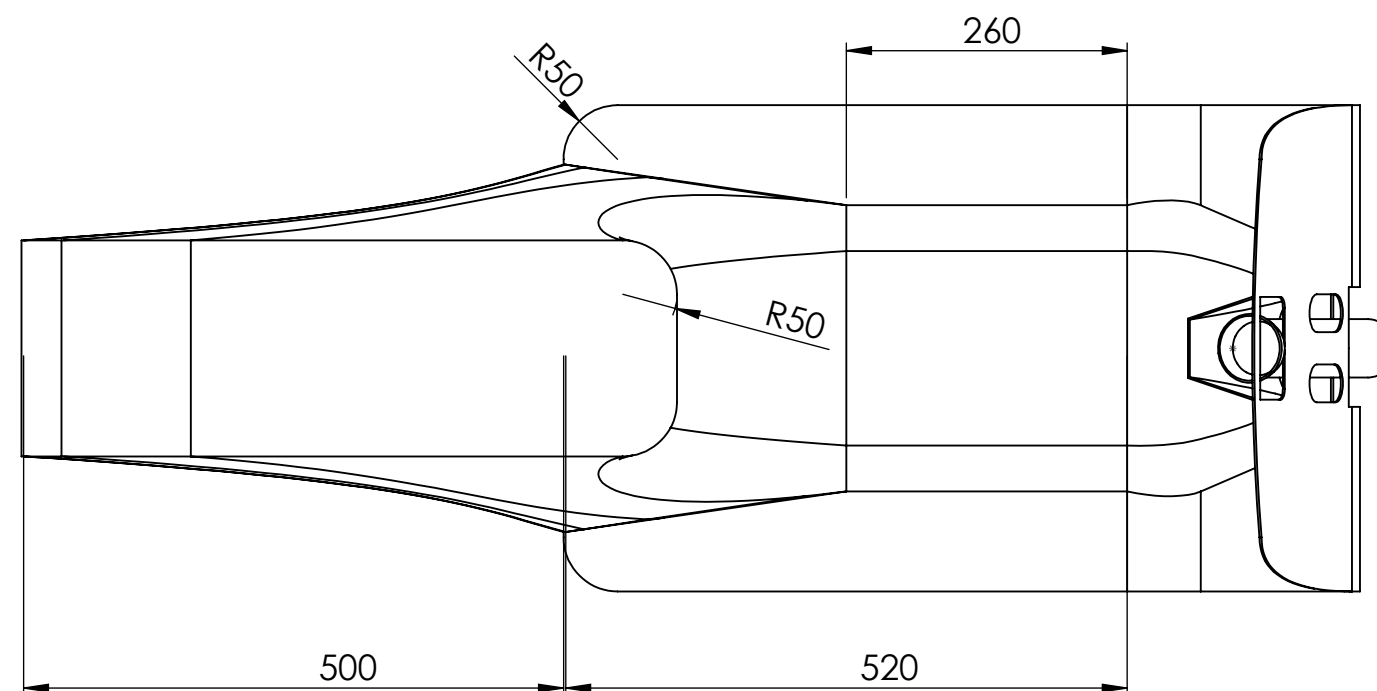
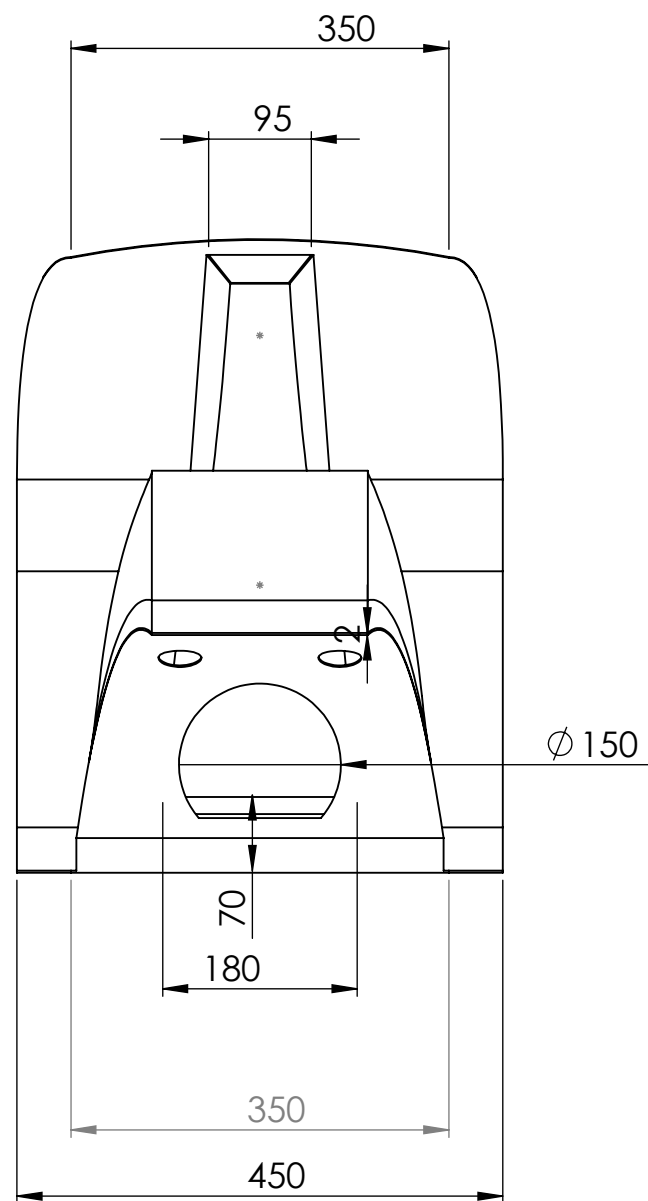
1. Planos Acotados


N9



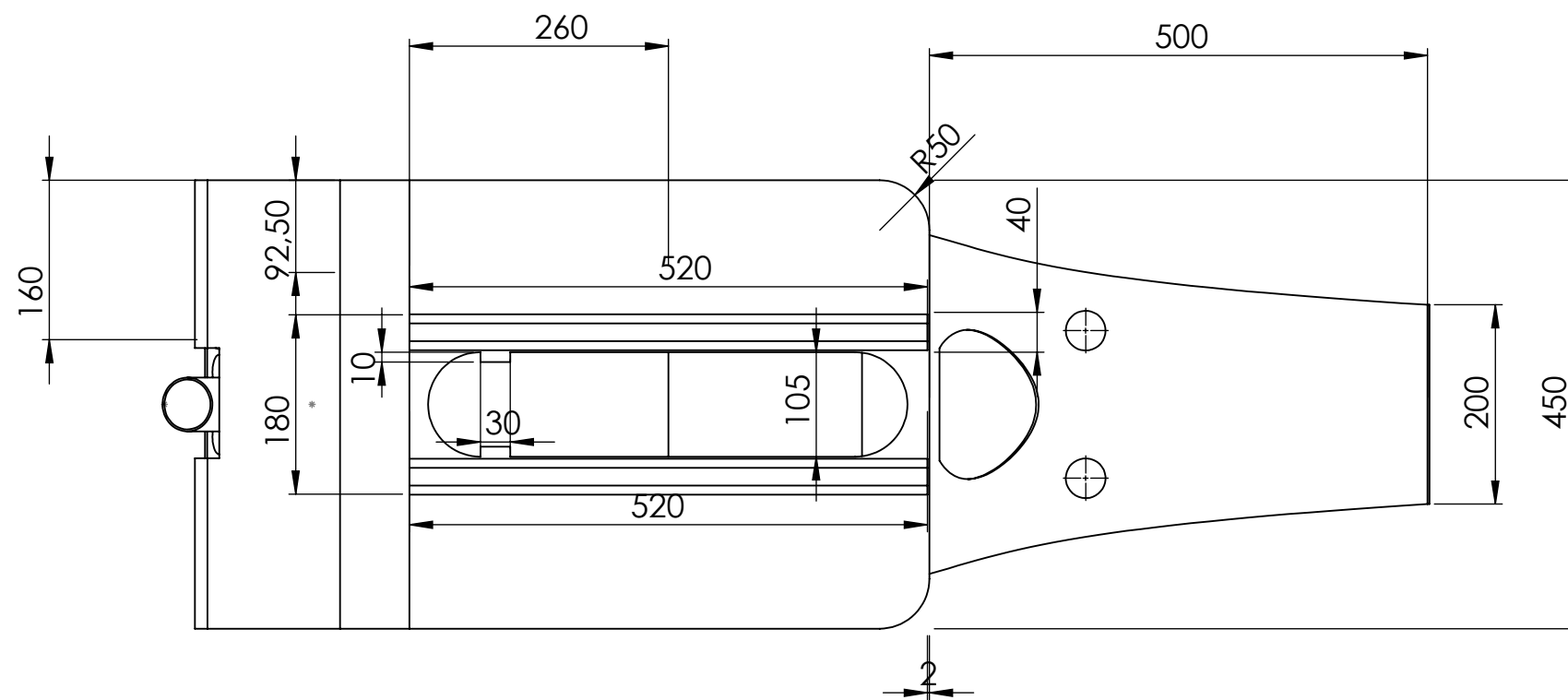
MATERIAL: Aluminio 6061-T6	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM	ESCALA: 1:7	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI
ACABADO: ESPEJO	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	FECHA: Noviembre 2020	
PESO: 6,99 kg		CANTIDAD: 1	
AUTOR: Andrés Valles Sáez	CONJUNTO: CHASIS		A3
DIRECTOR: Carlos Micó Reche	PIEZA: PLATAFORMA		Nº PLANO 1


N9



MATERIAL: Aluminio 6061-T6	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM	ESCALA: 1:7	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI
ACABADO: ESPEJO	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	FECHA: Noviembre 2020	
PESO: 6,99 kg		CANTIDAD: 1	
AUTOR: Andrés Valles Sáez	CONJUNTO: Chasis		A3
DIRECTOR: Carlos Micó Reche	PIEZA: PLATAFORMA		Nº PLANO 1

N9



MATERIAL: Aluminio 6061-T6	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM	ESCALA: 1:7	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI
ACABADO: ESPEJO	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	FECHA: Noviembre 2020	
PESO: 6,99 kg		CANTIDAD: 1	
AUTOR: Andrés Valles Sáez	CONJUNTO: CHASIS		A3
DIRECTOR: Carlos Micó Reche	PIEZA: PLATAFORMA		Nº PLANO 1