

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA POLITÈCNICA SUPERIOR DE ALCOY



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**

CAMPUS D'ALCOI

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

**“Diseño y análisis estructural de un patinete de nieve mediante el
empleo de materiales compuestos”**

Autor:

D. Sergio García Torá

Dirigido por:

Dr. Rafael Antonio Balart Gimeno

Dr. Luís Jesús Quiles Carrillo

Julio 2020

RESUMEN

“Diseño y análisis estructural de un patinete de nieve para competición mediante el empleo de materiales ligeros de altas prestaciones”

El siguiente trabajo fin de grado está centrado en el diseño y optimización mediante análisis estructural de un patinete de nieve de altas prestaciones para la competición. Se pretende utilizar una gama de materiales ligeros y de altas prestaciones, donde se incluyen diversos metales/aleaciones, así como diversas estructuras de materiales compuestos lo que permita realizar mejoras con materiales que actualmente se emplean para dicha fabricación. El TFG se aborda con un planteamiento integral donde se incluyen múltiples competencias que engloba el ámbito de la ingeniería mecánica, desde un prediseño del objeto, pasando por un estudio y análisis estructural, hasta un estudio económico del producto en función de las consideraciones que tiene en el mercado.

Palabras clave: chasis “snow-scooter”; diseño; altas prestaciones; materiales compuestos.

SUMMARY

“Design and structural analysis of a snow scooter for competition through the use of high performance lightweight materials”

The following end of degree project is focused on the design and optimization through structural analysis of a high performance snow scooter for the competition. It is intended to use a range of lightweight and high-performance materials that include various metals / alloys, as well as various structures of composite materials which allows improvements to be made with materials currently used for such manufacturing. The TFG is approached with an integral approach that includes multiple competences that encompass the field of mechanical engineering, from a pre-design of the object, through a study and structural analysis, to an economic study of the product based on the considerations it has in the market.

Keywords: “snow-scooter” chassis; design; high performance; composite materials.

RESUM

“Disseny i anàlisi estructural d'un patinet de neu per a competició mitjançant l'ús de materials lleugers d'altres prestacions”

El següent treball fi de grau està centrat en el disseny i optimització mitjançant anàlisi estructural d'un patinet de neu d'altres prestacions per a la competició. Es pretén utilitzar una gamma de materials lleugers i d'altres prestacions on s'inclouen diversos metalls/aliatges, així com diverses estructures de materials compostos el que permeta realitzar millores amb materials que actualment s'empren per a aquesta fabricació. El *TFG s'aborda amb un plantejament integral on s'inclouen múltiples competències que engloba l'àmbit de l'enginyeria mecànica, des d'un predisseny de l'objecte, passant per un estudi i anàlisi estructural, fins a un estudi econòmic del producte en funció de les consideracions que té en el mercat.

Paraules claus : xassís “snow-scooter”; disseny; altres prestacions; materials compostos.

Tabla de Contenidos

RESUMEN	3
SUMMARY	5
RESUM.....	7
ABREVIATURAS.....	13
LISTADO DE FIGURAS	16
LISTADO DE TABLAS.....	21
I. INTRODUCCIÓN	23
I.1. TIPOLOGÍAS DE “SNOW-SCOOTERS”	26
I.1.1. Patinetes infantiles.	26
I.1.2. Patinetes de recreo.	28
I.1.3. Patinetes de alta competición.	30
I.2. PARTES CONSTITUYENTES	33
I.2.1. Superficie de apoyo o base.....	33
I.2.2. Horquilla	34
I.2.3. Sistema de frenado.....	36
I.3. COMPLEMENTOS.	38
I.3.1. Footstrap o correa.....	38
I.3.2. Leash de seguridad.	38
I.3.3. Cuerdas de arrastre.....	39
I.4. MATERIALES COMPUESTOS.....	40
I.4.1. Características de los materiales compuestos.	40
I.4.2. Historia de los materiales compuestos.....	42

I.4.3. Fibras de refuerzo en materiales compuestos	42
I.4.3.1. Fibra de carbono	42
I.4.3.2. Fibra de vidrio	43
I.4.3.3. Fibra de boro	44
I.4.3.4. Fibra de aramida	45
I.4.3.5. Resina Epoxi	47

II. OBJETIVOS.....49

II.1. OBJETIVO GENERAL.....	51
-----------------------------	----

II.2. OBJETIVOS PARTICULARES.	52
------------------------------------	----

III. DESARROLLO PROYECTO.....54

III.1. DISEÑOS INICIALES DE PROTOTIPOS.....	56
---	----

III.1.1. Prototipo número uno.	56
-------------------------------------	----

III.1.1.1 Diseño prototipo primero.	57
--	----

III.1.2. Prototipo número dos.	59
-------------------------------------	----

III.1.2.1. Diseño prototipo segundo.....	59
--	----

III.1.3. Prototipo número tres.....	61
-------------------------------------	----

III.1.3.1. Diseño prototipo tercero.....	61
--	----

III.2. DISTRIBUCIÓN DE MASAS.....	64
-----------------------------------	----

III.2.1. Equipamiento del piloto.....	64
---------------------------------------	----

III.2.2. Piloto.....	66
----------------------	----

III.3. HIPÓTESIS DE CARGA.....	67
--------------------------------	----

III.3.1. Base de apoyo.....	68
-----------------------------	----

III.3.1.1. Modalidad acrobática.	68
---------------------------------------	----

III.3.1.2. Modalidad paseo.....	70
---------------------------------	----

III.3.1.3. Uso inapropiado.	71
----------------------------------	----

III.3.1.4. Tensiones de torsión sobre la zona de apoyo de la puntera.....	72
---	----

III.3.1.4. Tensiones de torsión sobre la zona de apoyo del talón.....	73
III.3.2. Horquilla de dirección.....	74
III.3.2.1. Empuje frontal.....	74
III.3.2.2. Empuje de retroceso.....	75
III.3.2.3. Tensión de torsión.....	75
III.4. DISEÑO DEFINITIVO.....	77
III.5. ESTUDIO Y SIMULACIÓN MEDIANTE FEM.....	78
III.5.1. Modalidad acrobática.....	79
III.5.2. Modalidad paseo.....	81
III.5.2.1. Modalidad paseo. Apoyo sobre puntera o sobre talón.....	83
III.5.3. Mal uso.....	84
III.5.4. Condiciones de trabajo del manillar de dirección.....	86
III.5.4.1. Tensiones de Von Mises y desplazamientos mediante una carga de empuje y retroceso.....	86
III.5.4.2. Tensiones de Von Mises y desplazamientos bajo una carga de torsión.....	88
III.5.5. Análisis de resultados.....	89
III.6. ESTUDIO, ANÁLISIS Y SELECCIÓN DEL LAMINADO.....	93
III.6.1. Selección del tipo de laminado.....	94
III.6.2. Propiedades mecánicas del material compuesto.....	94
III.6.3. Modelo micromecánico de Chamis.....	96
III.6.4. Selección del tipo de laminado.....	97
III.6.5. Introducción de los laminados en <i>SolidWorks</i>	98
III.7. RESULTADOS FINALES.....	100
III.7.1. Análisis de los resultados finales.....	100
III.7.2. Modalidad acrobática.....	100
III.7.3. Modalidad paseo.....	102

III.7.3.1. Modalidad paseo. Apoyo sobre puntera o sobre talón.....	104
III.7.4. Mal uso.....	107
III.7.5. Condiciones de trabajo del manillar de dirección mediante la aplicación de laminado compuesto.	108
III.7.5.1. Tensiones de Von Mises y desplazamientos mediante una carga de empuje y retroceso con laminado compuesto.	109
III.7.5.2. Tensión de Von Mises y desplazamiento bajo una carga de torsión por medio de laminado compuesto.	111
III.7.6. Análisis de resultados.	113
III.8. FABRICACIÓN.	116
III.8.1. Fabricación de pre-impregnados.....	116
III.8.2. Fabricación de los moldes.	117
III.8.3. Fabricación de las partes del chasis.	118
III.9. ESTUDIO ECONÓMICO.	120
III.9.1. Presupuesto del laminado.....	120
III.9.2. Presupuesto de los diferentes moldes.	121
III.9.2. Presupuesto maquinaria.....	121
III.9.3. Presupuesto total.	121
III.10. CONCLUSIONES.	123
IV. APÉNDICES	126
IV.1. PLANOS ACOTADOS.....	128

ABREVIATURAS

FEM	Método de los elementos finitos
HDPE	Polietileno de alta densidad
CAD	Computer-Aided Design
a	Aceleración
m	Masa
F	Fuerza
e	Penetración en la superficie
V_f	Velocidad final
V_0	Velocidad inicial
t	Tiempo
FDS	Factor de seguridad
ρ_f	Densidad de la fibra
E_{fL}	Módulo de elasticidad de la fibra longitudinal
E_{fT}	Módulo de elasticidad de la fibra transversal
ν_L	Módulo de Poisson longitudinal
ν_T	Módulo de Poisson transversal
G_L	Módulo de cortadura longitudinal
G_T	Módulo de cortadura transversal
Xt	Tensión de cortadura a tracción

X_c	Tensión de cortadura a compresión
V_f	Fracción en volumen de fibra
ρ_m	Densidad de la matriz
E_m	Módulo de elasticidad de la matriz
ν_m	Módulo de la Poisson de la matriz
G_m	Módulo de cortadura de la matriz
X_{mt}	Tensión de cortadura de la matriz a tracción.
X_{mC}	Tensión de cortadura de la matriz a compresión
S_{mS}	Tensión de rotura a cortadura de la matriz

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Imagen de un patinete de nieve infantil fabricado de plástico.	26
Figura 2: Dimensionado del "snow-scooter" infantil.....	27
Figura 3: Patinete de nieve fabricado mediante aluminio.....	27
Figura 4: Ejemplo de un patinete de recreo o paseo.....	28
Figura 5: a) Patinete de horquilla fija. b) Patinete con horquilla regulable en altura.	29
Figura 6: Ejemplo de plegado mediante clip de palanca.	29
Figura 7: Dimensionado de una patinete de recreo.....	30
Figura 8: Modelo de un patinete de alta competición.....	31
Figura 9: Cotas de dimensionado para un "snow-scooter" de alta competición.	31
Figura 10: a) y b) Visión de la barra de refuerzo localizada en el centro del patinete....	32
Figura 11: Visión general de un "snow-scooter".	33
Figura 12: Chasis básico de un patinete.	34
Figura 13: Horquilla de dirección.	35
Figura 14: Variantes de tipos de suspensiones de aire y muelle.	35
Figura 15: Inclinación para aminorar la velocidad.	36
Figura 16: Sistema de frenado.	37
Figura 17: Elemento de sujeción footstrap o correa.....	38
Figura 18: Cinta de seguridad.	39
Figura 19: Cuerdas de arrastre por medio de animales.....	39
Figura 20: Ejemplo de un material compuesto.....	41
Figura 21: Elementos que conforman un material compuesto.	41
Figura 22: Fibra de carbono.	43
Figura 23: Fibra de vidrio.....	44

Figura 24: Fibra de boro.....	45
Figura 25: Fibra de aramida.	46
Figura 26: Resina epoxi.....	47
Figura 27: Diseño de la superficie de apoyo.....	57
Figura 28: Corte en la zona trasera para ensamblaje del esquí trasero.....	57
Figura 29: Dibujo del cuerpo de unión entre la base y la horquilla de dirección.....	58
Figura 30: Diseño del cilindro por el que se ensambla la horquilla de dirección.	58
Figura 31: Diseño rectangular de la base de apoyo con geometría variable en sus extremos.....	59
Figura 32: Unión de las barras transversales con el encamisado de dirección.	60
Figura 33: Diseño del tren de acople del esquí delantero de dirección.	60
Figura 34: Superficie de secciones tubulares y cantos redondeados.....	61
Figura 35: Diseño de ambos elementos de refuerzo con la barra de dirección.	62
Figura 36: Diseño del elemento de sujeción del esquí delantero.....	62
Figura 37: Manillar de dirección.	63
Figura 38: Reparto de peso en la modalidad acrobática.	70
Figura 39: Reparto de peso en la modalidad paseo.....	71
Figura 40: Reparto del peso en la modalidad de un mal uso.....	72
Figura 41: Reparto de peso para tensiones de torsión en la zona de la puntera.	73
Figura 42: Reparto de peso para tensiones de torsión en la zona del talón.	73
Figura 43: Reparto de peso para un empuje frontal.	74
Figura 44: Reparto de peso para un empuje de retroceso.....	75
Figura 45: Reparto de peso para una tensión de torsión en el manillar de dirección.....	76
Figura 46: Diseño final del chasis.....	77

Figura 47: Resultados obtenidos de las tensiones de Von Mises bajo la hipótesis de carga acrobática.....	79
Figura 48: Resultados obtenidos de los desplazamientos de la hipótesis acrobática.	80
Figura 49: Resultados obtenidos de las tensiones de Von Mises en la modalidad de paseo.	81
Figura 50: Resultados obtenidos de los desplazamientos en la modalidad de paseo.	81
Figura 51: Ampliación de la zona de la tensión máxima de Von Mises en la modalidad de paseo.	82
Figura 52: Tensión de Von Mises bajo una carga de torsión.....	88
Figura 53: Resultados obtenidos de los desplazamientos en el manillar de dirección...	89
Figura 54: Gráfico comparativo de las diferentes tensiones en cada hipótesis.	90
Figura 55: Gráfico comparativo de los diferentes desplazamientos en cada hipótesis. .	91
Figura 56: Gráfico del factor de seguridad del estudio de cada hipótesis mediante aluminio.....	91
Figura 57: Estructura de un material compuesto.....	93
Figura 58: a) y b) Introducción del laminado en SolidWorks.	99
Figura 59: Resultados obtenidos al aplicar un laminado compuesto en la modalidad acrobática.....	101
Figura 60: Resultados obtenidos de las tensiones de Von Mises en la modalidad paseo.	102
Figura 61: Zona de máxima tensión de Von Mises.....	103
Figura 62: Resultados de los desplazamientos en la hipótesis de paseo.	104
Figura 63: Tensiones de Von Mises bajo la hipótesis de carga de torsión en zona puntera y talón con laminado de material compuesto.	105
Figura 64: Diagrama de barras comparativo de las tensiones de Von Mises en la hipótesis de carga de torsión.	105
Figura 65: Desplazamientos en las hipótesis de carga referidas al talón y la puntera.	106

Figura 66: Tensión de Von Mises en la hipótesis de mal uso mediante laminado compuesto.	107
Figura 67: Desplazamiento en la modalidad de mal uso.....	108
Figura 68: Gráfico de las tensiones de Von Mises para las hipótesis de empuje y retroceso.	109
Figura 69: Zona de mayor tensión en la hipótesis de retroceso.....	110
Figura 70: Valores de máxima elongación en las hipótesis de empuje y retroceso con laminado compuesto.....	111
Figura 71: Tensión de Von Mises y deformación bajo una carga de torsión por medio de laminado compuesto.....	112
Figura 72: Resultados de tensiones de las hipótesis de carga por medio del laminado compuesto.	113
Figura 73: Deformaciones de las hipótesis de carga por medio del laminado compuesto.	113
Figura 74: Gráfico de los factores de seguridad de cada hipótesis referida al laminado compuesto.	114
Figura 75: Método de fabricación de los pre-preg de laminados de material compuesto.	117
Figura 76: Imagen del molde y bolsa de aire para la fabricación de los tubos.	118
Figura 77: Gráfico comparativo de las tensiones de Von Mises entre el aluminio y el laminado compuesto.....	124

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Propiedades mecánicas del Kevlar.	46
Tabla 2: Pesos aplicados al patinete de nieve de cada uno de los elementos.	66
Tabla 3: Distribución de peso por cada extremidad.....	68
Tabla 4: Distribución de peso total en ambas extremidades.	68
Tabla 5: Distribución de pesos en la modalidad acrobática.	70
Tabla 6: Distribución de pesos en la modalidad paseo.....	71
Tabla 7: Propiedades del aluminio 7075-T6.....	78
Tabla 8: Tensiones resultantes de Von Mises en condiciones de hipótesis de carga de torsión en zona puntera y talón.....	83
Tabla 9: Resultados obtenidos de los desplazamientos en las zonas de puntera y talón.	84
Tabla 10: Resultados de la hipótesis referida a un mal uso.....	85
Tabla 11: Tensiones de Von Mises y desplazamientos para el estudio del manillar de dirección.	87
Tabla 12: Propiedades micromecánicas de la fibra de carbono.	95
Tabla 13: Propiedades micromecánicas de la resina epoxi.....	95
Tabla 14: Precio total de la fibra de carbono necesaria.	120
Tabla 15: Presupuesto de fabricación.	122

I. INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

I. Introducción

En la actualidad, muchas personas no conocen o han visto muy pocas veces un patinete de nieve o “snow-scooter”. Es cierto que en España es muy raro ver estos medios circular por las pistas de esquí, pero a diferencia de España, en países más nórdicos y sobre todo en zonas donde el esquí y el snowboard se practican con mayor frecuencia, son medios vistos.

El “snow-scooter” no es más que un patinete enfocado a realizar trucos de saltos, piruetas, acrobacias o simplemente para dar un agradable paseo.

Cabe destacar que existen varias tipologías de patinetes de nieve diferentes, como son; patinetes para niños, donde su estructura y los diferentes elementos que lo conforman son de materiales más económicos; “snow-scooters” de alta competición, enfocados a personas con mayores destrezas de manejo; y, por último, “snow-scooters” destinados al paseo tanto para su deslizamiento por pistas, como para la modalidad de arrastre mediante perros.

Con el “snow-scooter” se puede aprender con gran facilidad las reglas básicas de equilibrio sobre el patinete de nieve, sin necesidad de estar cayendo constantemente al suelo.

I. Introducción

I.1. TIPOLOGÍAS DE “SNOW-SCOOTERS”

Dentro de la variedad de patinetes de nieve que se pueden encontrar en el mercado, existen principalmente tres tipologías.

I.1.1. Patinetes infantiles.

Son la tipología más simple que se puede encontrar ya que, para el uso de los niños/as no se requieren materiales de grandes propiedades mecánicas. Por lo general, cuentan con dos partes que ensambladas entre sí, conforman el patinete al completo.



Figura 1: Imagen de un patinete de nieve infantil fabricado de plástico.

Otra de las características de estos “snow-scooters” infantiles son las dimensiones de fabricación. Las dimensiones con las que están diseñadas son medidas relativamente pequeñas ya que, su uso está enfocado a niños/as a partir de cuatro años de edad.

I. Introducción

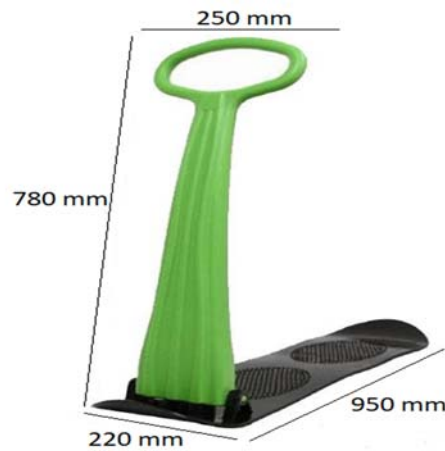


Figura 2: Dimensionado del "snow-scooter" infantil.

Los materiales con los que se fabrican estos tipos de patinetes más simples en cuanto a diseño, son HDPE. Al ser un material económicamente barato, el precio de estos "snow-scooters" para uso infantil se encuentran en el mercado por un valor de 20-25€.

Otro tipo de patinete de nieve infantil es aquel en el que, el niño/ña se sienta sobre un sillín y deja caer sus pies sobre un apoyo tubular. Es una variante infantil, pero para niños/as más experimentados en la práctica de este deporte.



Figura 3: Patinete de nieve fabricado mediante aluminio.

I. Introducción

Para este tipo de patinetes que cuentan con una robustez mayor, los materiales con los que se fabrican por lo general son aluminio de la serie 6000 (aluminio empleado también en la fabricación de cuadros de bicicletas) y en algunos casos, también se pueden encontrar fabricados con acero inoxidable.

Su precio es mayor que los de HDPE, donde se pueden encontrar por unos 30-45€.

I.1.2. Patinetes de recreo.

Los patinetes de paseo o recreo, son patinetes fabricados con materiales cuyas propiedades mecánicas son más elevadas.

Estos patinetes diseñados para personas adultas, están compuestos de una estructura o chasis a la que se le ensamblan dos esquí, tanto el delantero como el trasero junto con la barra de dirección.



Figura 4: Ejemplo de un patinete de recreo o paseo.

La barra de dirección o barra directriz puede ser tanto fija, es decir, únicamente tener una altura y no ser regulable o, por el contrario, contar con una barra de dirección telescópica, donde gracias a ella se puede regular la altura en función de la estatura del piloto.

I. Introducción



Figura 5: a) Patinete de horquilla fija. b) Patinete con horquilla regulable en altura.

Otro elemento más con el que cuenta esta variante de patinete, es un sistema de plegado. Se encuentra entre la barra de dirección y la base de apoyo, donde el manillar y la barra de dirección pasan de estar perpendicularmente a la base de apoyo, a quedar totalmente paralela a ella gracias a un pliegue fácil con clip de palanca.



Figura 6: Ejemplo de plegado mediante clip de palanca.

Las dimensiones de estos patinetes son prácticamente las mismas en estado normal. Cuando la barra de dirección está en su posición de reposo, las dimensiones son

I. Introducción

muy similares a las de niños, pero al contar con una barra telescópica, esta permite incrementar esa altura hasta valores cercanos a los 200 mm.



Figura 7: Dimensionado de una patinete de recreo.

En cuanto a los materiales que se emplean para su fabricación, son los mismos que los empleados en los patinetes que son desplazados mediante ruedas. Por lo general son de aluminio y en algunas situaciones de acero inoxidable. Materiales muy ligeros y con propiedades mecánicas relativamente aceptables para esta modalidad.

Su precio oscila entre los 40-55€ cuando se trata de patinetes que no se pueden plegar y que la altura no es regulable. Pero cuando se habla de modelos en que las horquillas de dirección son telescópicas y que además cuentan con un sistema de plegado rápido, su precio estaría por unos 50€ e incluso más cuando los manillares presentan geometrías diferentes a las convencionales en forma de T, lo que hace que su precio incremente.

I.1.3. Patinetes de alta competición.

La última tipología de patinetes de nieve, es la referida a aquellos que están enfocados y no menos importante, diseñados a la alta competición. Se entiende por alta competición a aquellos patinetes en los que su utilidad está diseñada y fabricada para la realización de piruetas, saltos acrobáticos y carreras.

I. Introducción



Figura 8: Modelo de un patinete de alta competición.

Los materiales empleados para la fabricación, son materiales con elevadas propiedades mecánicas. Se tiene que tener en cuenta que con ellos se van a realizar saltos, lo que implica que, al impactar con la nieve, el material no tiene que fracturarse ni romperse.



Figura 9: Cotas de dimensionado para un "snow-scooter" de alta competición.

Otra característica más de los "snow-scooters" de alta competición son que la mayoría de ellos cuentan con una barra de refuerzo central aparte de la de dirección.

I. Introducción



Figura 10: a) y b) Visión de la barra de refuerzo localizada en el centro del patinete.

Los materiales de construcción de los “snow-scooters” de alta competición poseen propiedades mecánicas elevadas. Esto es a consecuencia de la modalidad de conducción y de su uso. El material más común para su fabricación es el aluminio de la serie 6000, más concretamente aluminio 6061. Cuenta con un elevado límite elástico y módulo de Young.

En cuanto a los precios dentro de esta modalidad se encuentran varias; los más básicos rondan los 300-400€ cuando se tratan de aluminio de propiedades mecánicas básicas y no llevan adherido ningún complemento (soporte para apoyar los pies, elementos de sujeción para arrastre de animales etc); cuando sí llevan complementos, su precio asciende a 700-800€ en función del número de complementos; y por último, cuando se tratan de patinetes enfocados a la competición fabricados con aluminios de altas prestaciones, su valor sobrepasa los 1000€.

I. Introducción

I.2. PARTES CONSTITUYENTES

El “snow-scooter” está formado por diferentes elementos, donde una vez ensamblados todos, forman el conjunto. Cada uno de ellos cumple una función específica aportando una serie de características y funcionalidades.

La idea general de un “snow-scooter” viene del ensamblaje entre una tabla de snow, una bicicleta de trial y un trineo. Uniendo estos tres elementos, se consigue un patinete de nieve ¹.

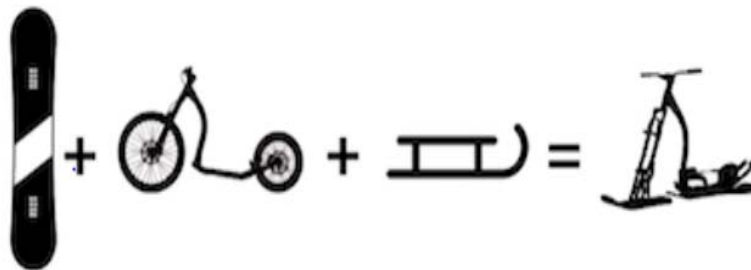


Figura 11: Visión general de un "snow-scooter".

I.2.1. Superficie de apoyo o base.

La superficie de apoyo es la parte principal del “snow-scooter”. Sobre ella se apoya el piloto, por tanto, debe tener gran consistencia. No es lo mismo soportar el peso de un niño de unos 30-40 kg, que pesos más elevados como pueden ser el de personas adultas, donde estos valores pueden llegar a ser el doble. Por tanto, deben ser fabricados con materiales suficientemente resistentes.

¹ <https://www.gravity-scooters.com/es/27-snowscooter>

I. Introducción



Figura 12: Chasis básico de un patinete.

La superficie de apoyo debe cumplir tres requisitos básicos a la hora del diseño:

- Gran resistencia frente a impactos.
- Elevada rigidez.
- Menor peso posible.

I.2.2. Horquilla

La horquilla es el elemento directriz y el encargado de la absorción de los impactos producidos en la zona delantera del “snow-scooter”.

Se pueden encontrar varias tipologías de horquillas diferentes dentro del mercado. Entre las más comunes se encuentran las siguientes:

- Horquillas rígidas: son aquellas horquillas completamente tubulares, en las que no existen ningún elemento capaz de absorber los impactos generados por saltos o piruetas. La principal desventaja de este tipo de horquillas es que, sufren mayores vibraciones y rebotes durante su conducción.

I. Introducción



Figura 13: Horquilla de dirección.

- Horquillas de aire: son el mejor tipo de suspensiones, ya que se caracterizan por tener una elevada ligereza, un mayor rendimiento óptimo y un modo altamente configurable. Este tipo de horquillas, además de emplearse en los “snow-scooters” de alta competición, son muy habituales en bicicletas destinadas al descenso o travesía.
- Horquillas de muelles: estos tipos de horquillas también presentan un excelente comportamiento. El diseño mediante muelles, simplemente está formado por los tapones de la horquilla y un muelle que es empujado a través de un pistón.



Figura 14: Variantes de tipos de suspensiones de aire y muelle.

I. Introducción

I.2.3. Sistema de frenado

Como norma general, los “snow-scooters” de alta competición no disponen de ningún elemento de frenado. Son como los esquís o tablas de snow, donde para conseguir aminorar la velocidad e incluso llegar a detenerlo por completo, se consigue ejerciendo fuerza con las extremidades inferiores hacia los extremos para conseguir la inclinación del patinete de nieve y poder así detenerlo ².



Figura 15: Inclinación para aminorar la velocidad.

Como se ha comentado anteriormente, estos patinetes de nieve no suelen llevar elementos de frenado. Algunos de ellos, para que se pueda disminuir la velocidad, lo que hacen es incorporar una cuña en la zona trasera. El sistema es tan simple como en el momento en el que se quiere aminorar la velocidad, mediante el pie se aplica una fuerza vertical en sentido descendente, para que esta cuña tome contacto con la superficie de la nieve y así a través del rozamiento disminuir la velocidad. Este tipo de frenado es prácticamente nulo para velocidades elevadas, ya que es más probable llegar al desequilibrio y como consecuencia caer del “snow-scooter” intentado frenar, que conseguir disminuir la velocidad. Este tipo de frenado se monta en los “snow-scooters” de recreo, en ningún caso para la alta competición.

² <http://eretic-snowscoot.com/>

I. Introducción



Figura 16: Sistema de frenado.

I. Introducción

I.3. COMPLEMENTOS.

I.3.1. Footstrap o correa

El footstrap o correa, es un elemento de sujeción. Se sitúa en la base del “snow-scooter”, para que mientras el usuario esté montado en el patinete de nieve, tenga el pie firmemente sujeto.



Figura 17: Elemento de sujeción footstrap o correa.

I.3.2. Leash de seguridad.

Cinta elástica de seguridad que se afianza sobre el tobillo. La funcionalidad que tiene es para en caso de caída del piloto, el “snow-scooter” no salga ladera abajo teniendo que caminar largas distancias para poder recuperarlo. Está compuesto de una abrazadera para sujetarla al tobillo junto con un muelle extensible para que no quede colgando y a su vez, no moleste al piloto.

I. Introducción



Figura 18: Cinta de seguridad.

I.3.3. Cuerdas de arrastre.

Las cuerdas de arrastre se emplean para amarrar a las mascotas, donde por lo general, son perros los encargados de desplazar el “snow-scooter”. Se pueden poner diferentes líneas en función del número de perros.



Figura 19: Cuerdas de arrastre por medio de animales.

I.4. MATERIALES COMPUESTOS.

En ciencia de los materiales y en ingeniería, se denomina material compuesto o también material composite, a aquel material que está formado por el encadenamiento de propiedades físicas o químicas de diferentes componentes. Entre ellos se consigue un efecto sinérgico en las propiedades finales, de manera que se obtienen unos materiales finales con unas prestaciones muy superiores a los de cada uno de los componentes individuales.

I.4.1. Características de los materiales compuestos.

Las características que presentan los materiales compuestos son:

- Deben estar fabricados por el hombre.
- Poseen una alta resistencia y baja densidad.
- Presentan una discontinuidad estructural, es decir, que cada uno de los componentes deben ser distinguibles físicamente y poder ser separados físicamente, químicamente o mecánicamente.
- Proporcionan una gran resistencia por unidad de peso, no como a diferencia de los metales, puesto que su densidad es mucho mayor.

I. Introducción

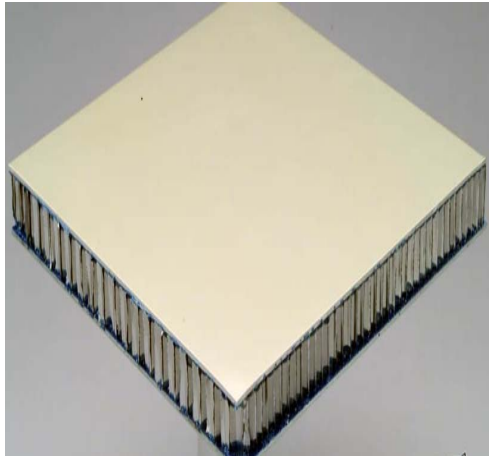


Figura 20: Ejemplo de un material compuesto.

Los materiales compuestos dan su nombre principalmente a la combinación de dos elementos fundamentales que son distinguibles a simple vista.

Por un lado, la matriz plástica. Se presenta en fase continua actuando como ligante, siendo la responsable de todas aquellas propiedades tanto físicas como químicas y la encargada de transmitir los esfuerzos al agente que lo refuerza. Proporciona protección frente agentes externos y aporta cohesión al material y orientación a las fibras.

Por otro lado, las fibras de refuerzo. Estas son las encargadas de absorber todas las tensiones e incrementar la resistencia y la rigidez, además de proporcionar otras propiedades mecánicas al compuesto.

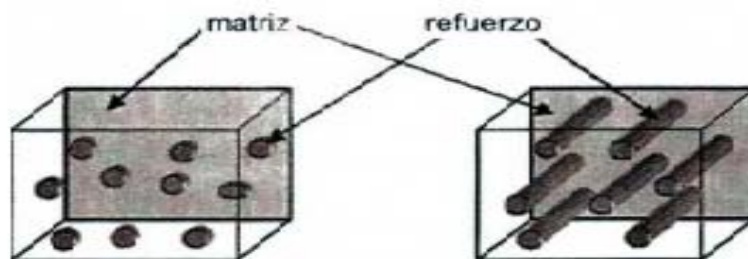


Figura 21: Elementos que conforman un material compuesto.

I. Introducción

I.4.2. Historia de los materiales compuestos

Los materiales compuestos comenzaron a surgir como consecuencia de la necesidad de obtener materiales que sean capaces de combinar aquellas propiedades de los materiales cerámicos en conjunto con los plásticos y metales. Estas combinaciones persiguen la obtención de materiales con una elevada rigidez y resistencia, además y no menos importante, una baja densidad.

Para conocer la verdadera importancia de los materiales compuestos actuales, hay que remontarse a los albores de su empleo, dando lugar a la Segunda Guerra Mundial, sucedida entre los años 1939-1945. Como consecuencia de ello, es cuando mayor desarrollo se produjo para la fabricación de sistemas de aeronaves de guerra, armamento, etc.

A partir de ese momento es cuando se empiezan a emplear con mayor utilidad en múltiples aplicaciones industriales, gracias a que presentan elevada ligereza como característica principal, además de facilidad de moldeado y transformación.

I.4.3. Fibras de refuerzo en materiales compuestos

En la actualidad existen una amplia variedad de fibras de refuerzo en materiales compuestos, donde cada una presenta una característica diferente, haciendo que sea la más óptima en función del tipo de aplicación.

I.4.3.1. Fibra de carbono

La fibra de carbono es una fibra sintética compuesta por fibras de un calibre comprendido entre 5-10 micras de diámetro. Estas fibras se obtienen a partir del polímero denominado poliacrilonitrilo.

Es un material con unas propiedades muy similares a las del acero, donde la resistencia al impacto es mayor que la de este metal debido a su enorme dureza. Otra

I. Introducción

propiedad de este material es la gran resistencia a temperaturas elevadas, sin embargo, presenta unas características blandas y quebradizas debido a que las fuerzas intermoleculares son débiles (fuerzas de Van der Waals).



Figura 22: Fibra de carbono.

I.4.3.2. Fibra de vidrio

La fibra de vidrio es una fibra de tipo mineral fabricada de manera artificial a partir del vidrio, también conocida como hilado de vidrio.

Es un material hecho a partir de hebras extremadamente finas entrelazadas con diferentes configuraciones o formas para poder conseguir la formación de una tela o malla, dando lugar a un material muy resistente al calor, buen aislante eléctrico, ligero y, sobre todo, y por lo que lo hace un material excepcional, su bajo coste y su elevada ligereza ³.

Sus aplicaciones son múltiples, pero las que más destacan son:

- Construcción
- Automoción

³ <https://www.castrocompositesshop.com/es/fibras-de-refuerzo/2111-complejo-fibra-vidrio-biaxial-600-45-45-mat-300.html>

I. Introducción

- Deporte
- Usos industriales

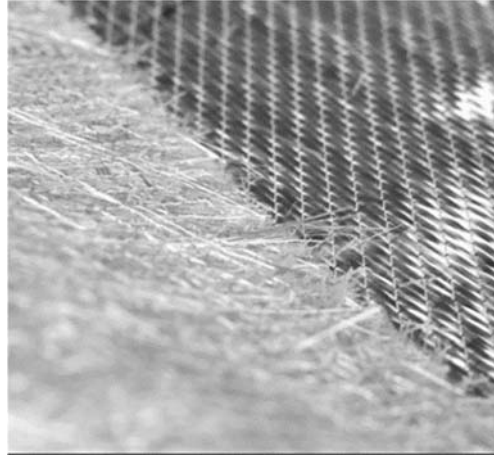


Figura 23: Fibra de vidrio.

I.4.3.3. Fibra de boro

La fibra de boro se fabrica a partir de la deposición de microgránulos de boro sobre un filamento de tungsteno con un diámetro comprendido entre 12-17 mm, donde se calienta por efecto Joule consiguiendo así un depósito de carburo de boro.

Esta fibra destaca por su excelente resistencia a flexión, compresión y tracción ya que su uso se centra especialmente al refuerzo de matrices metálicas de altas prestaciones (creación de estructuras aeroespaciales, barreras de control de los reactores nucleares, blindaje de tanques, etc.), debido a su elevado coste.

El volumen de fibras de este material en el compuesto, se comprende entre el 30-35%, donde el resto de volumen representa la matriz ⁴.

⁴ <https://materialesceramicosblog.files.wordpress.com/2017/05/mas-fibra-boro.pdf>

I. Introducción

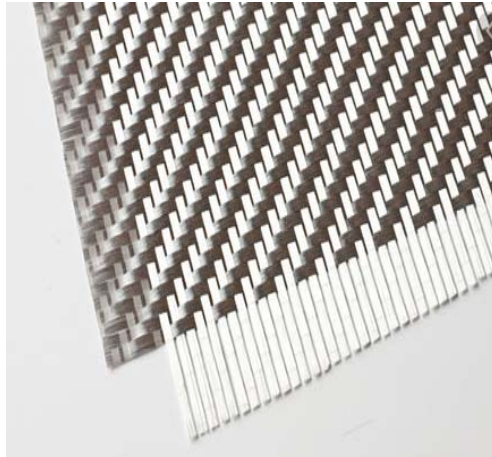


Figura 24: Fibra de boro.

I.4.3.4. Fibra de aramida

La fibra de aramida es una fibra de origen sintético también conocida por poliamida aromática.

Presenta una elevada rigidez y resistencia, donde esta es cinco veces mayor que la del acero.

Puesto que es un material con una elevada rigidez, se emplea en varias aplicaciones industriales como: construcción aeronáutica, naval, tablas de skateboarding y sobre todo para sistemas balísticos y de protección ⁵.

Principalmente existen dos tipos de fibras de kevlar: kevlar 29 y kevlar 49:

- Kevlar 29: Fibra tal y como se obtiene del proceso de fabricación. Tiene un módulo elástico intermedio y una elevada resistencia. Se usa para ropa de protección, chalecos antibalas e incluso cables.

⁵ Miravete A. "Materiales compuestos I" (2000), Ed. Reverté,

I. Introducción

- Kevlar 49: Misma resistencia que el kevlar 29 pero su módulo elástico es superior. Se emplea cuando las fibras se embeben en una resina para generar un material compuesto.

	Kevlar 29	Kevlar 49
Diámetro de hilo (mm)	12	12
Densidad (g/cm^3)	1,44	1,45
Módulo de elasticidad (GPa)	60	128
Resistencia a la tracción (GPa)	1,92	2,94-3,6
Elongación a la rotura (%)	4	2,3
Módulo específico	41	88

Tabla 1: Propiedades mecánicas del Kevlar.



Figura 25: Fibra de aramida.

I. Introducción

I.4.3.5. Resina Epoxi

La resina epóxica, epoxi o también conocida como vidrio líquido, no es más que un polímero de tipo termoestable, donde su estado normal (líquido) pasa a estado sólido cuando se le aplica algún agente endurecedor o catalizador.

Presenta un aspecto viscoso, elevada solubilidad y densidad, y un intenso olor que reacciona frente al efecto del calor.

Destaca por su versatilidad, por lo que es muy valorada en cientos de diferentes tipos de sectores. Es un excelente aislante térmico con muy buena resistencia a la humedad y gran capacidad de resistir temperaturas elevadas y propiedades adhesivas.

Su empleo abarca diferentes campos industriales como son: uso como adhesivo, aplicación en electricidad y electrónica, construcción de moldes, industria alimentaria, etc.



Figura 26: Resina epoxi.

I. Introducción

II. OBJETIVOS

OBJETIVOS

II. Objetivos

II.1. OBJETIVO GENERAL.

El objetivo principal del trabajo consiste en el diseño y análisis estructural de un patinete de nieve que debe cumplir con una serie de requisitos para poder llegar a desarrollar el producto final.

Se comenzará con el diseño general de la estructura o chasis, donde se emplearán los materiales que hoy día se utilizan para su fabricación y posteriormente, una vez que estos resultados hayan sido estudiados y valorados, es cuando se proponga una mejora generalizada del prototipo. Para poder alcanzar la meta a todo lo expuesto, el estudio se procederá a realizar a través del programa *SolidWorks*.

II. Objetivos

II.2. OBJETIVOS PARTICULARES.

Para poder alcanzar el objetivo final del trabajo, primero se hace un planteamiento de forma individual con las siguientes finalidades:

- Estudio de las diferentes geometrías de los chasis que conforman el patinete.
- Realizar el diseño completo del objeto a través del programa *SolidWorks*.
- Estudiar el comportamiento ante situaciones diversas para confrontar los resultados mediante *SolidWorks*.
- Contrastar los diferentes materiales empleados para ver su funcionalidad.
- Estudio económico para evaluar la viabilidad de los materiales compuestos empleados.

II. Objetivos

III. DESARROLLO PROYECTO

**DESARROLLO
PROYECTO**

III. Desarrollo proyecto

III.1. DISEÑOS INICIALES DE PROTOTIPOS.

En el presente proyecto se va a diseñar un chasis de competición de un patinete de nieve mediante el empleo de materiales compuestos.

El motivo de fabricar el chasis mediante materiales compuestos, es que después de haber realizado una búsqueda de información y de comprobar las diferentes características que presentan, se espera que los resultados que se obtengan sean mejores que en caso de fabricarlo mediante aluminio 7075-T6, ya que las principales ventajas que ofrecen los materiales compuestos es la reducción de peso y la mejora de resistencia.

El chasis no debe tener un coste excesivamente elevado, un manejo fácil y sobre todo fiable. Por ello, los materiales compuestos pueden cumplir con estas tres expectativas esenciales.

Para ello se han realizado varios diseños de patinetes de nieve. Se han diseñado modelos con diferentes geometrías de los que se han ido haciendo mejoras y adaptaciones enfocadas a los patinetes de alta competición.

III.1.1. Prototipo número uno.

El primero de ellos es un modelo básico. Este prototipo está diseñado a partir de un patinete convencional, era sobre la que comenzaron los patinetes hace ya unos años atrás ⁶.

⁶ S. Gómez González, "El gran libro de SolidWorks" (2019), Ed. Marcombo.

III. Desarrollo proyecto

III.1.1.1 Diseño prototipo primero.

Se comienza dibujando la superficie de apoyo, zona sobre la que se apoyan los pies del piloto.

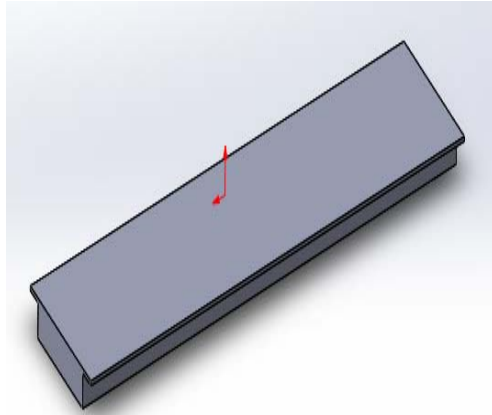


Figura 27: Diseño de la superficie de apoyo.

El segundo paso consiste en realizar un corte de la base del patinete en la parte trasera, donde en este punto es donde se alojará el esquí trasero tal y como muestra la siguiente figura.

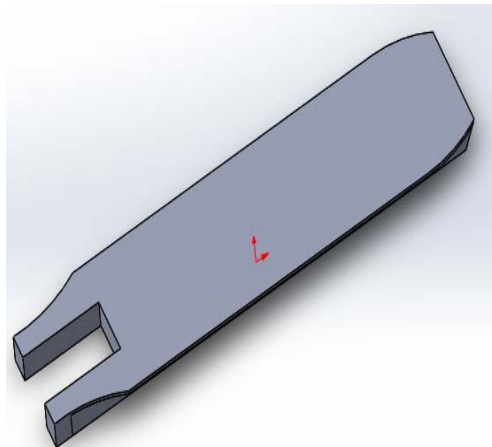


Figura 28: Corte en la zona trasera para ensamblaje del esquí trasero.

III. Desarrollo proyecto

El paso siguiente consiste en dibujar el cuerpo central del patinete. Este es el elemento que permite conectar el manillar de dirección junto con la base de apoyo.

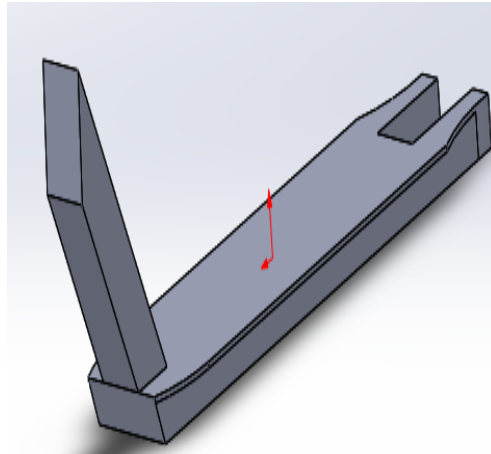


Figura 29: Dibujo del cuerpo de unión entre la base y la horquilla de dirección.

El último paso de diseño del prototipo primero, es dibujar el cilindro pasante. Esto es un cilindro hueco en su interior por donde se introduce el manillar de dirección, permitiendo al piloto girar en la dirección deseada.

De esta manera queda definido totalmente el prediseño del primer prototipo de patinete de nieve.

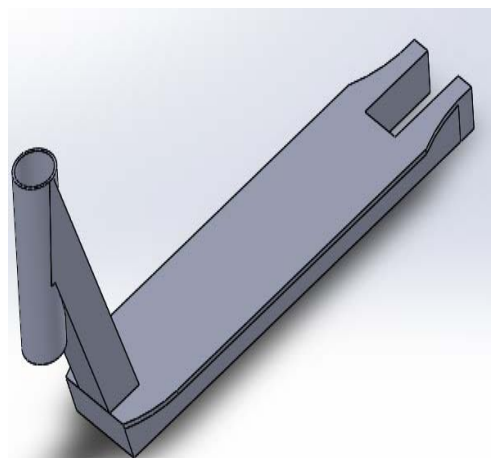


Figura 30: Diseño del cilindro por el que se ensambla la horquilla de dirección.

III. Desarrollo proyecto

III.1.2. Prototipo número dos.

En el prototipo número dos que se muestra a continuación, se pueden observar algunas mejoras con respecto al anterior. En él se observa que la idea es la misma, pero aparecen cambios enfocados a patinetes de alta competición. Cuenta con una estructura más robusta y reforzada, ya que el tubo que va desde el manillar hasta la superficie plana de apoyo proporciona una mayor robustez dando lugar a un patinete más sólido en cuanto a estabilidad.

Este diseño ya comienza a estar más enfocado sobre los patinetes de alta competición, dado que es lo que se busca en este trabajo y por lo que se van realizando mejoras sobre su diseño.

III.1.2.1. Diseño prototipo segundo.

Se parte diseñando la superficie de apoyo. Esta no es más que una plancha rectangular en la que en sus extremos se han realizado unas pequeñas modificaciones geométricas tanto delanteras como traseras, proporcionando formas redondeadas como muestra la figura siguiente.

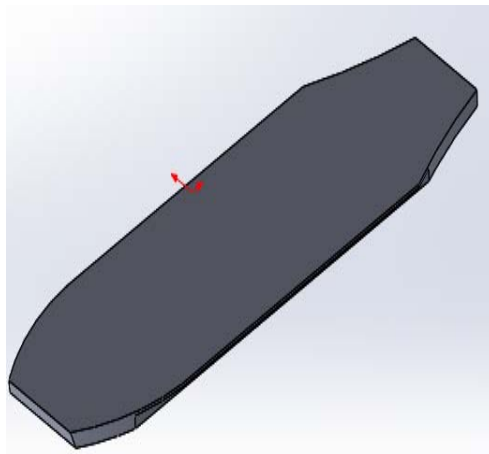


Figura 31: Diseño rectangular de la base de apoyo con geometría variable en sus extremos.

III. Desarrollo proyecto

En el segundo punto del diseño del prototipo, se dibuja la sección tubular que une tanto la superficie de apoyo como el encamisado de dirección. Además de la barra de unión comentada, se le añade otra más para así conseguir una mayor rigidez e impedir deformaciones del conjunto ante situaciones adversas que se pueden dar mientras se practica este deporte.



Figura 32: Unión de las barras transversales con el encamisado de dirección.

Para finalizar este prediseño, únicamente queda dibujar la parte estructural en la que se colocará el esquí delantero.

Con todo ello queda definido totalmente el prototipo segundo.



Figura 33: Diseño del tren de acople del esquí delantero de dirección.

III. Desarrollo proyecto

III.1.3. Prototipo número tres.

El prototipo se recrea de la idea del modelo anterior. Este modelo mantiene la esencia de un prototipo de alta competición, con la diferencia de que toda su estructura está formada a partir de secciones tubulares.

Al estar completamente fabricado de secciones tubulares, permite un menor peso y una menor cantidad de material empleado.

III.1.3.1. Diseño prototipo tercero.

El primero paso realizado para su fabricación consiste en dibujar una superficie completamente de secciones tubulares.

En la parte delantera del patinete se le proporciona una geometría redondeada para darle un aspecto diferente y no totalmente uniforme.

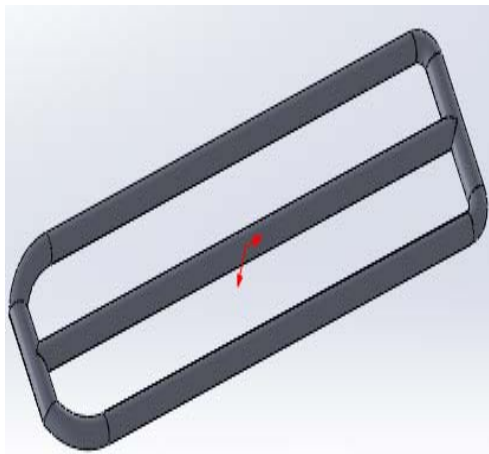


Figura 34: Superficie de secciones tubulares y cantos redondeados.

A continuación, se dibuja la barra que une tanto la superficie de apoyo como el encamisado, donde en etapas posteriores se hará pasar la barra de dirección.

III. Desarrollo proyecto

También se dibuja otra barra con mayor longitud próxima a la parte posterior del de la base de apoyo, para proporcionar así una mayor resistencia del conjunto al completo.



Figura 35: Diseño de ambos elementos de refuerzo con la barra de dirección.

En el siguiente paso de este prediseño de prototipo, se dibuja el soporte en el que se ensamblará el esquí delantero. Este apartado forma parte de la columna de dirección.



Figura 36: Diseño del elemento de sujeción del esquí delantero.

III. Desarrollo proyecto

Para dar por concluido el prediseño del prototipo número tres, únicamente falta dibujar el manillar de dirección, donde gracias a él, se proporciona movilidad al patinete en la dirección deseada.



Figura 37: Manillar de dirección.

III. Desarrollo proyecto

III.2. DISTRIBUCIÓN DE MASAS.

El “snow-scooter” está diseñado para permitir el transporte de personas, lo que implica que se debe minimizar en la medida de lo posible cualquier perturbación.

En el conjunto del patinete de nieve se encuentran dos tipos de masas principales:

- Por un lado, la masa suspendida: Hace referencia a aquella porción de masa total que es soportada por todos los elementos que van anclados al chasis. Estos son: componentes internos, el pasajero o polito y la carga.

- Por otro lado, la masa no suspendida. Esta se refiere a todo elemento que de manera directa o indirecta tiene contacto al suelo. Esto se refiere a: esquís, ejes y elementos de frenado.

Todos los elementos mencionados anteriormente tienen gran relevancia sobre el funcionamiento del patinete de nieve. Es por ello, que todas las masas deben estar correctamente distribuidas ya que condicionan la disposición del centro de gravedad y por tanto un adecuado manejo.

Para poder entender de una manera más clara todo el funcionamiento del patinete de nieve, se tiene que hacer previamente una descripción de todos los elementos que en su conjunto forman el patinete. Estos elementos son las masas que el patinete debe soportar.

III.2.1. Equipamiento del piloto.

- Casco

Es el elemento más importante para la seguridad del piloto. Tiene que soportar reiteradas caídas manteniendo la integridad del mismo intacta, por lo que debe

III. Desarrollo proyecto

estar perfectamente acolchado para absorber los impactos ocasionados contra el suelo. Así mismo, tiene que ser ligero para no incomodar al piloto debido al peso.

- **Guantes**

Las funciones más importantes de los guantes son impedir que traspase el agua y el frío. Tienen que permitir al piloto tener una buena manejabilidad tanto en las muñecas como en los dedos y buena adaptación a las manos.

- **Gafas**

Las gafas deben proporcionar dos aspectos muy importantes.

-Por un lado, deben proporcionar una visión óptima para que el piloto en todo momento pueda tener un campo de visión lo más amplio y nítido posible.

-Por otro lado, tienen que ser capaces de soportar caídas. Si el piloto tiene un accidente con tan mala suerte de golpear con las gafas en el suelo, estas deben soportar el impacto y no desintegrarse ocasionando daños oculares.

- **Indumentaria**

La ropa debe ser perfectamente impermeable, ligera, con facilidad de transpiración y secado rápido. En cualquier circunstancia de caída ya sea por hacer acrobacias o pérdida de equilibrio, debe impedir que el agua atraviese la ropa llegando al cuerpo del piloto.

- **Botas**

Son el elemento que proporcionan la sujeción a los pies. Las botas esencialmente deben ser impermeables y antideslizantes a la superficie del patinete de nieve. A diferencia de las botas comunes empleadas en el esquí y el snow, estas botas no son de ese tipo, ya que el pie del usuario no va sujeto al patinete de nieve. Tienen una talla 43 y unas dimensiones de 330 mm de largo y 110 mm de ancho.

III. Desarrollo proyecto

III.2.2. Piloto.

- Piloto

El peso del piloto se ha estimado en 75 kg y su distribución es variable. Este es el peso más apropiado para la realización de acrobacias aéreas, ya que pesos superiores no serían óptimos para patinetes de alta competición como el desarrollado en el presente proyecto.

A continuación, se muestra una tabla con el peso de cada uno de los elementos mencionados anteriormente. Tomando el valor de la gravedad como 9.81 m/s^2 el peso es:

COMPONENTE	MASA (kg)	PESO (N)
Casco	0.907	8.898
Guantes	0.422	4.140
Gafas	0.188	1.844
Indumentaria	2	19.62
Botas	0.481	4.719
Piloto	75	735.75

Tabla 2: Pesos aplicados al patinete de nieve de cada uno de los elementos.

III. Desarrollo proyecto

III.3. HIPÓTESIS DE CARGA.

Para poder realizar un correcto estudio de los estados tensionales que se aplican al patinete de nieve, previamente se deben analizar una serie de hipótesis de carga.

Estas hipótesis de cargas se dividen fundamentalmente en dos tipos. Por un lado, se encuentra la hipótesis de cargas referidas a la base de apoyo de los pies del piloto y, por otro lado, las cargas que actúan en el manillar de dirección.

En cuanto al posicionamiento de los pies del piloto sobre la base de apoyo, se debe tener en cuenta que, para poder representarse de una manera más próxima a la realidad, se dibujan mediante el comando "Ellipse" del programa *SolidWorks* una serie de elipses simulando las huellas del piloto. Esto es lo más cercano a la realidad de un método de simulación de los pies de un piloto.

La superficie de apoyo no es uniforme en todas sus partes, ya que son secciones tubulares, por tanto, se representan únicamente aquellas zonas en las que las botas mantienen contacto con la superficie de apoyo.

Se toma como peso del piloto 75 kg, y no tiene una distribución por igual en cada una de las tres barras de apoyo. Para representar la distribución de las masas en las barras del patinete, se suma también el peso de todo el equipaje del piloto como se ha definido anteriormente.

La suma de todo ello (peso del piloto + equipaje) tiene como resultado un valor de 78.998 kg, aproximándolo queda un peso total de 79 kg. Ahora bien, este peso se multiplica para la gravedad siendo de un valor de 774.99 N, lo que aproximando queda un peso de 775 N. Puesto que este es el peso total, hay que tener en cuenta que este peso hay que dividirlo entre dos para representar las dos piernas de apoyo en la base del patinete.

La distribución que muestra la tabla siguiente, es la distribución y la zona de aplicación a cada parte del pie, donde la puntera es la zona que menos peso ejerce sobre

III. Desarrollo proyecto

la base y el talón el que mayor. El criterio de distribución elegido por el autor intenta aproximarlos de una manera más cercana a realidad.

Zona de contacto	Masa (kg)	Peso (N)
Puntera	7.5	73.6
Zona central	12.5	122.6
Talón	19.5	191.3

Tabla 3: Distribución de peso por cada extremidad.

Si se recogen los datos de la tabla de arriba y se representan de forma total, los valores totales son los siguientes:

Zona de contacto	Masa (kg)	Peso (N)
Puntera	15	147
Zona central	25	245.3
Talón	39	382.6

Tabla 4: Distribución de peso total en ambas extremidades.

III.3.1. Base de apoyo.

La base de apoyo recoge aquellas modalidades de conducción del patinete de nieve. Además de las modalidades de conducción, se debe tener en cuenta otro aspecto fundamental en el patinete y es un mal uso que se puede hacer del mismo.

III.3.1.1. Modalidad acrobática.

Los puntos de apoyo se ubican en la parte trasera de forma perpendicular a la superficie. Esto se realiza de tal forma para que en el momento de despegue del suelo, el piloto pueda coger impulso al mismo tiempo que ejerce fuerza hacia su cuerpo, y así poder realizar los giros y saltos acrobáticos.

III. Desarrollo proyecto

Esta modalidad cuenta con el peso del piloto junto con la fuerza de impacto que se genera al descender de una altura e impactar con el suelo.

- Se toma como altura de salto un valor de 2 metros.
- En el momento del aterrizaje en la nieve, el valor de penetración o amortiguamiento de los esquís al impactar con la nieve es de 20 cm.

Los cálculos realizados para la hipótesis de impacto son:

- Vf= velocidad en el momento del impacto.
- $V_f = \sqrt{2 * g * h} = \sqrt{2 * 9.81 * 2} = 6.26 \text{ m/s}$.
- En el momento del impacto en la nieve: $V_0 = 6.26 \text{ m/s}$ y $V_f = 0 \text{ m/s}$.
- Aplicando las fórmulas de movimiento rectilíneo uniforme variado en función de la velocidad queda:
 - (1) $e = V_0 * t - \frac{1}{2} * a * t^2 \rightarrow 0.2 = 6.26 \text{ m/s} * t - \frac{1}{2} * a * t^2 \rightarrow 0.2 = t (6.26 \text{ m/s} - \frac{1}{2} a * t)$
 - (2) $V_f = V_0 - a * t \rightarrow 0 = 6.26 \text{ m/s} - a * t \rightarrow a * t = 6.26 \text{ m/s}$
- Despejando $a * t$ de la segunda ecuación (2) y sustituyendo en la primera (1):
 - $0.2 = t (6.26 \text{ m/s} - \frac{1}{2} * 6.26 \text{ m/s}) \rightarrow t = 0.064 \text{ s}$
 - Se sustituye el tiempo en la ecuación (2).
 - $0 = 6.26 \text{ m/s} - a * 0.064 \text{ s} \rightarrow a = 97.81 \text{ m/s}^2$

III. Desarrollo proyecto

➤ Sustituyendo en la fórmula $F = m \cdot a \rightarrow F = 79 \text{ kg} \cdot 97.81 \text{ m/s}^2$;

$$F = 7727 \text{ N}$$

Para que queden definidos correctamente los pesos que actúan en cada huella del “snow-scooter” en la modalidad acrobática, la fuerza total incluyendo el impacto al descender de una altura de 2 m, queda definido como muestra la siguiente tabla.

Zona de contacto	Porcentaje (%)	Peso (N)
Puntera	19	733.7
Zona central	31	1222.6
Talón	50	1907.3

Tabla 5: Distribución de pesos en la modalidad acrobática.

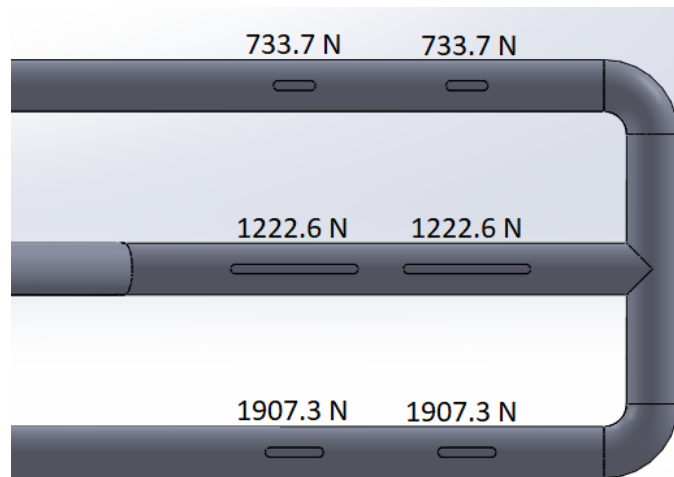


Figura 38: Reparto de peso en la modalidad acrobática.

III.3.1.2. Modalidad paseo.

En cuanto a la modalidad de paseo, el posicionamiento es diferente. Para esta modalidad los pies del piloto se distribuyen de manera paralela a la base del “snow-scooter”. El posicionamiento mencionado es el que mayor estabilidad proporciona al piloto cuando se realiza esta tipo de conducción.

III. Desarrollo proyecto

En esta modalidad, la fuerza de impacto es nula debido a que el patinete de nieve no se eleva en ningún caso de la superficie de contacto, por lo que únicamente se tiene en cuenta el peso del piloto.

Zona de contacto	Peso (N)
Puntera	49
Zona central	81.8
Talón	127.5

Tabla 6: Distribución de pesos en la modalidad paseo.

Como la distribución de pesos en esta modalidad es paralela a la superficie de apoyo, cada uno de los pies mantiene contacto con la base en la zona externa e interna de las secciones tubulares, por lo que aparece un punto más de contacto por cada barra.

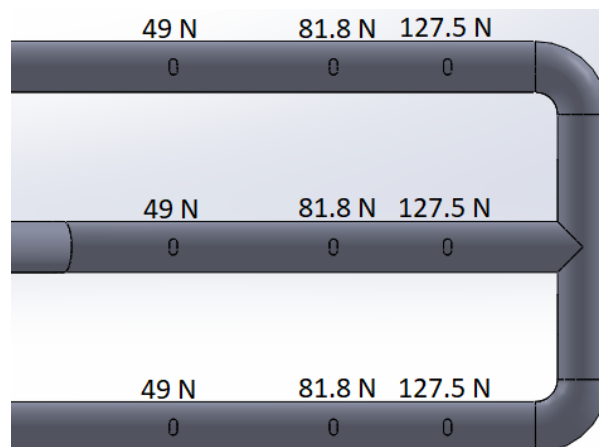


Figura 39: Reparto de peso en la modalidad paseo.

III.3.1.3. Uso inapropiado.

El uso indebido o mal uso de un objeto, es una parte fundamental en el estudio de las consecuencias que pueden tener. Los objetos están diseñados para un uso correcto,

III. Desarrollo proyecto

pero también es de vital importancia realizar un estudio paralelo cuando su empleo no es el adecuado.

Es por ello que en el patinete de nieve hay que tener en cuenta factores adversos cuando su empleo no es apropiado.

La hipótesis que se ha simulado en este apartado es de un posicionamiento perpendicular a la superficie de apoyo, donde no todas las partes de las botas del piloto apoyan sobre la base.

Como se puede apreciar en la figura siguiente, la zona de la puntera únicamente tiene un punto de apoyo, mientras que, la zona central y el talón, mantienen ambas el contacto. Esto puede ser debido a caer al suelo como consecuencia de la pérdida de equilibrio.

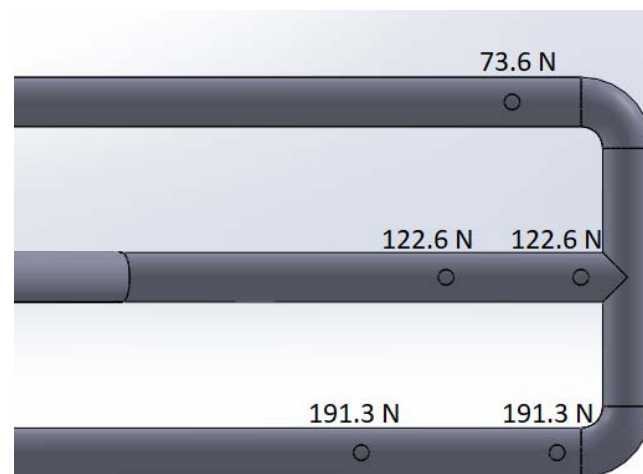


Figura 40: Reparto del peso en la modalidad de un mal uso.

III.3.1.4. Tensiones de torsión sobre la zona de apoyo de la puntera.

En ocasiones para mantener el equilibrio sobre el patinete, se puede dar la situación en que todo el peso del piloto recaiga sobre una única zona de apoyo.

Para ello, la siguiente hipótesis de carga recoge la situación de mantener el equilibrio, donde todo el peso del piloto genera tensiones de torsión como consecuencia de poder mantener el equilibrio.

III. Desarrollo proyecto

Por tanto, los 775 N se reparten únicamente en dos puntos como muestra la figura siguiente.

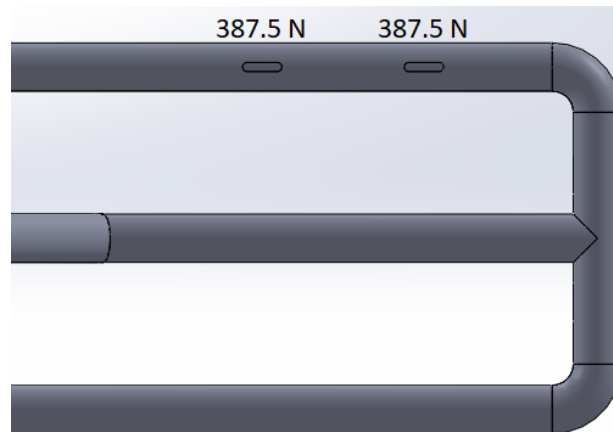


Figura 41: Reparto de peso para tensiones de torsión en la zona de la puntera.

III.3.1.4. Tensiones de torsión sobre la zona de apoyo del talón.

Esta hipótesis de carga sigue el mismo criterio que la anterior, con la diferencia que ahora todo el peso del piloto recae sobre el extremo opuesto de la base.

La zona de contacto queda reflejada en la siguiente Figura 42.



Figura 42: Reparto de peso para tensiones de torsión en la zona del talón.

III. Desarrollo proyecto

III.3.2. Horquilla de dirección.

Otro aspecto básico en el estudio del patinete de nieve, son las condiciones de trabajo a las que está sometido el manillar.

Para ello es necesario conocer dentro de las hipótesis de carga, cuáles son las cargas que soporta la horquilla de dirección por el hecho de los esfuerzos que realiza el piloto.

Los valores se han establecido en tomar la mitad del peso total del piloto, es decir, 387.5 N. A su vez, este peso se reparte entre dos, ya que una parte va a una empuñadura y la otra mitad a la empuñadura restante. Este criterio de elección ha sido elegido por el autor.

III.3.2.1. Empuje frontal.

La primera de ellas es una situación en la que el piloto realiza un empuje o esfuerzo frontal como por ejemplo para mantener firmemente el manillar estable a la hora de realizar algún descenso.

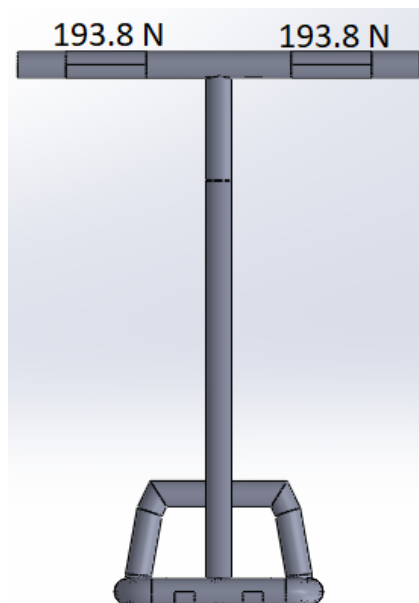


Figura 43: Reparto de peso para un empuje frontal.

III. Desarrollo proyecto

III.3.2.2. Empuje de retroceso.

Esta hipótesis recoge la misma situación que la anterior, con la diferencia de que ahora el empuje es de retroceso o, dicho de otra manera, es un empuje hacia dentro, hacia el propio cuerpo del piloto.

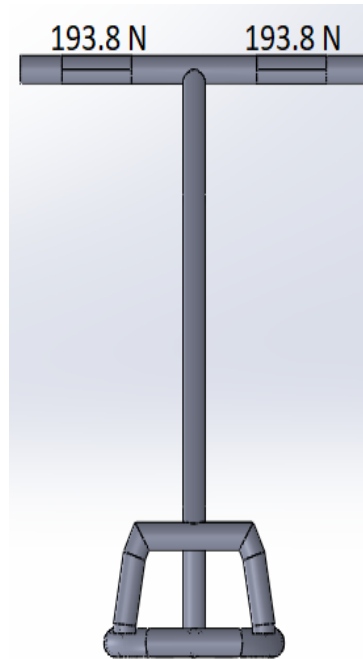


Figura 44: Reparto de peso para un empuje de retroceso.

III.3.2.3. Tensión de torsión.

La torsión se puede dar en una situación en la que la barra de dirección quede inmovilizada sobre dos piedras o sobre dos objetos en el que sus movimientos de giros, tanto hacia un sentido, como hacia el opuesto queden impedidos.

III. Desarrollo proyecto

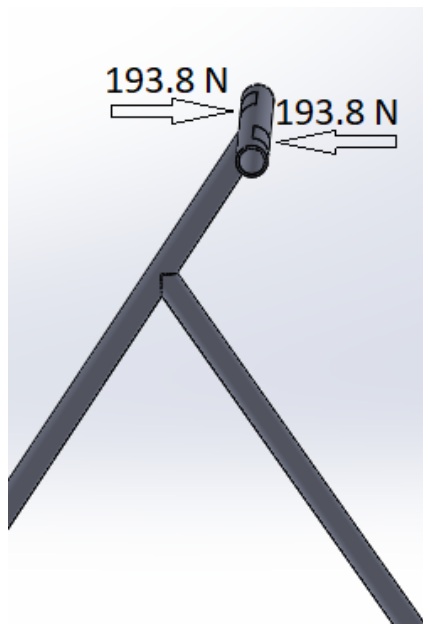


Figura 45: Reparto de peso para una tensión de torsión en el manillar de dirección.

III. Desarrollo proyecto

III.4. DISEÑO DEFINITIVO.

El prototipo seleccionado para realizar todos los cálculos posteriores es el prototipo tercero. El motivo de haber seleccionado este prototipo ha sido principalmente por dos motivos esenciales:

- Mínima cantidad de empleo de material. Al tratarse de toda una estructura de sección tubular, el empleo de material es menor que el utilizado en los otros dos prototipos, ya que, en lo que respecta a los otros dos modelos, la superficie de apoyo de los pies cuenta con una base completamente uniforme, lo que conlleva mayor empleo de material.
- Mayor ligereza. Puesto que la cantidad de material empleada es menor, esto proporciona la ventaja de tener un menor peso y mayor ligereza. Es muy importante que la estructura sea lo menos pesada posible, ya que facilite el manejo del piloto.

El diseño de los tres prototipos se ha realizado mediante el programa *SolidWorks*. El empleo de este programa permite realizar dibujos en 2D, para posteriormente con las diferentes herramientas que cuenta poder llevarlo a un diseño en 3D.



Figura 46: Diseño final del chasis.

III. Desarrollo proyecto

III.5. ESTUDIO Y SIMULACIÓN MEDIANTE FEM.

Una vez que se ha realizado la fase de diseño, se debe estudiar que todas las hipótesis tienen veracidad sobre el diseño. Esta es una tarea bastante compleja, ya que el material con el que se va a fabricar la estructura del “snow-scooter” debe quedar correctamente definida.

El patinete de nieve se va a fabricar mediante el uso de laminados de materiales compuestos, pero previamente se realiza un estudio con el empleo de aluminio 7075-T6 para realizar una evaluación de las situaciones habituales que puede sufrir el chasis fabricándolo a partir de aluminio.

Este es un material empleado comúnmente en la en la fabricación de bastones para el esquí y aplicaciones deportivas entre otras muchas. El aluminio 7075-T6 es una aleación formada principalmente de aluminio endurecido que además contiene; 5.6-6.1% de zinc; 2.1-2.5% de magnesio y 1.2-21.6% de cobre. El índice “T6” explica que este aluminio cuenta con un tratamiento térmico, un temple y una maduración artificial, lo que hace que mejoren las propiedades mecánicas ⁷.

Las características que presenta el aluminio 7075-T6 son las mostradas en la siguiente tabla:

Módulo de Young (MPa)	Coefficiente de Poisson	Densidad (kg/m^3)	Límite Elástico (MPa)
72000	0.33	2810	505

Tabla 7: Propiedades del aluminio 7075-T6.

Los perfiles que se han empleado son tubulares de diámetro exterior 32mm, interior de 26 mm y un espesor de 6 mm. El espesor y diámetro es uniforme en todas las

⁷ <https://www.teknika4.com/es/aluminio-7075>

III. Desarrollo proyecto

partes del chasis y manillar de dirección del “snow-scooter” ya que, el análisis que se va a realizar a continuación simplemente es para tener una orientación de los lugares donde mayores concentraciones de tensiones aparecen.

A través de las simulaciones que a continuación se van a mostrar, se obtendrán los desplazamientos, tensiones máximas y mínimas y las deformaciones que permitirán hacer una predicción del comportamiento de la estructura.

Para una comprensión más intuitiva de los análisis, y que quede perfectamente definido el diseño, se toma la zona delantera inferior de la horquilla de dirección y la parte trasera de la base como los puntos donde se ensamblan los esquís que apoyan sobre la nieve. Estas dos, son las geometrías fijas adoptadas en *SolidWorks* para poder realizar una correcta simulación tanto para el análisis del aluminio como del material compuesto.

III.5.1. Modalidad acrobática.

Los resultado a flexión obtenidos en la modalidad acrobática son los siguientes:

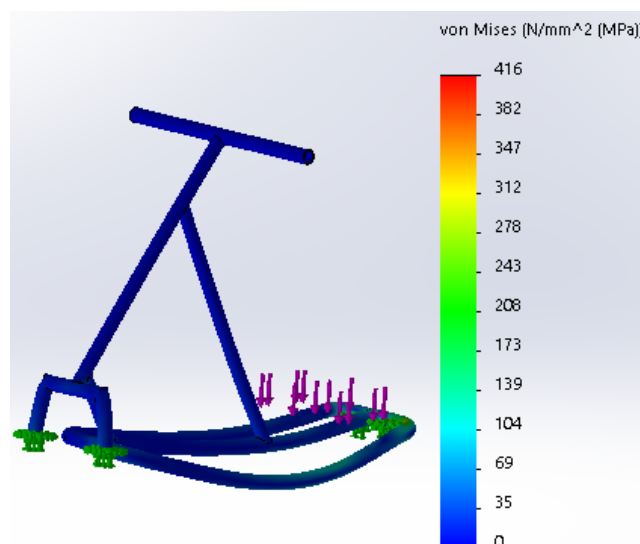


Figura 47: Resultados obtenidos de las tensiones de Von Mises bajo la hipótesis de carga acrobática.

III. Desarrollo proyecto

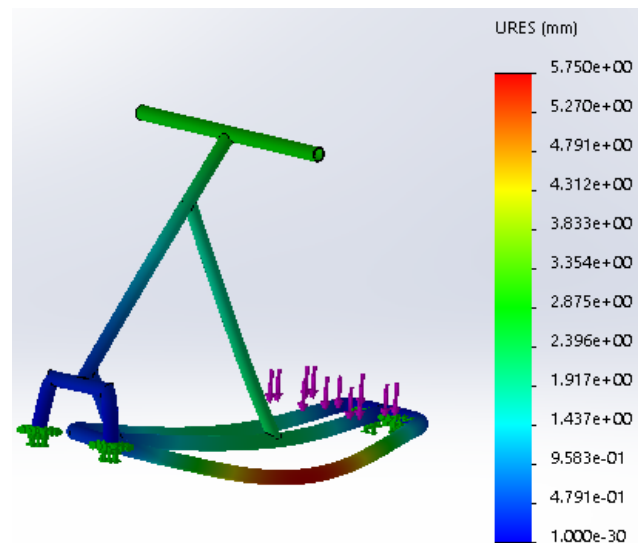


Figura 48: Resultados obtenidos de los desplazamientos de la hipótesis acrobática.

Analizando las tensiones de Von Mises en la hipótesis de carga referida a la modalidad acrobática, se puede observar que, sobre la pieza aparecen una gama de colores distintos. Estas variedades de colores representan los diferentes gradientes de tensión.

El valor máximo alcanzado tal y como muestra la Figura 47, es de 416 MPa y se encuentra en la zona trasera, más concretamente en la zona de apoyo de los talones del piloto. Puesto que el valor generado por la tensión de Von Mises es inferior al límite elástico del aluminio, la estructura del “snow-scooter” no va a sufrir ninguna fractura, por lo que está perfectamente diseñado para soportar el peso solicitado en la hipótesis de carga estudiada.

La elongación máxima se encuentra también en la zona de apoyo de los talones, mismo punto en el que aparece la tensión máxima de Von Mises. El valor es de 5.75 mm respecto al punto de equilibrio, lo que indica que no es un valor elevado y por tanto el desplazamiento es mínimo.

III. Desarrollo proyecto

III.5.2. Modalidad paseo.

En cuanto a la hipótesis de la modalidad de paseo, los resultados obtenidos del estudio son:

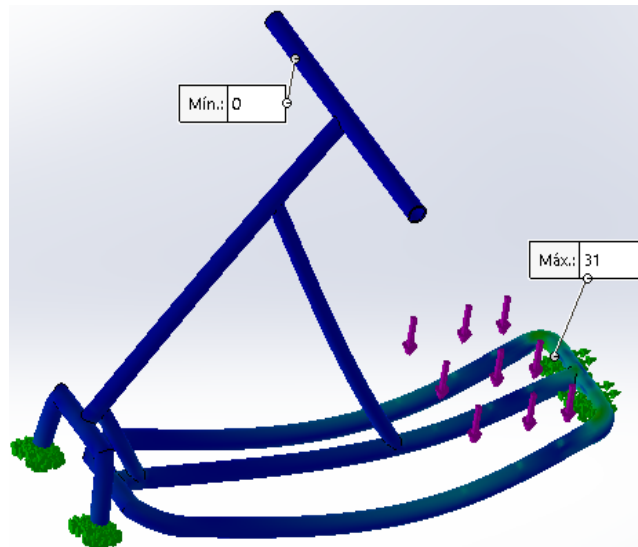


Figura 49: Resultados obtenidos de las tensiones de Von Mises en la modalidad de paseo.

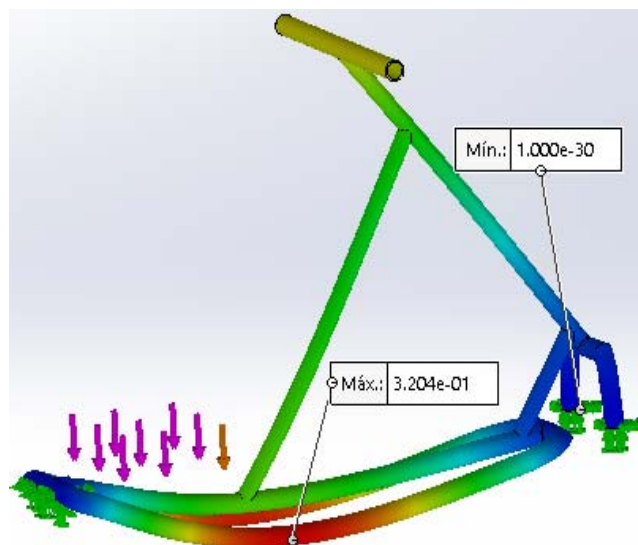


Figura 50: Resultados obtenidos de los desplazamientos en la modalidad de paseo.

III. Desarrollo proyecto

Las tensiones resultantes de Von Mises para la hipótesis de paseo, toma el valor máximo de 31 MPa, situándose en la zona trasera de la base del patinete de nieve. Más concretamente en los puntos exteriores de las zonas que están ancladas, es decir, en la franja donde se ensamblará el esquí trasero.

Realizando un zoom en la zona comentada, permite una mejor visión de lo comentando.

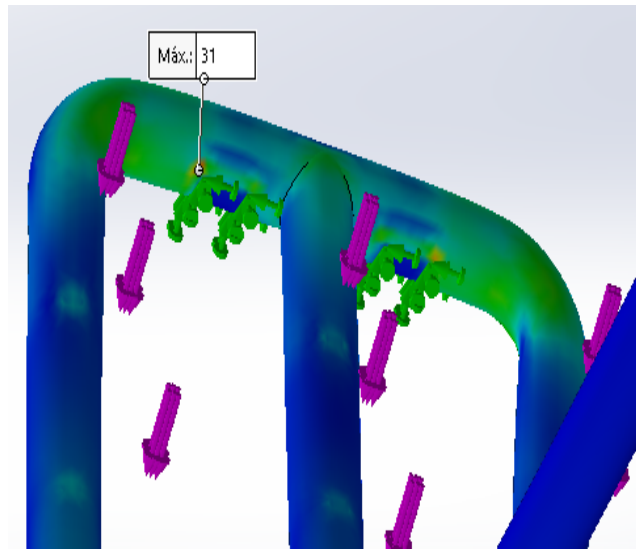


Figura 51: Ampliación de la zona de la tensión máxima de Von Mises en la modalidad de paseo.

En cuanto al desplazamiento máximo generado como consecuencia de la aplicación de diferentes pesos, el valor máximo alcanzado como muestra la Figura 50 es de 0.3204 mm. Es un valor que no llega ni a un milímetro, lo que indica que el desplazamiento es prácticamente despreciable.

Se sitúa en el punto más alejado de la zona de geometría fija trasera y por tanto, donde más flexa la barra.

III. Desarrollo proyecto

III.5.2.1. Modalidad paseo. Apoyo sobre puntera o sobre talón.

Una situación muy importante que se puede producir a la hora de manejar un patinete de nieve, es la de mantener los pies firmemente sobre la base del paciente, ocasionando que el piloto tenga una pérdida de equilibrio, lo que genera una torsión sobre la barra que mantiene el contacto.

El “snow-scooter” tiene un peso total de 3.744 kg por lo que se redondea a 3.8 kg. Este es un dato muy importante ya que a partir de él, se puede obtener la rigidez del patinete.

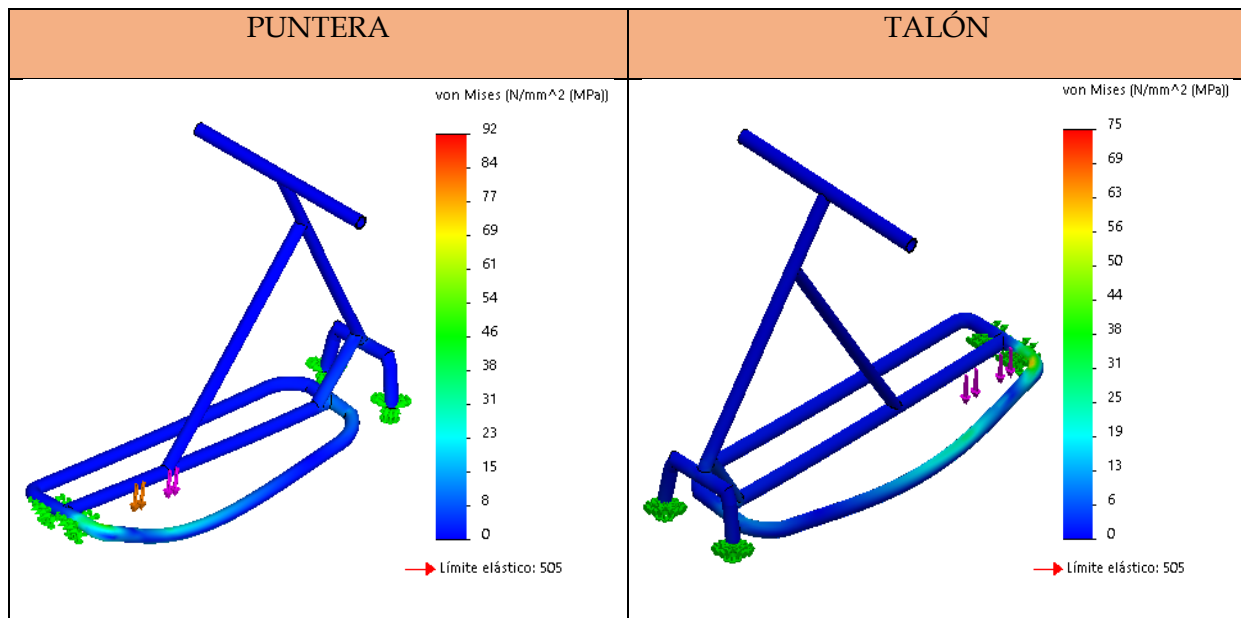


Tabla 8: Tensiones resultantes de Von Mises en condiciones de hipótesis de carga de torsión en zona puntera y talón.

Tal y como se ven reflejadas las tensiones de Von Mises en las condiciones de hipótesis de carga de torsión, en la tabla de arriba se observan que los resultados obtenidos son diferentes. La diferencia de valores de tensiones máximas en ambas situaciones, es que, para la zona de la puntera, los puntos de apoyo son más pequeños y por tanto, las tensiones máximas de Von Mises en la hipótesis de carga de torsión, se concentran en un espacio más reducido. Mientras que para el apoyo en la zona del talón,

III. Desarrollo proyecto

estas zonas de contacto son mayores, y por tanto, el peso se reparte más, lo que genera tensiones con valores algo más pequeños.

En ambas hipótesis los valores máximos están muy por debajo del límite elástico del material, ya que este toma un valor de 505 MPa.

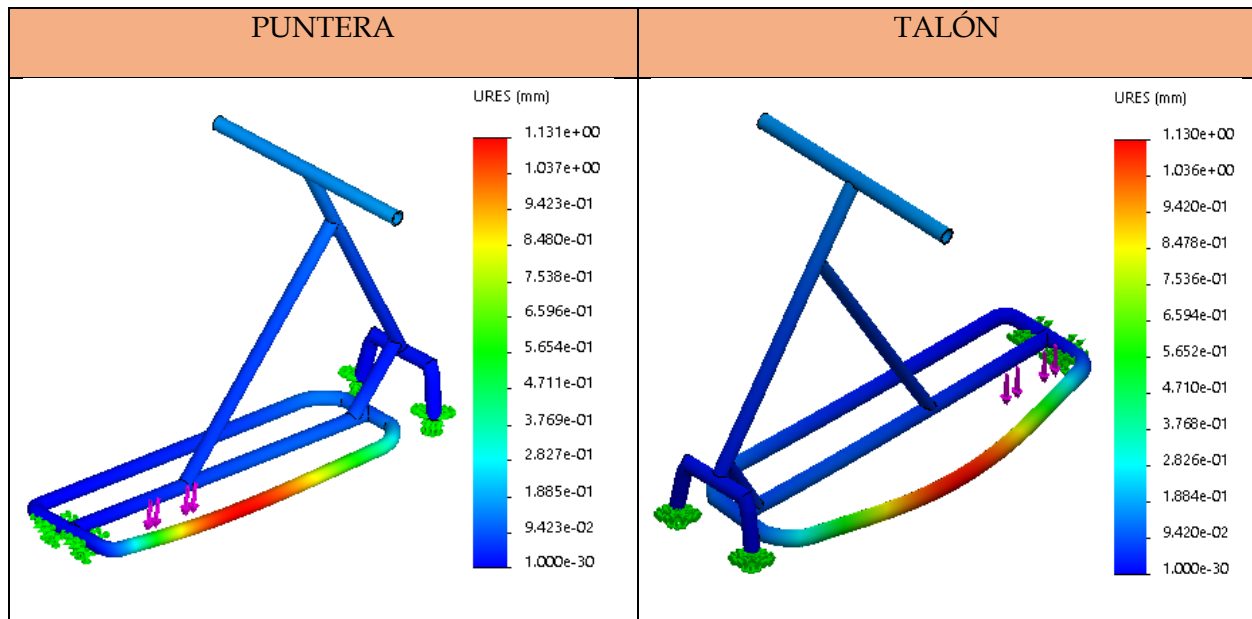


Tabla 9: Resultados obtenidos de los desplazamientos en las zonas de puntera y talón.

Como se pueden apreciar, los desplazamientos ocasionados por las tensiones de Von Mises son prácticamente iguales en ambas hipótesis de trabajo, con un valor de 1.13 mm. Son valores que no tienen consecuencias estructurales que afectan al comportamiento del “snow-scooter”.

III.5.3. Mal uso.

La siguiente hipótesis de trabajo recoge la situación que se le aplica al patinete de nieve cuando su uso no es el adecuado.

A continuación, las siguientes figuras representan los resultados obtenidos a partir de los diferentes análisis realizados.

III. Desarrollo proyecto

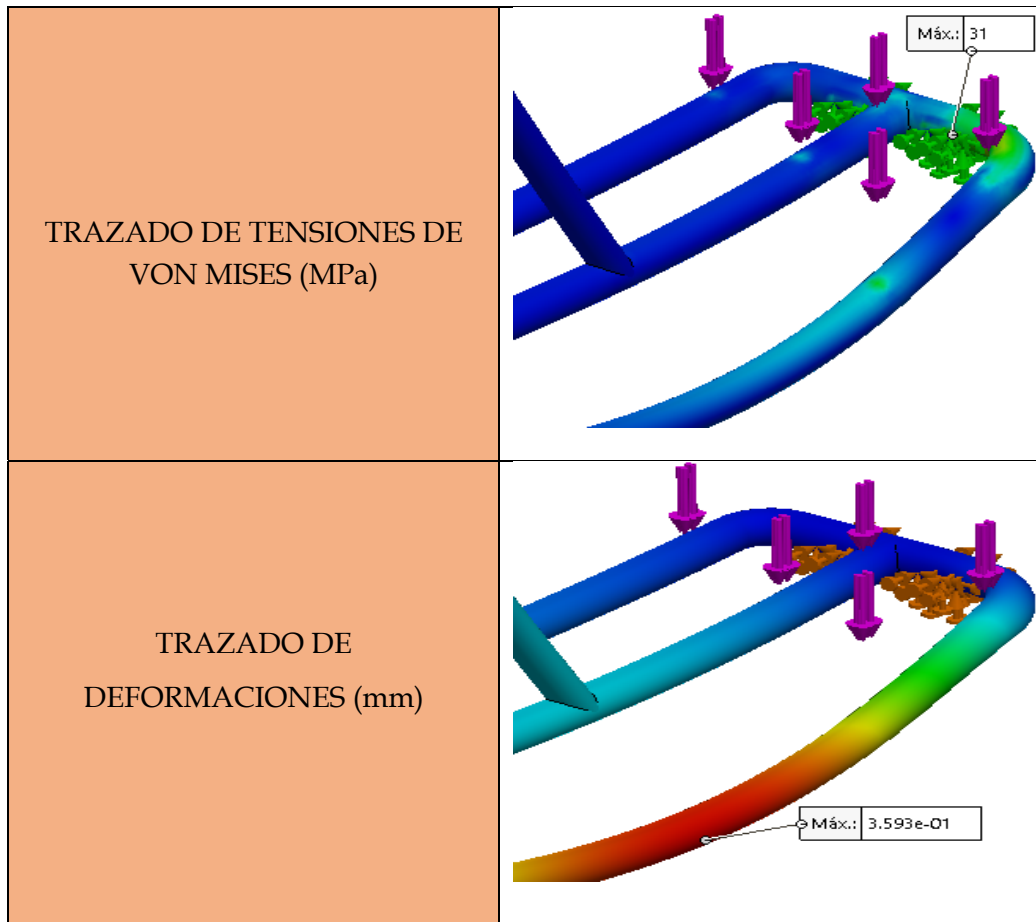


Tabla 10: Resultados de la hipótesis referida a un mal uso.

El valor de la tensión máxima de Von Mises toma el valor de 31 MPa. Este valor se alcanza en zona de apoyo de los talones, más concretamente en la parte del ensamblaje del esquí trasero.

El desplazamiento máximo generado por la tensión alcanza el valor de 0.36 mm. Se sitúa en la zona central de apoyo de los talones. Se debe principalmente a que es la zona de la mitad de la barra entre las geometrias fijas del esquí delantero y trasero.

Para una visión completa de las imágenes de la hipótesis de mal uso, consultar los apéndices.

III. Desarrollo proyecto

III.5.4. Condiciones de trabajo del manillar de dirección.

La otra parte del análisis corresponde al estudio del comportamiento del timón o manillar de dirección.

Puesto que el manillar es el otro elemento que sufre también tensiones resultantes de Von Mises, es de vital importancia representar su comportamiento ante diferentes situaciones.

La geometría fija, es decir, los puntos que permanecen fijos e inmóviles, son diferentes al estudio de la base del "snow-scooter". Se toma como geometría fija aquellas zonas sobre las que afectan los esfuerzos del manillar. Al igual que en el estudio de la base, la geometría fija incluye la zona donde se ensambla el esquí delantero y trasero, para el estudio del manillar, se fijan la zonas donde se sitúan el esquí delantero y las superficies de las barras que unen la horquilla de dirección con la base del patinete de nieve.

III.5.4.1. Tensiones de Von Mises y desplazamientos mediante una carga de empuje y retroceso.

Los resultados de las tensiones de Von Mises de empuje y retroceso son los mostrados en la Tabla 11. En la columna de la izquierda se representan los análisis referidos a las tensiones de Von Mises (MPa) y las elongaciones (mm) de la hipótesis de empuje, y a la derecha los referidos a la hipótesis de retroceso.

III. Desarrollo proyecto

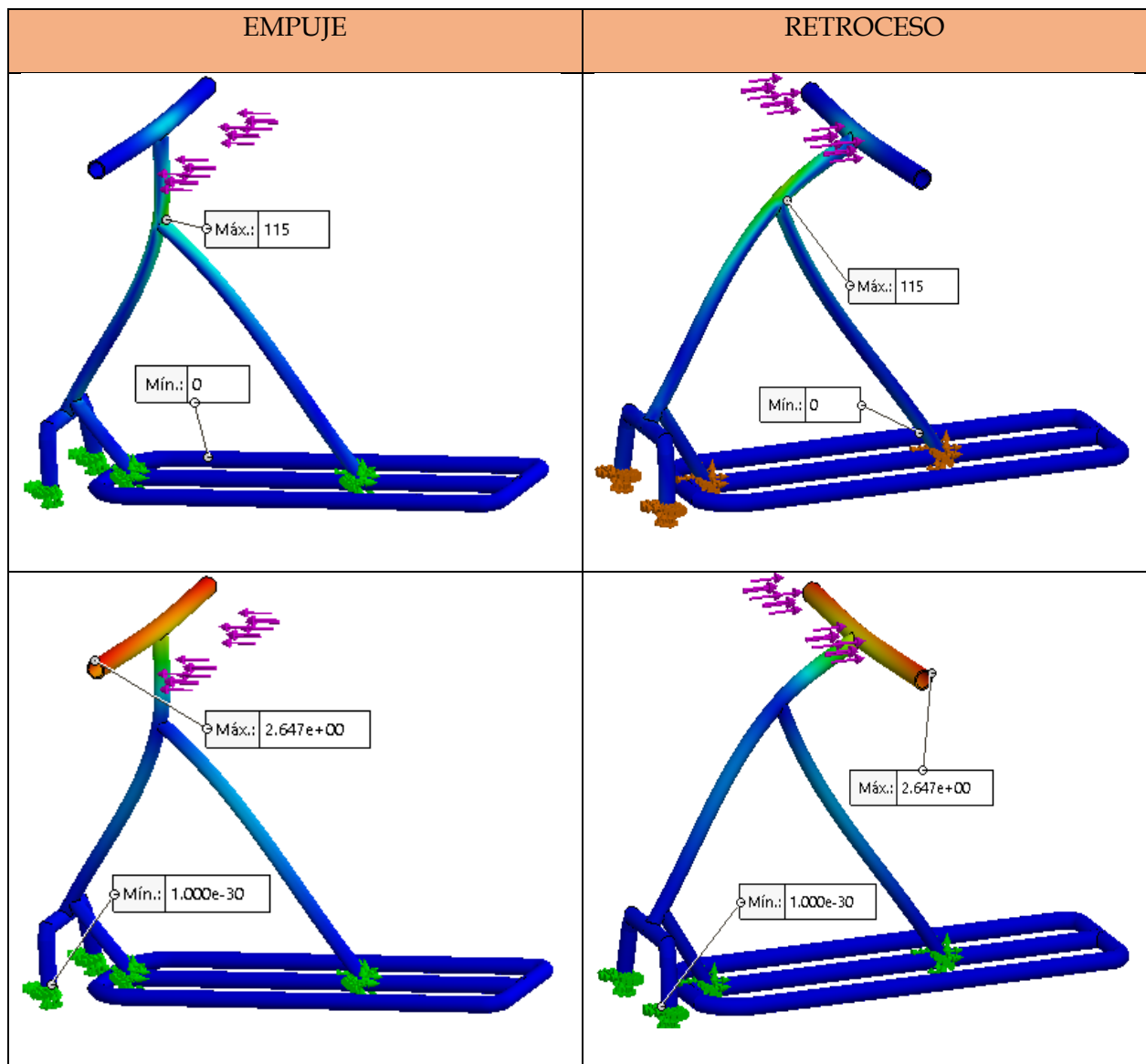


Tabla 11: Tensiones de Von Mises y desplazamientos para el estudio del manillar de dirección.

Con los resultados obtenidos en ambas hipótesis, se puede observar que las tensiones resultantes de Von Mises en condiciones de hipótesis de carga a flexión, son de 115 MPa en ambas situaciones. Esto se debe a que el empuje o retroceso que se realiza, tiene el mismo valor y el mismo punto de tensión máxima, tal y como se aprecian en las imágenes.

III. Desarrollo proyecto

Los desplazamientos, también toman el mismo valor en ambas hipótesis. Se sitúan los máximos en el extremo del manillar, es decir, en la empuñadura de agarre del manillar.

III.5.4.2. Tensiones de Von Mises y desplazamientos bajo una carga de torsión.

La tensión resultante de Von Mises en condiciones de hipótesis de carga de torsión y los desplazamientos generados son:

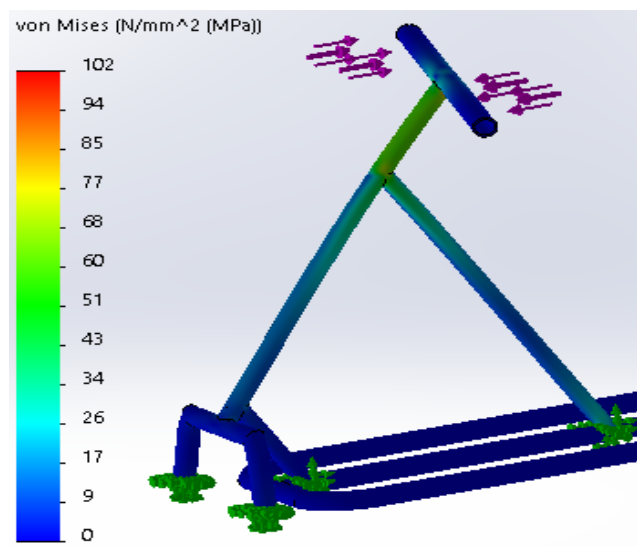


Figura 52: Tensión de Von Mises bajo una carga de torsión.

III. Desarrollo proyecto

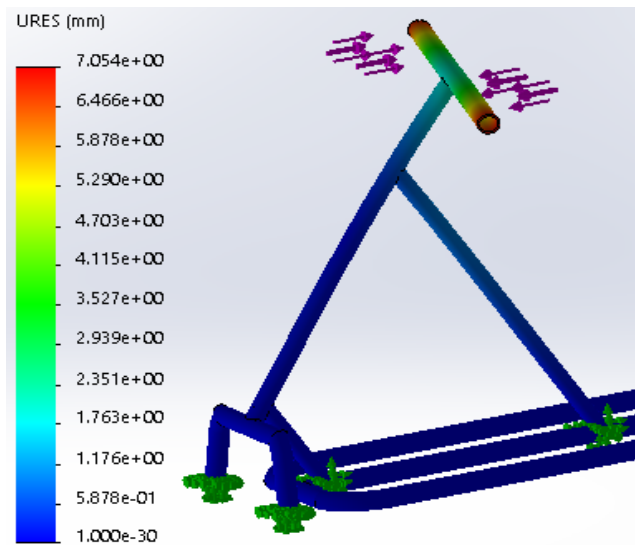


Figura 53: Resultados obtenidos de los desplazamientos en el manillar de dirección.

El valor máximo de tensión da como resultado 102 MPa, y se localiza en la unión entre el manillar y la barra de dirección. Esta es la zona que mayor tensión debe soportar el aluminio, por lo que, la unión soldada tiene que quedar perfecta para evitar en diferentes manejos la fractura del material por dicha zona.

En cuanto al desplazamiento generado por una carga de torsión, se produce en los extremos del manillar, con un valor de 7.05 mm. Lógicamente al aplicar una fuerza en un extremo del manillar y la misma en el opuesto, las zonas de mayores deformaciones sean los extremos.

III.5.5. Análisis de resultados.

En cuanto a los resultados obtenidos en cada una de las hipótesis realizadas, se pueden apreciar que las tensiones que debe soportar el chasis son bajas si se comparan con el límite elástico del aluminio seleccionado. Se confirma que la geometría del chasis diseñado es completamente válida ya que no se van a producir deformaciones ni roturas.

III. Desarrollo proyecto

En referencia a los desplazamientos generados como consecuencia de los resultados de las diferentes tensiones de Von Mises, los desplazamientos se consideran valores muy bajos, siendo el más elevado de 7.054 mm y por el que no afectarán a su uso.

El último gráfico hace una valoración de los diferentes factores de seguridad referidos a las distintas hipótesis de cargas estudiadas. El caso más desfavorable se encuentra en la hipótesis acrobática, ya que las tensiones que deben soportar son mayores. Esta hipótesis es la más desfavorable, por tanto, al cumplir el factor de seguridad con dicha hipótesis, el resto también lo cumplen.

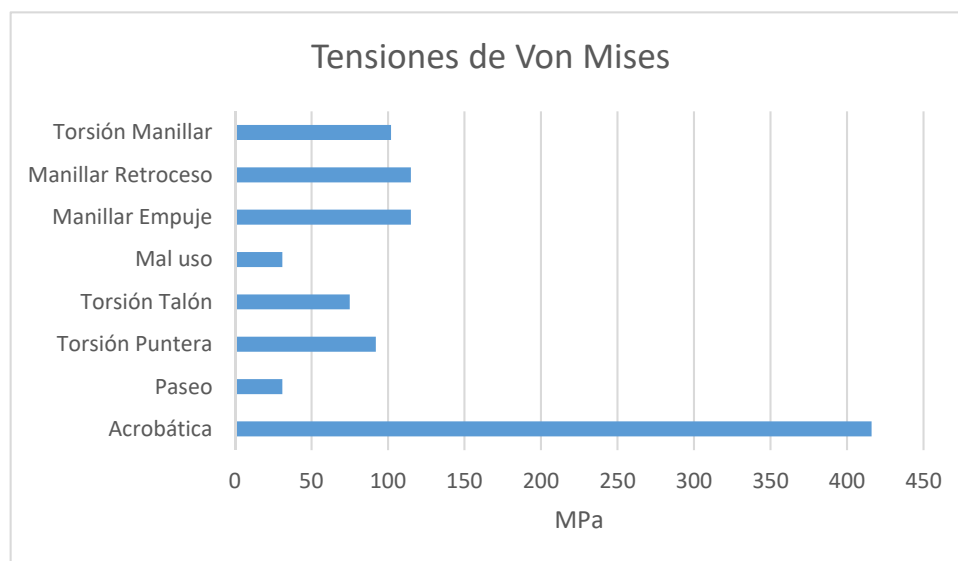


Figura 54: Gráfico comparativo de las diferentes tensiones en cada hipótesis.

III. Desarrollo proyecto

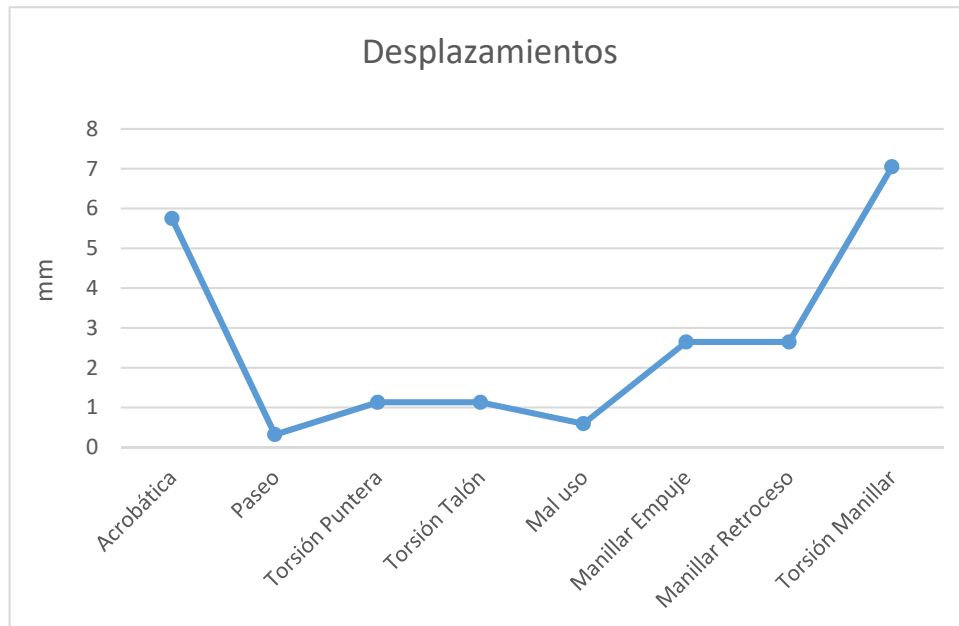


Figura 55: Gráfico comparativo de los diferentes desplazamientos en cada hipótesis.

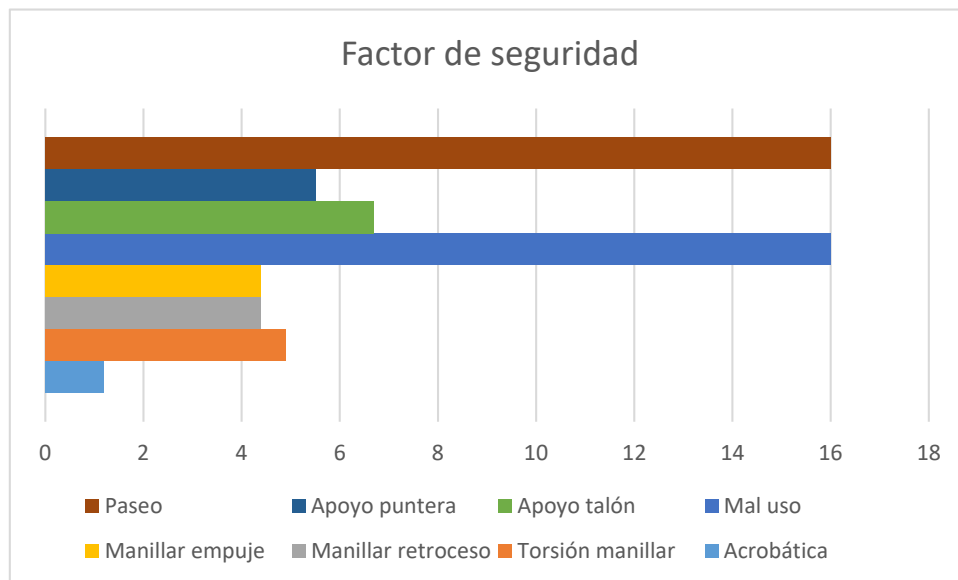


Figura 56: Gráfico del factor de seguridad del estudio de cada hipótesis mediante aluminio.

Esta estructura de chasis se puede optimizar optando por la elección de otro tipo de aluminio o acero con propiedades mecánicas mejorables a las que se han

III. Desarrollo proyecto

trabajado hasta ahora, pero en el presente trabajo se va a optar por una acción más sostenible e innovadora. Empleo de materiales compuestos.

Es por ello, que el estudio que se ha realizado previamente, permite conocer las partes que más sufren, como es el caso de la zona donde se ensamblará el esquí trasero, ya que esta zona es donde mayores concentraciones de tensiones y deformaciones aparecen.

El peso total del "snow-scooter" es de 3.744 kg por lo que se redondea a 3.8 kg si se tiene en cuenta que se pueden añadir las el "leash de seguridad" o el "footstrap" entre otros complementos. La razón por la que se van a utilizar materiales compuestos es la de aligerar el peso del chasis, lo que provoca una mayor manejabilidad de la estructura a la hora de realizar acrobacias aéreas o simplemente cuando se carga al hombro para poder llegar hasta lo alto de una pista y comenzar el descenso.

Por tanto, conociendo la manera en que actúa el chasis con aluminio y sabiendo las propiedades de los materiales, se procede a realizar el mismo análisis pero mediante materiales compuestos, y así conocer de primera mano su comportamiento mediante estos laminados.

III. Desarrollo proyecto

III.6. ESTUDIO, ANÁLISIS Y SELECCIÓN DEL LAMINADO.

Los materiales compuestos como ya se han comentado anteriormente en otros apartados, están formados por dos o más componentes, como la matriz y las fibras. Las uniones de estos componentes dan forma a una estructura de tipo laminar, formada por diferentes láminas orientadas en diferentes posiciones.

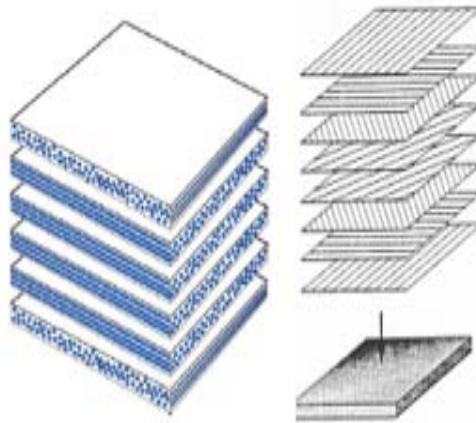


Figura 57: Estructura de un material compuesto.

Un dato importante sobre los laminados, es conocer la forma de distribución de las láminas. Para ello se explican los tres tipos de laminados más comunes.

- **Laminado unidireccional:** Todas las fibras y láminas que lo constituyen se encuentran orientadas en la misma dirección.

Ejemplo: [-45/-45/-45/-45]

- **Laminado simétrico:** Para cada lámina con inclinación θ que se sitúa a una distancia h_j del plano medio, existe otra lamina de la misma composición y

III. Desarrollo proyecto

espesor de idéntica orientación (θ) que se sitúa a una distancia $-h_j$ del plano medio.

Ejemplo: [0/45/90/90/45/0]

- **Laminado antisimétrico:** Se dice que un laminado es antisimétrico si por cada lámina con orientación θ que se encuentra a una distancia h_j del plano medio, existe también otra lámina con idéntica composición y espesor con la orientación $-\theta$ situada a una distancia $-h_j$ del plano medio.

Ejemplo: [45/90/-90/45]

III.6.1. Selección del tipo de laminado.

Para conocer las propiedades mecánicas del material compuesto con el que se va a trabajar, previamente se tiene que conocer el tipo de laminado empleado.

En el presente trabajo se ha elegido como material compuesto la fibra de carbono junto con resina del tipo epoxi. Como ya se viene utilizando unas décadas atrás, la fibra de carbono es un material comúnmente empleado en la fabricación de todo tipo de chasis referidos a la competición como son; para bicicletas de carretera, montaña o descenso; fabricación de grandes complementos de chasis de Fórmula1, etc.

Por tanto, para la fabricación del chasis del “snow-scooter” se ha escogido la fibra de carbono junto la resina epoxi para estudiar su comportamiento frente a las diversas adversidades planteadas.

III.6.2. Propiedades mecánicas del material compuesto.

Las características mecánicas que presenta la fibra de carbono y la resina epoxi se detallan en las dos tablas mostradas a continuación.

III. Desarrollo proyecto

DATOS FIBRA DE CARBONO		
Propiedades mecánicas	Valores	Unidades
ρ_f	1.7	g/cm^3
E_{fL}	379,2	GPa
E_{ft}	62,1	GPa
ν_L	0.2	
ν_T	0.25	
G_L	75,8	GPa
G_T	48,3	GPa
X_t	2,5	GPa
X_c	1,5	GPa
V_f	0.7	

Tabla 12: Propiedades micromecánicas de la fibra de carbono.

DATOS MATRIZ EPOXI		
Propiedades mecánicas	Valores	Unidades
ρ_m	1,2	g/cm^3
E_m	3,5	GPa
ν_m	0,4	
G_m	1,3	GPa
X_{mt}	55,0	MPa
X_{mC}	103,0	MPa
S_{mS}	55,0	MPa

Tabla 13: Propiedades micromecánicas de la resina epoxi.

III. Desarrollo proyecto

III.6.3. Modelo micromecánico de Chamis.

La caracterización de los materiales son una tarea bastante compleja y requiere muchos modelos teóricos y demasiado tiempo. Para poder calcular las propiedades del laminado, se va a utilizar el modelo micromecánico de Chamis, para así poder obtener las propiedades mecánicas de una única lámina. El modelo matemático permite realizar los cálculos de las características resistentes y elásticas a partir de una serie de ecuaciones bastantes sencillas. Estas fórmulas matemáticas son las siguientes:

- Constantes elásticas

$$E_x = E_{Lf} \cdot V_f + E_m \cdot (1 - V_f)$$

$$E_y = \frac{E_m}{1 - \sqrt{V_f} \cdot \left(1 - \frac{E_m}{E_{Tf}}\right)}$$

$$E_x = E_y$$

$$G_{xy} = \frac{G_m}{1 - \sqrt{V_f} \cdot \left(1 - \frac{G_m}{G_{LTf}}\right)}$$

$$G_{xz} = G_{xy}$$

$$\nu_{xy} = \nu_{LTf} \cdot V_f + \nu_m \cdot (1 - V_f)$$

$$\nu_{xz} = \nu_{xy}$$

$$\nu_{yz} \rightarrow \text{En material transversalmente se cumple que: } G_{yz} = \frac{E_y}{2 \cdot (1 + \nu_{yz})}$$

- Constantes resistentes

$$X_t = V_f \cdot X_{tf}$$

$$Y_t = X_{tm} \cdot \left[1 - (\sqrt{V_f} - V_f) \cdot \left(1 - \frac{E_m}{E_{Tf}}\right)\right]$$

$$X_c = V_f \cdot X_{cf}$$

III. Desarrollo proyecto

$$Y_c = X_{cm} \cdot \left[1 - (\sqrt{V_f} - V_f) \cdot \left(1 - \frac{E_m}{E_{Tf}} \right) \right]$$

$$S_{xy} = S_m \cdot \left[1 - (\sqrt{V_f} - V_f) \cdot \left(1 - \frac{G_m}{G_{LTf}} \right) \right]$$

Donde E representa el módulo de elasticidad; G el módulo de cortadura; ν el módulo de Poisson; X la tensión de rotura; S la tensión de rotura a cortadura y ρ la densidad del material.

III.6.4. Selección del tipo de laminado.

Una vez que se ha conocido que la fibra de carbono junto con la resina epoxi es el lamido con el que se va a trabajar, sus propiedades mecánicas y el modelo matemático de Chamis, es el momento de conocer el laminado que conformará el chasis del “snow-scooter”.

Para este análisis de material compuesto formado por fibra de carbono y resina epoxi, el laminado va a ser de tipo simétrico, es decir, un laminado que sigue una secuencia de apilamiento por igual a uno y a otro lado del plano medio de simetría.

Cuenta con un total de dieciséis capas ordenadas de manera simétrica con un espesor de 0.2 mm por capa, lo que supone un espesor total de 3.2 mm.

La secuencia que sigue el laminado es la siguiente:

$$[0/45/-45/90]_s.$$

La elección del laminado compuesto por 16 capas de 0.2mm por capa viene dado por el análisis previo de espesores y números de capas inferiores. Analizando los resultados de ellos no cumplían con los requerimientos de diseño adoptados para el diseño final sobre el que se trabaja en el proyecto.

III. Desarrollo proyecto

III.6.5. Introducción de los laminados en *SolidWorks*.

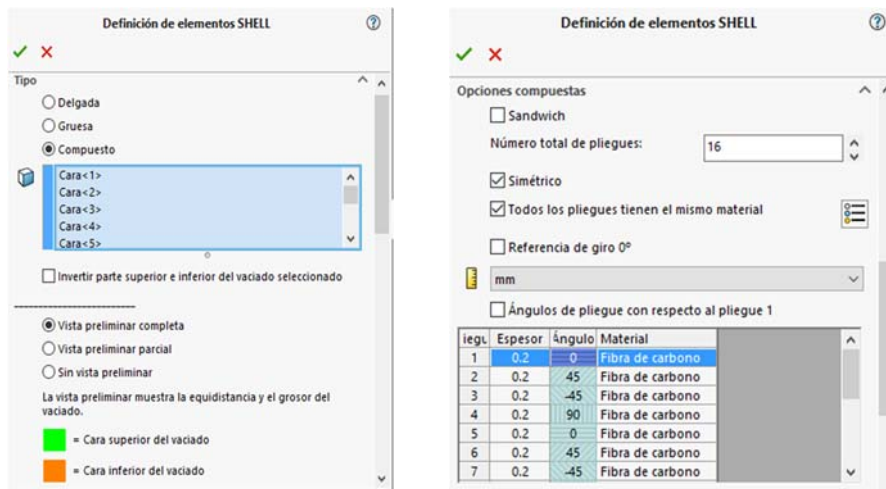
Una vez conocido el tipo de laminado con el que se va a trabajar, se utiliza el programa *SolidWorks* para la introducción de dicho laminado. Para que quede correctamente definida la introducción del laminado, es necesario que todas las estructuras de los perfiles tubulares se conviertan en superficies, realizando una equidistancia de 0 mm, de tal forma que solamente quede la corteza o capa superficial de los perfiles.

Para poder definir el material con el que se va a trabajar, es necesario introducir las propiedades de la fibra y la resina trabajando en consonancia. *SolidWorks* permite introducir un material nuevo modificando aquellos parámetros necesarios.

Se selecciona la opción del tipo material compuesto, se elige el número de capas con las que se va a trabajar y la disposición que tienen. En este caso es del tipo simétrico, donde previamente se han marcado todas las superficies o caras del chasis. Una vez definidos estos tres parámetros básicos, únicamente queda definir el tipo de material que ya se ha creado previamente, el espesor que cuenta cada una de las capas y la orientación de la que se disponen ⁸.

⁸ James Valentino, Nicholas DiZinno, "Solidworks for Technology and Engineering" (2010), Ed. Industrial Press.

III. Desarrollo proyecto



a)

b)

Figura 58: a) y b) Introducción del laminado en *SolidWorks*.

III. Desarrollo proyecto

III.7. RESULTADOS FINALES.

Una vez que se ha explicado como introducir el material compuesto, el espesor con el que cuenta cada una de las capas, y la forma en que se han insertado en el programa *SolidWorks*, se procede a realizar las simulaciones pertinentes para así comprobar el correcto comportamiento del chasis del “snow-scooter”.

El tipo de simulaciones que se realizan son las mismas que las que se han realizado mediante el aluminio 7075.

III.7.1. Análisis de los resultados finales.

Para finalizar, con el chasis se van a realizar los análisis de los resultados obtenidos efectuando un estudio más completo, ya que se tendrá en cuenta el factor de seguridad.

El factor de seguridad es el cociente que existe entre el límite elástico del material y la tensión realmente existente. Este valor siempre debe ser mayor de 1, para así evitar la rotura en el material que conforma la estructura. Un buen rango puede estar entre 1 y 10.

El límite elástico que presenta el compuesto formado por fibra de carbono y epoxi toma el valor de 1575 MPa, bastante superior si se compara con los 505 MPa que tiene el aluminio con el que se ha trabajado anteriormente. Este es un dato muy importante a tener en cuenta en las siguientes simulaciones.

III.7.2. Modalidad acrobática.

La modalidad de paseo, es la hiópetisis más desfavorable entre todas las situaciones. Esto se debe a que al dar un salto e impactar con el suelo, las furezas que actúan sobre la superficie son bastantes elevadas. Los resultados son los siguientes.

III. Desarrollo proyecto

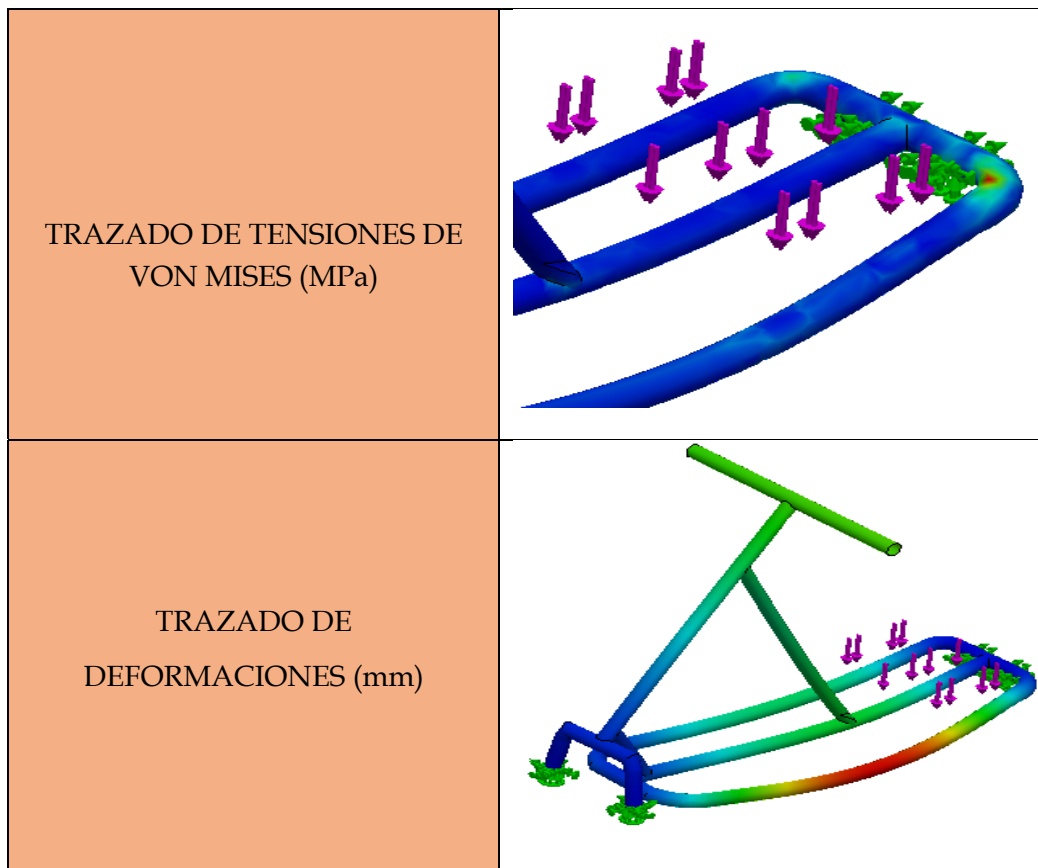


Figura 59: Resultados obtenidos al aplicar un laminado compuesto en la modalidad acrobática.

La tensión máxima que sufre la base del paciente de nieve alcanza el valor de 668 MPa y se localiza en la zona de apoyo trasera, tal y como muestra la imagen primera de la Figura 59. El color rojizo indica que, ese es el punto más desfavorable. Puesto que no se alcanza el límite elástico que presenta el laminado de fibra de carbono junto con resina epoxi, la hipótesis acrobática es perfectamente correcta y aceptable para continuar con las siguientes hipótesis.

En referencia al desplazamiento máximo en la sección tubular marcada con color rojo, esta es la zona que mayor elongación va a tener de toda la base del "snow-scooter", alcanzando un valor máximo de 4.42 mm.

Para una mayor información de detalles acerca de la hipótesis acrobática, consultar el apéndice correspondiente al laminado de material compuesto.

III. Desarrollo proyecto

III.7.3. Modalidad paseo

El "snow-scooter" tiene un peso total de 2.43 kg por lo que se redondea a 2.5 kg. Este dato proporciona una disminución del peso bastante importante cuando se aplica un laminado de material compuesto.

En cuanto a la modalidad de paseo, los resultados que se han obtenido de las simulaciones son:

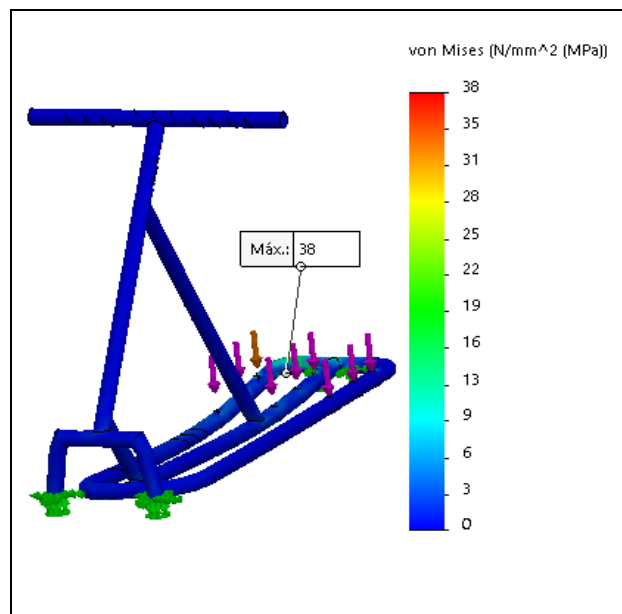


Figura 60: Resultados obtenidos de las tensiones de Von Mises en la modalidad paseo.

III. Desarrollo proyecto

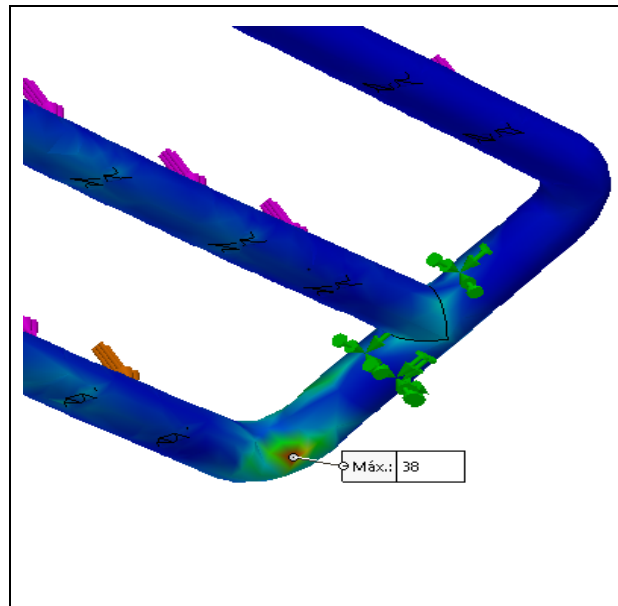


Figura 61: Zona de máxima tensión de Von Mises

La tensión máxima obtenida en la hipótesis de paseo es de 38 MPa. Este valor continúa siendo inferior al límite elástico del material, establecido en 1575 MPa. Para una mayor información del punto o zona donde se encuentra, se ha realizado una ampliación del punto más desfavorable. Se sitúa en la parte inferior trasera de la base del "snow-scooter", más concretamente en la zona del codo de unión. Se debe porqué en la zona trasera de la base, es donde se apoyan los talones del piloto, y por tanto, es donde se centran mayores tensiones.

III. Desarrollo proyecto

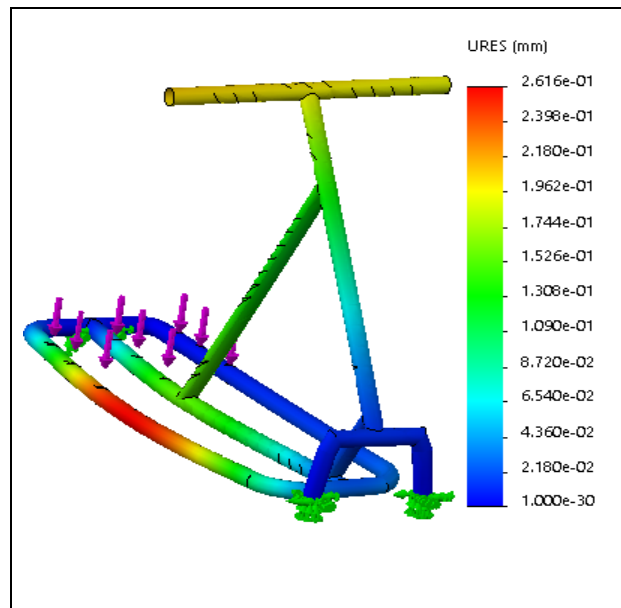


Figura 62: Resultados de los desplazamientos en la hipótesis de paseo.

El desplazamiento máximo generado como consecuencia de la aplicación de las cargas, tiene como valor máximo 0.262 mm. Prácticamente el desplazamiento es nulo en toda la estructura, pero *SolidWorks* refleja de una manera excesiva los puntos o zonas donde mayores elongaciones del material aparecen. Como se puede observar en la imagen, se encuentra localizada en la mitad de la barra, es decir, en el punto más o menos medio de las zonas que están ancladas mediante geometría fija. Esto no tendrá ninguna repercusión sobre el correcto funcionamiento dado que el desplazamiento es muy pequeño.

III.7.3.1. Modalidad paseo. Apoyo sobre puntera o sobre talón.

Ante la pérdida de equilibrio del piloto, se puede dar la posibilidad de que el apoyo se efectúe en un extremo de la base de apoyo o en el opuesto. Esto genera una torsión en la barra sobre las zonas de apoyo, donde a continuación se muestran los resultados obtenidos.

III. Desarrollo proyecto

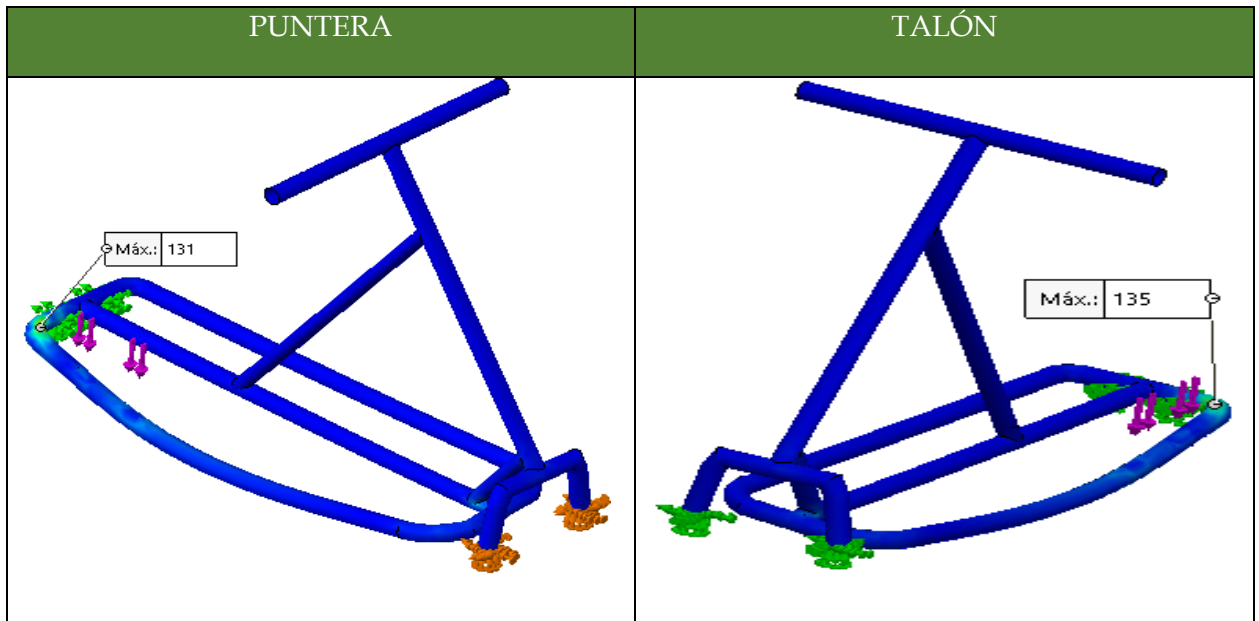


Figura 63: Tensiones de Von Mises bajo la hipótesis de carga de torsión en zona puntera y talón con laminado de material compuesto.

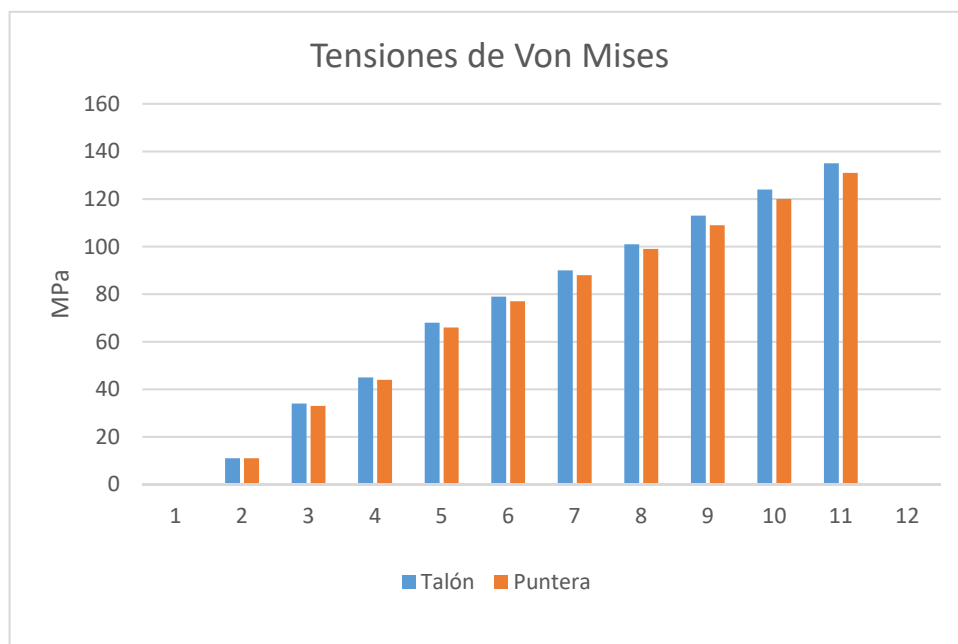


Figura 64: Diagrama de barras comparativo de las tensiones de Von Mises en la hipótesis de carga de torsión.

III. Desarrollo proyecto

El gráfico de barras representado arriba, muestra la evolución de las tensiones de Von Mises en diferentes puntos de la base del patinete de nieve. De manera muy intuitiva, se observa que prácticamente tienen la misma tensión tanto el apoyo sobre la zona del talón, como el apoyo en la puntera. La leve variación de tensión máxima es a consecuencia del apoyo. La puntera mantiene una zona de contacto inferior a la del talón, porque si en una sección tubular, se representa la huella de un zapato, se observa que la zona de la puntera tiene menor contacto de apoyo que la del talón. De ahí que los resultados de tensiones máximas varíen un poco.

Los puntos con mayor concentración de tensiones se encuentran en los codos de unión, es decir, donde las barras van a concentrar más las tensiones. Esto indica además que, las barras no se van a romper ni fracturar, dado que no se supera el límite elástico del material en ninguna de las dos hipótesis representadas.

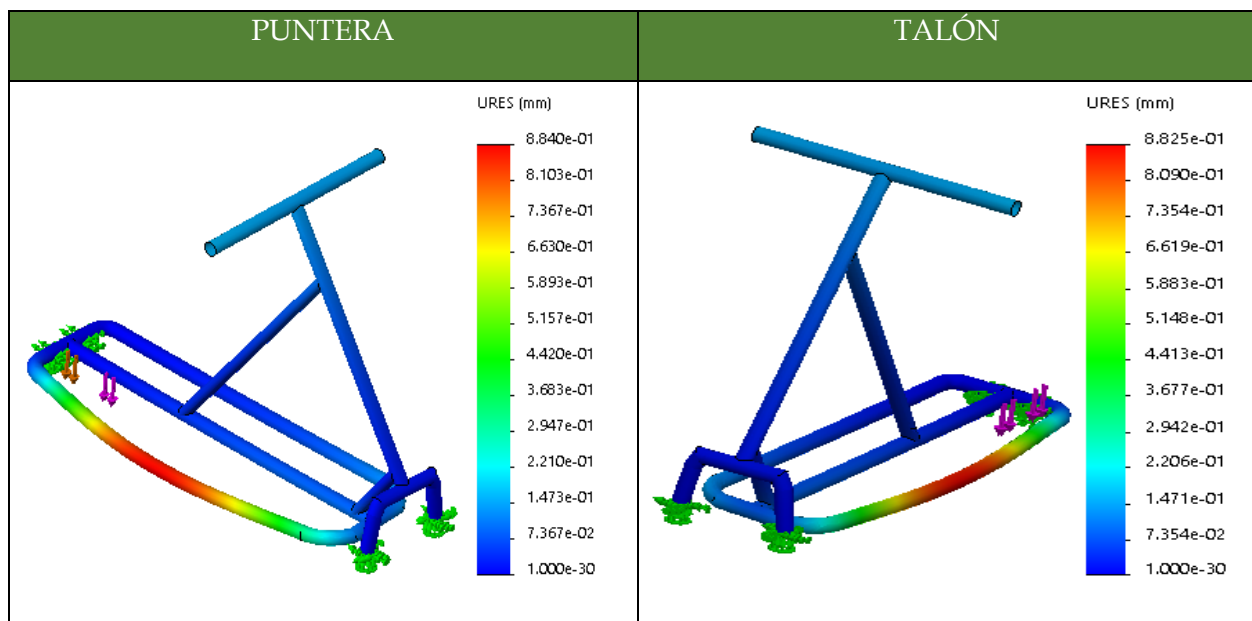


Figura 65: Desplazamientos en las hipótesis de carga referidas al talón y la puntera.

De nuevo, los desplazamientos en ambas hipótesis son mínimos. Tanto para el apoyo en la zona del talón, como el apoyo en la zona de la puntera, no sobrepasan el

III. Desarrollo proyecto

milímetro, siendo de 0.8 mm en ambos casos. Esto es debido a que las tensiones son muy pequeñas, y por tanto los desplazamientos también.

III.7.4. Mal uso.

Los resultados que se obtienen de aplicar un laminado de material compuesto en la modalidad de un mal uso, son las mostradas a continuación.

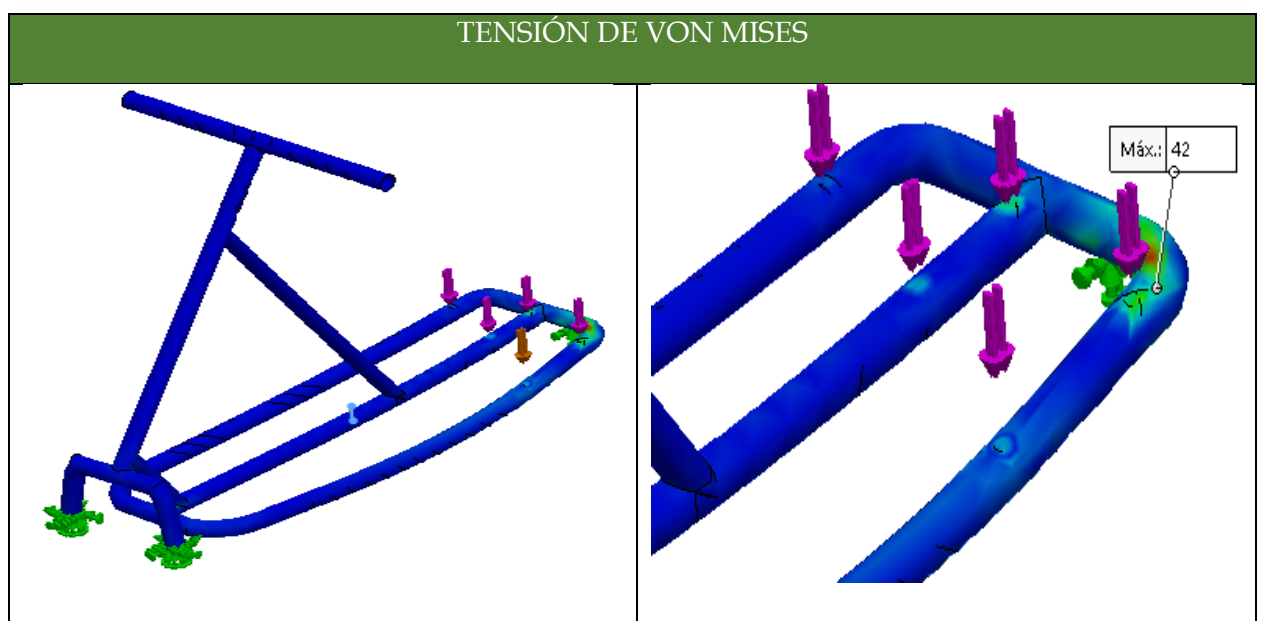


Figura 66: Tensión de Von Mises en la hipótesis de mal uso mediante laminado compuesto.

La tensión de Von Mises máxima alcanzada en la hipótesis de un mal uso, es de 42 MPa. Este es el valor mínimo de tensiones que se alcanza en todas las hipótesis estudiadas.

El motivo principal se debe a que, en la hipótesis no se representan todos los apoyos de los pies. Cuando se trata de un mal uso, existe la posibilidad de que no todas las superficies de las botas tengan apoyo sobre la base. En este caso, la zona de la puntera no tiene uno de los dos apoyos, lo que hace que, las tensiones sean menores y, por tanto, esta hipótesis sea la que menor tensión máxima refleje respecto a las demás.

III. Desarrollo proyecto

De nuevo, la tensión máxima se encuentra en la zona de apoyo de los talones.

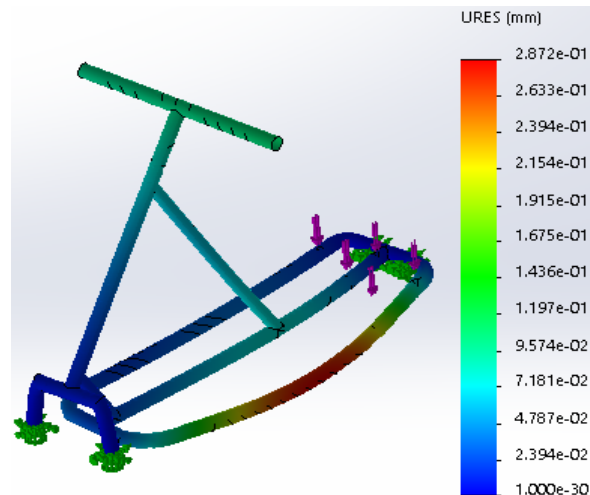


Figura 67: Desplazamiento en la modalidad de mal uso.

El desplazamiento máximo que se alcanza en la zona central de la barra sobre la que apoyan los talones es de 0.287 mm. Este valor es más pequeño que si se compara con el aluminio, donde su valor es de 0.359 mm.

III.7.5. Condiciones de trabajo del manillar de dirección mediante la aplicación de laminado compuesto.

Se analiza el comportamiento que tiene el manillar de dirección al aplicar un laminado de fibra de carbono y resina epoxi, donde los resultados se pueden ver a continuación.

Nuevamente, y al igual que pasa con el aluminio, la geometría fija se establece en las barras que unen el manillar de dirección junto con la base del patinete de nieve.

III. Desarrollo proyecto

III.7.5.1. Tensiones de Von Mises y desplazamientos mediante una carga de empuje y retroceso con laminado compuesto.

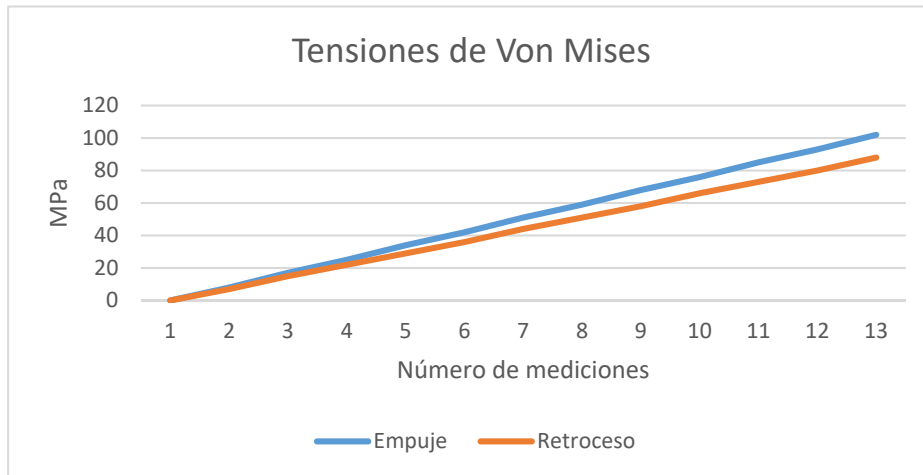


Figura 68: Gráfico de las tensiones de Von Mises para las hipótesis de empuje y retroceso.

El gráfico de arriba muestra la evolución de las tensiones. Tanto para la hipótesis de empuje, como la de retroceso, los valores son bastantes semejantes. Se aprecia que, para el empuje, las tensiones son mayores y esto tiene una explicación. Como la fuerza se ejerce hacia el exterior, las tensiones son mayores que si la fuerza se ejerce hacia el cuerpo del piloto, ya que al ir en la misma dirección que la barra de unión entre el manillar y la base, hace que las tensiones sean un poco menores.

Para una mayor información de las imágenes de tensiones de Von Mises en la modalidad de empuje y retroceso, ir al apéndice correspondiente.

III. Desarrollo proyecto

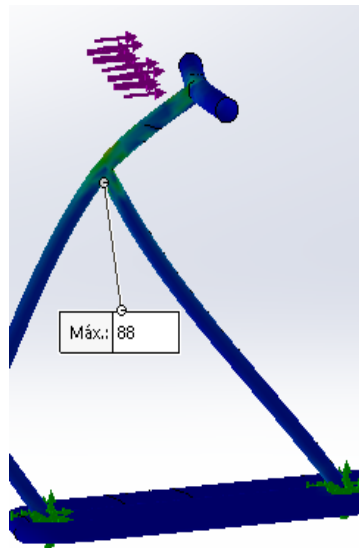
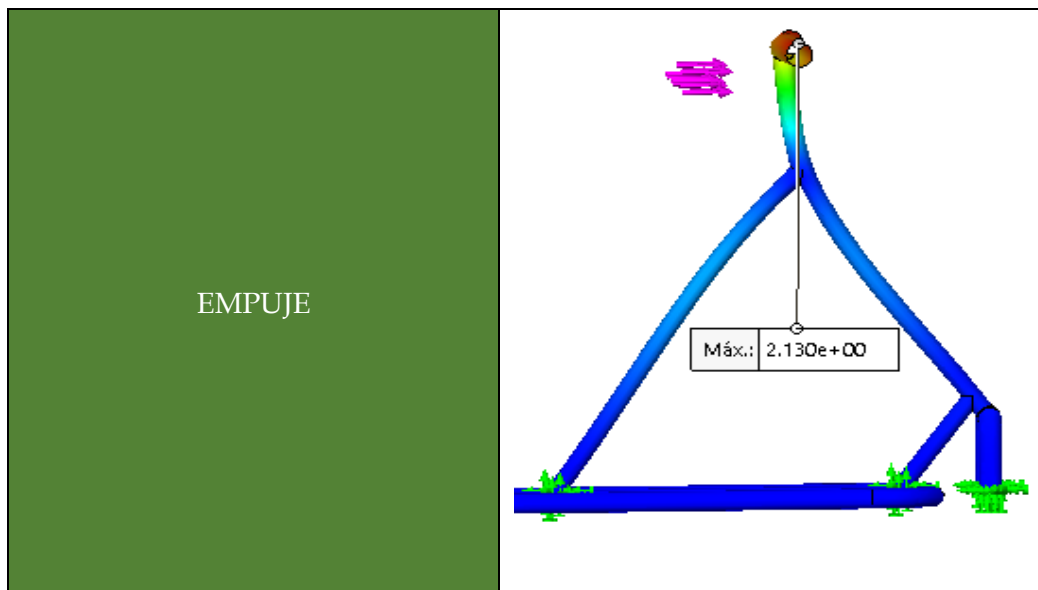


Figura 69: Zona de mayor tensión en la hipótesis de retroceso.



III. Desarrollo proyecto

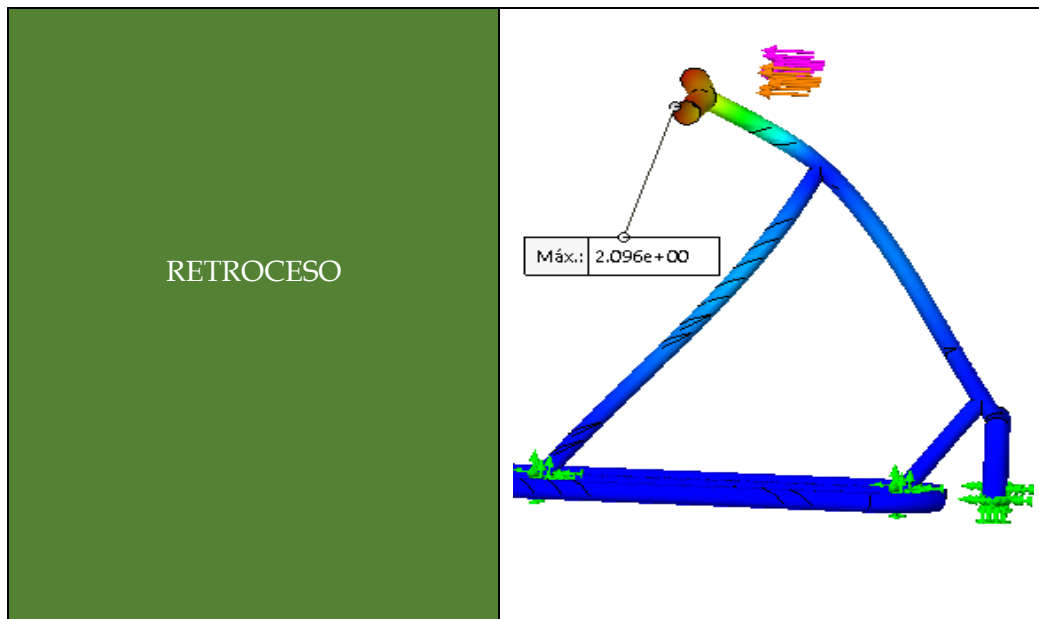


Figura 70: Valores de máxima elongación en las hipótesis de empuje y retroceso con laminado compuesto.

Las deformaciones o elongaciones máximas producidas por la aplicación de tensiones, se encuentran en el extremo del manillar de dirección. Esta es la zona que más repercusión tiene por aplicar una fuerza tanto de empuje como de retroceso. Para ambas hipótesis, el valor máximo alcanzado es de 2.1 mm. Las imágenes que se muestran en la Figura 70 parecen que las elongaciones sean muy abrumadas, pero tal y como se ha comentado, el valor que proporcionan es pequeño si se comparan con otras hipótesis estudiadas. Estas deformaciones en ambas hipótesis, no tienen repercusión para un funcionamiento óptimo del manillar de dirección.

III.7.5.2. Tensión de Von Mises y desplazamiento bajo una carga de torsión por medio de laminado compuesto.

Los resultados obtenidos para esta hipótesis son:

III. Desarrollo proyecto

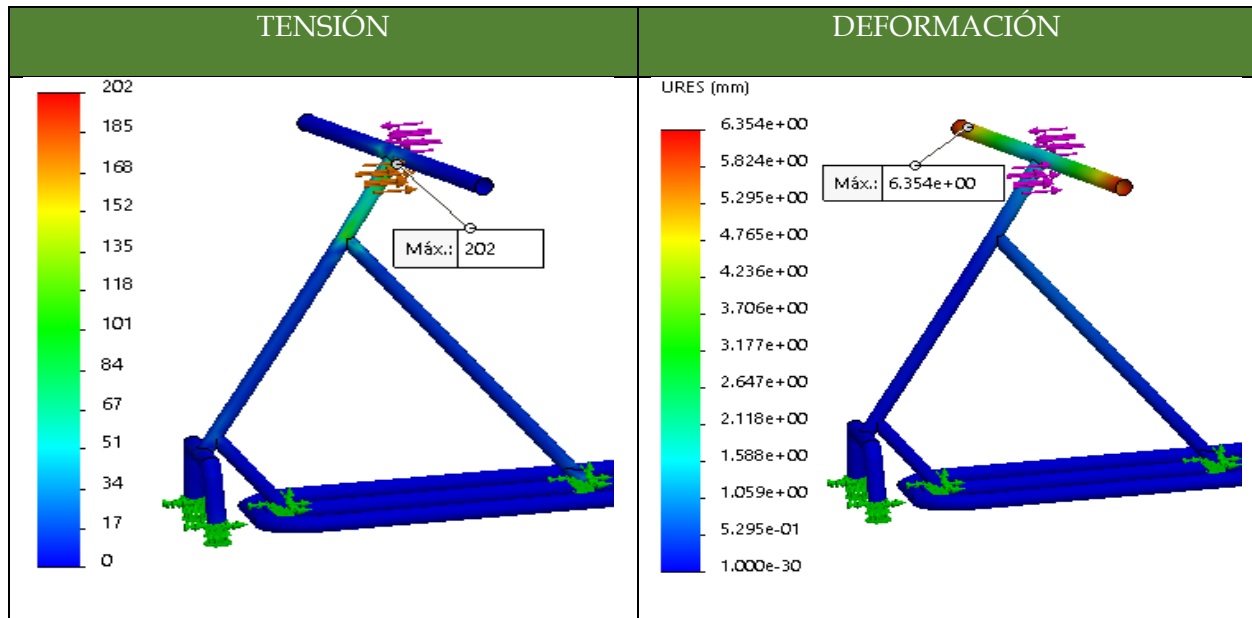


Figura 71: Tensión de Von Mises y deformación bajo una carga de torsión por medio de laminado compuesto.

Es muy importante que las uniones entre la barra de dirección y el manillar se efectúen perfectamente, ya que esta es la zona que mayor concentración de tensiones tiene de todo el manillar, con un valor de tensión máxima de 202 MPa. Una unión que no quede perfectamente definida, puede generar la fractura del material.

La deformación máxima tiene un valor máximo de 6.35 mm. y de nuevo aparece en el extremo del manillar.

Una solución para disminuir esta elongación, pasa por hacer un laminado con mayor número de capas o espesor. Pero ante las situaciones estudiadas en el presente proyecto, no es necesaria ya que, no es un valor elevado que pueda producir alguna anomalía para un correcto funcionamiento.

III. Desarrollo proyecto

III.7.6. Análisis de resultados.

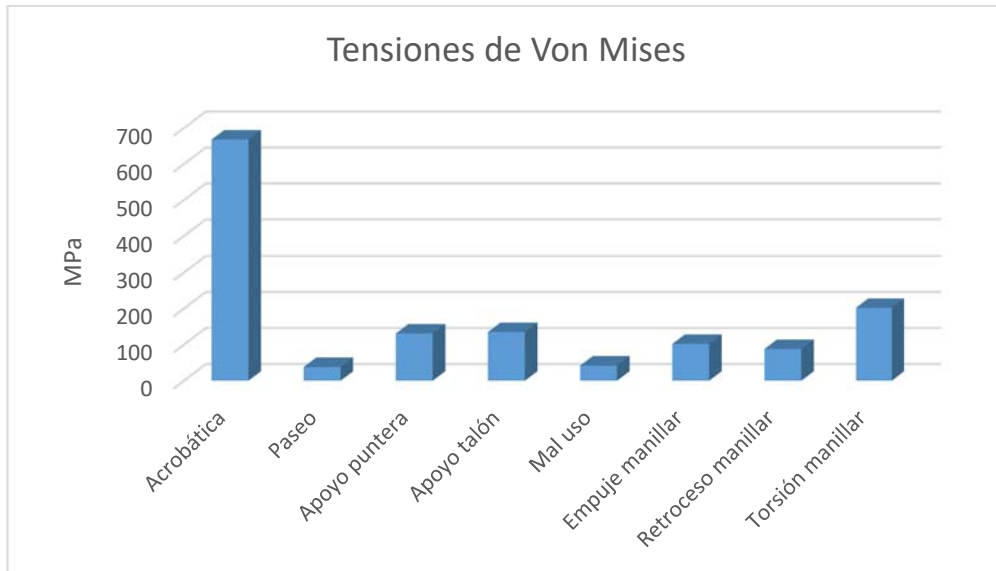


Figura 72: Resultados de tensiones de las hipótesis de carga por medio del laminado compuesto.

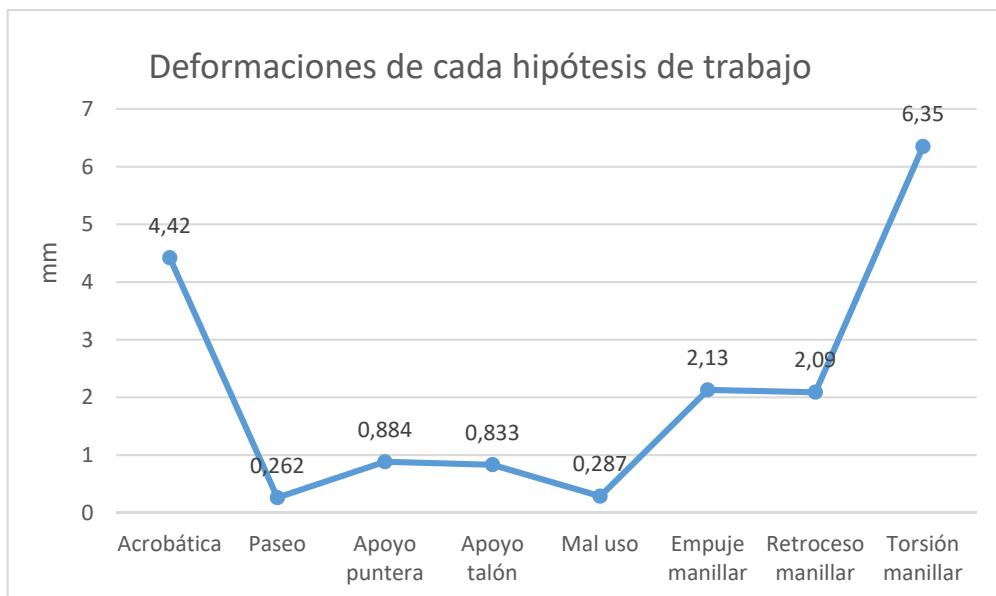


Figura 73: Deformaciones de las hipótesis de carga por medio del laminado compuesto.

III. Desarrollo proyecto

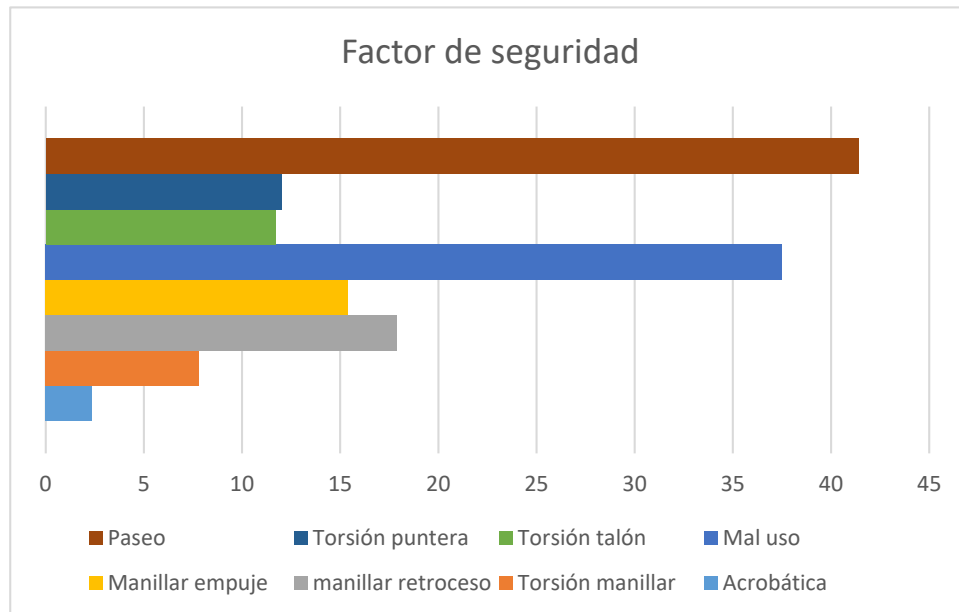


Figura 74: Gráfico de los factores de seguridad de cada hipótesis referida al laminado compuesto.

El diagrama de barras mostrado en la Figura 72, explica la evolución de las tensiones de Von Mises a lo largo de las diferentes hipótesis estudiadas.

En él se aprecia que la máxima tensión referida a la base de apoyo, se encuentra en la hipótesis de carga acrobática, como consecuencia del salto acrobático.

En cuanto al timón de dirección, la máxima tensión de Von Mises alcanzada se encuentra en la hipótesis de carga de torsión, llegando a un valor cercano a los 202 MPa. Esto es a consecuencia de realizar fuerza en uno y otro extremo de la barra de dirección, lo que genera que la tensión máxima en la barra de unión entre el manillar y la base sea la más elevada.

La deformación máxima tal y como muestra la Figura 73, se localiza en el manillar de dirección, siendo de 6.35 mm. Puede parecer un valor bastante desorbitado, pero es algo más de medio centímetro. En ningún caso afecta a un comportamiento eficaz del patinete y se puede dar en situaciones excepcionales de atrapamiento o de un mal uso.

III. Desarrollo proyecto

Analizando los resultados obtenidos de los factores de seguridad mediante el método de las tensiones de Von Mises, el referdío a la hipótesis acrobática es el que menos valor toma.

Es la hipótesis más desfavorable y por tanto, una vez cumpla la hipótesis más desfavorable, el resto también lo harán. En cuanto a las restantes hipótesis estudiadas, se pueden apreciar que los factores de seguridad son elevadísimos. El motivo de estos valores tan elevados se deben a que las tensiones de Von Mises, son mucho menores que las producidas en la hipótesis restantes, y al ser tensiones tres veces e incluso más menores que la modalidad acrobática, hace que los factores de seguridad sean tan elevados.

III. Desarrollo proyecto

III.8. FABRICACIÓN.

La fabricación completa del chasis mediante materiales compuestos es una tarea bastante complicada de realizar, ya que al contar con varias barras y sobre todo con geometrías complejas, dificulta mucho la tarea de fabricación. Es por ello que todos los pasos necesarios para la fabricación, deben estar en perfecta combinación para poder alcanzar la meta final de fabricación.

Se siguen una serie de pasos a realizar para la fabricación del chasis, donde estos se pueden dividir en tres apartados; preparación de los diferentes laminados; fabricación de los moldes y, por último, aplicación de adhesivo estructural.

Es muy importante conocer que las tareas que conllevan todos estos procedimientos, pueden ser relativamente caras en función de la precisión y del acabado final que se le quiera proporcionar al chasis.

III.8.1. Fabricación de pre-impregnados.

Una vez conocidas las fibras que se van a utilizar y la matriz, ya es momento de poder adherir todo lo anterior para poder dar forma al chasis.

Existe la posibilidad de comprar los pre-impregnados de fibra y matriz termoplástica ya fabricados, donde el método de fabricación es el conocido como pre-preg. Consiste en una línea de impregnación donde se mezcla la matriz junto con el refuerzo para obtener como resultado las láminas de composite deseadas.

III. Desarrollo proyecto

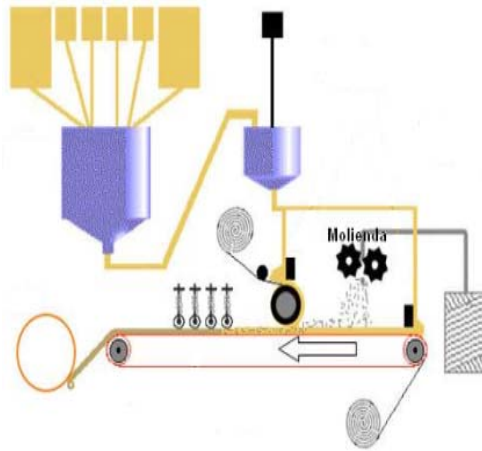


Figura 75: Método de fabricación de los pre-preg de laminados de material compuesto.

Estos laminados tienen el inconveniente de que son muy delicados, ya que una vez que han sido fabricados si no se tratan con especial cuidado, puede darse la situación de alcanzar una rigidez excesiva y llegar al punto en el que su manejabilidad para adaptarlas al molde sea una tarea muy complicada.

Antes de distribuir estos laminados por el interior del molde, es muy importante conocer la cantidad de material necesario para cada barra, y mediante una herramienta de corte hacer el corte previo reduciendo así el desperdicio de material.

III.8.2. Fabricación de los moldes.

Cuando se tiene el diseño completo del chasis, mediante una herramienta de tipo CAD es una tarea bastante sencilla poder realizar la fabricación de un molde para el conjunto de barras y puntos de unión, ya que gracias a softwares como por ejemplo *Catia* permiten la creación a través de la piel o capa exterior, el diseño de los moldes con gran exactitud. Una vez creados los moldes, con un programa de mecanizado se obtiene de forma óptima el molde metálico.

III. Desarrollo proyecto

Un aspecto a tener en cuenta muy importante en la fabricación del molde, es conocer la entrada de aire para así generar presión y que la fibra se adhiera correctamente a él.

III.8.3. Fabricación de las partes del chasis.

Una vez se tienen todas las láminas de composite pre-impregnado y los moldes de cada una de las partes del chasis, mediante el moldeo a presión se fabrican todas las barras del chasis.

El moldeo a presión es un método de trabajo que utiliza una bolsa de aire. El transcurso a seguir consiste en colocar los pre-impregnados en la forma y orden del laminado correcto para cada una de las partes de los tubos a fabricar. Una vez se tiene el laminado colocado en el correcto orden donde previamente se ha colocado desmoldeante para facilitar su extracción, se inserta la bolsa de aire cubriéndola con el macho del molde por encima. Se aplica aire a presión de hasta casi una atmosfera y se mantiene para conseguir que todas las superficies se adhieran al molde mientras este se encuentra en el proceso de curado.

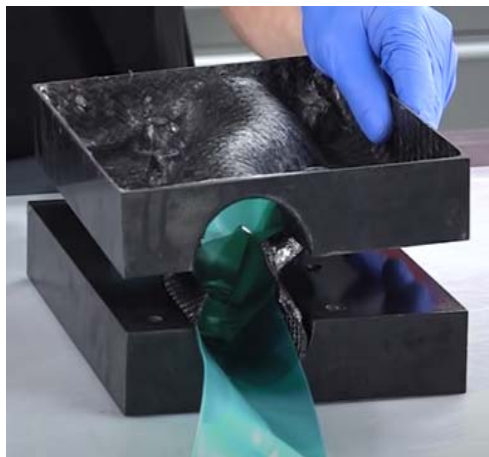


Figura 76: Imagen del molde y bolsa de aire para la fabricación de los tubos.

III. Desarrollo proyecto

Una vez fabricadas todas las secciones tubulares que conforman la estructura del chasis, es el momento de proceder a la unión entre ellas. Para ello se emplea el método conocido como "Filament winding" o devanado de filamentos. La unión se realiza de forma artesanal, aplicando filamentos de fibra de carbono junto con resina epoxi entre las superficies, uniéndolas en forma de "U" o "T" en función de las diferentes geometrías a unir.

Cuando todas las secciones tubulares están fabricadas, mediante un proceso de lijado se proporciona un acabado liso añadiendo adhesivo a las diferentes partes para que quede con un acabado superficial óptimo y bien sujeto. Una vez unidas las diferentes partes con el adhesivo, se introducen en el interior de un horno para darles un golpe de calor durante treinta minutos y así finalizar el proceso de curado.

III. Desarrollo proyecto

III.9. ESTUDIO ECONÓMICO.

Este apartado contempla la realización de todos los costes que conlleva la fabricación del chasis del patinete de nieve.

III.9.1. Presupuesto del laminado.

Para calcular los costes de los materiales necesarios para la fabricación del chasis, es necesario conocer el volumen de fibras que se van a utilizar, al igual que la cantidad de resina necesaria para la fabricación de los pre-impregnados.

La cantidad necesaria de material, se ha calculado en base a las longitudes de las diferentes barras, obteniendo los resultados que se muestran en la siguiente tabla.

COMPUESTO	CANTIDAD DE MATERIAL (kg)	PRECIO POR kg (€)	PRECIO TOTAL (€)
F.Carbono	2.5	105	263

Tabla 14: Precio total de la fibra de carbono necesaria.

En cuanto a la resina epoxi se va a estimar en la misma proporción que las fibras comentadas anteriormente, por tanto, si se necesitan 2.5 kg de fibras, se van a necesitar de igual manera 2.5 kg de resina. El precio por kilogramo es de 24€ incluyendo el agente endurecedor, por tanto, para 2.5 kg, su precio es de 60€.

También es necesario un desmoldeante para aplicar previamente sobre la superficie en la que se coloca el laminado. La cantidad necesaria se estima en 0.2 L de desmoldeante, donde el precio por litro es de 7.64€, por tanto, asciende a un total de 1.4€.

El coste total del material donde se incluyen además de las láminas y la resina epoxi, los desmoldeantes, ascienden a un total de 334€.

III. Desarrollo proyecto

III.9.2. Presupuesto de los diferentes moldes.

El presupuesto de los moldes necesarios para la fabricación del chasis incluye además el propio diseño de los mismos. Este proceso de diseño de los moldes se realiza mediante un software de diseño y posterior mecanizado para reproducir con exactitud las diferentes geometrías de los tubos.

Para la realización de este proceso se estima un total de 9 horas. El precio por hora es de 35€, lo que el total asciende a 315€. Se incluye el material necesario para fabricar los moldes, el proceso de mecanizado y la mano de obra.

III.9.2. Presupuesto maquinaria.

Para obtener el producto completamente finalizado se necesita un horno que proporcione el toque final al proceso de curado del material. El precio que se estima de un horno está en torno a 2889€ cuando se trata de una compra, pero para la realización de un prototipo como es el caso de este proyecto, es conveniente alquilarlo, donde su precio es de 45€/ día, por lo que es necesario alquilarlo durante 3 días, dando un total de 135€.

Por tanto, las herramientas que se van a utilizar son un compresor para la introducción de aire, una boquilla de inflado para los moldes y el alquiler del horno. Estas tres herramientas se han presupuestado en 230€.

III.9.3. Presupuesto total.

El presupuesto al completo refleja el coste total necesario para la fabricación de una unidad. Hay que tener en cuenta que es un proceso de elaboración manual, lo que conlleva mucho más tiempo que si se fabrica mediante soldadura de metales, lo que hace que se encarezca. El tiempo estimado en mano de obra es de 25€/h, trabajando 6 horas al día durante 4 días, da un total de 600€.

III. Desarrollo proyecto

La suma de todas las cantidades de costes comentadas en apartados anteriores, asciende a un total de 1469.4€.

Puede parecer un precio algo elevado, pero se está hablando sobre un patinete de alta competición en la que, al ser un laminado de altas propiedades mecánicas, encarezca el precio. Si se compara con el aluminio, es muy probable que el precio sea superior, ya que para la fabricación mediante aluminio no es necesario la fabricación de moldes, ni tantos elementos auxiliares como son el alquiler del compresor o del horno. A continuación, se muestra una tabla resumen del presupuesto.

ELEMENTO	COSTE (€)
Fibras de carbono	263
Resina epoxi + agente endurecedor	60
Desmoldeante	1.4
Moldes	315
Mano de obra	600
Alquiler maquinaria	230
Total	1469.4€

Tabla 15: Presupuesto de fabricación.

III. Desarrollo proyecto

III.10. CONCLUSIONES.

Durante todo el procedimiento de diseño del chasis se han ido adoptando diferentes decisiones referidas a las geometrías de diseño del “snow-scooter”. Por tanto, en este apartado se va a realizar una toma de decisiones finales de todas las tomadas a lo largo del proyecto.

La idea general del proyecto partía de la fabricación de un chasis completamente de materiales compuestos, donde la gran ventaja que tienen es la de aligerar el peso y mejorar las propiedades mecánicas del material, pero para ello previamente se tenía que hacer un estudio comparativo con otro material, donde el elegido ha sido el aluminio.

Según los diversos estudios realizados, el chasis realizado tanto con aluminio y con materiales compuestos, presentan una diferencia notablemente de peso, donde mediante la fabricación de aluminio el peso es de 3.8 kg y mediante material compuesto de 2.5 kg. La diferencia de peso es bastante considerable al tratarse de un objeto que tiene un peso relativamente pequeño, siendo una diferencia de 1.3 kg. Esto permite al piloto tener una mayor manejabilidad y comportamiento a la hora de realizar acrobacias aéreas, o simplemente para cargar sobre él para permitir un desplazamiento por las pistas.

Es por ello que el diseño y fabricación del chasis de un “snow-scooter” mediante materiales compuestos es una buena opción cuando el uso que se le va a proporcionar esté enfocado a la alta competición. Sí, por el contrario, el uso que se le va a dar es para dar un paseo sin realizar con él un uso experimentado, es una opción algo fuera de lo normal en cuanto a presupuesto.

III. Desarrollo proyecto

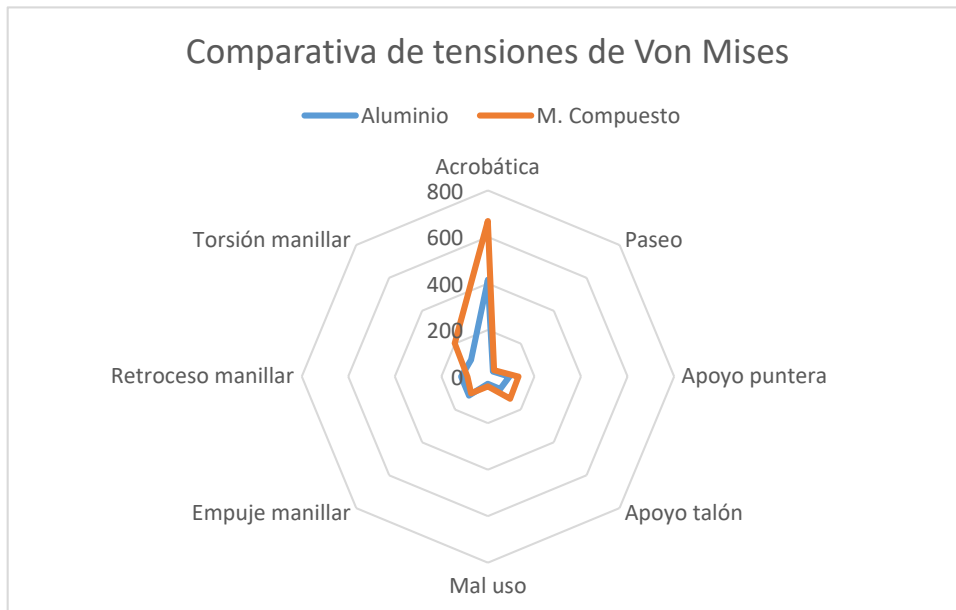


Figura 77: Gráfico comparativo de las tensiones de Von Mises entre el aluminio y el laminado compuesto.

Tal y como representa el gráfico de arriba, se puede hacer una comparativa de resultados entre los dos materiales estudiados a lo largo del proyecto, donde los valores se representan en MPa. Muestra que el laminado compuesto está enfocado más a un uso extremo del patinete de nieve. El proyecto tiene como finalidad el enfoque a la alta competición, por lo que, el laminado compuesto es mejor en cuanto a soportar mayores tensiones que el aluminio.

Finalmente se puede decir que el proyecto que se ha elaborado contiene múltiples etapas que engloban: diseño del chasis, análisis de diferentes situaciones de manejabilidad y un estudio de los diferentes materiales posibles para su fabricación, lo que permite poner ante una situación real de desarrollo. Gracias al proyecto se han podido mostrar los diferentes conocimientos que se han adquirido durante toda la carrera, llevándolos a una situación real de diseño y cálculo.

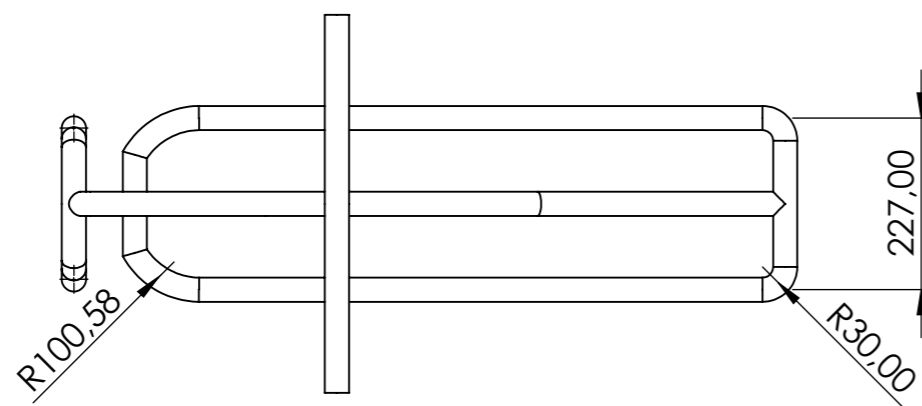
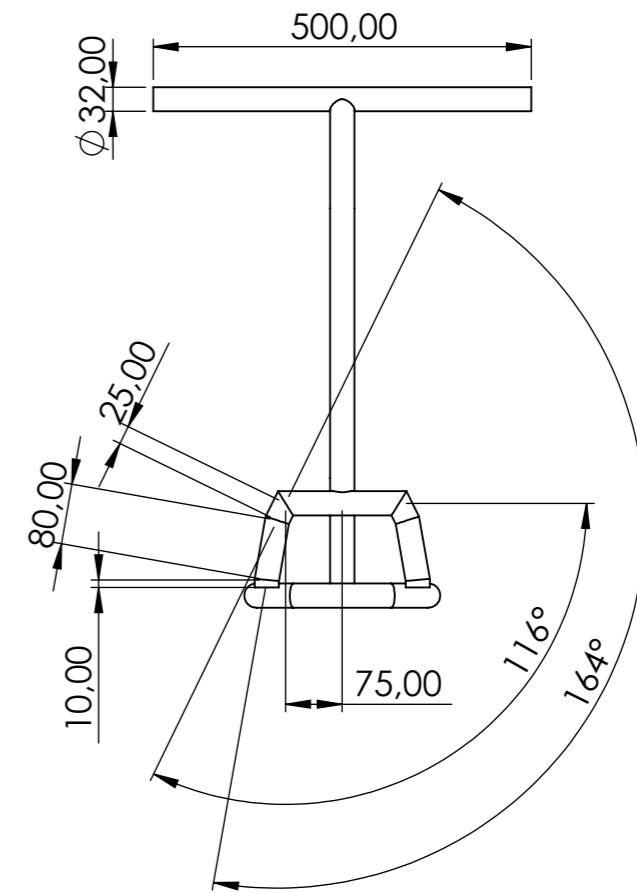
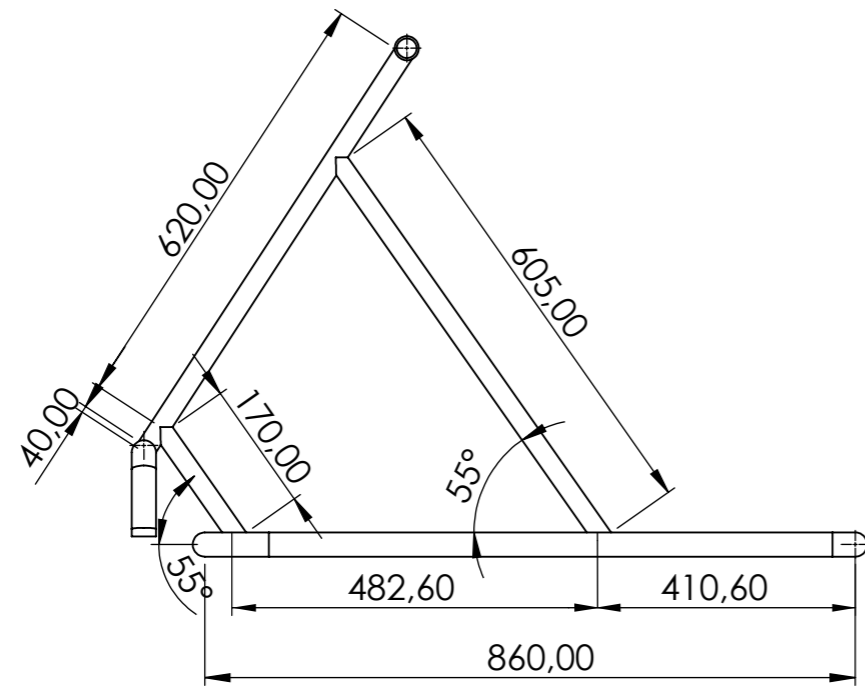
III. Desarrollo proyecto

IV. APÉNDICES

APÉNDICES

IV. Apéndices

IV.1. PLANOS ACOTADOS.



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ±0.1 ANGULAR: ±1°		EL DIAMETRO DE TODOS LOS TUBOS SON: EXTERIOR: 32 MM. INTERIOR: 26 MM. ESPESOR: 6 MM.		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
NOMBRE				FIRMA	FECHA	TÍTULO:
DIBUJ.				Sergio García Torá	05/07/2020	<h1>Chasis tubular</h1>
VERIF.						
APROB.						
FABR.						
CALID.						
MATERIAL:				N.º DE DIBUJO		A3
Materiales compuestos				1		
PESO: 2.5 kg				ESCALA: 1:10		HOJA 1 DE 1

IV. Apéndices

IV.2. APÉNDICES



Simulación de TORSIÓN

Fecha: viernes, 26 de junio de 2020
Diseñador: Solidworks
Nombre de estudio: Análisis estático 1
Tipo de análisis: Análisis estático

Descripción
No hay datos

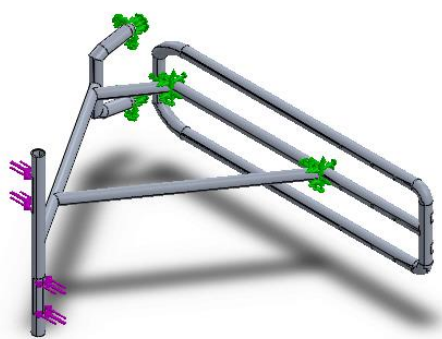
Tabla de contenidos

Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	2
Propiedades de estudio	3
Unidades	3
Propiedades de material	4
Cargas y sujeciones	5
Definiciones de conector.....	5
Información de contacto	6
Información de malla	7
Detalles del sensor	8
Fuerzas resultantes	8
Vigas.....	9
Resultados del estudio	10
Conclusión.....	12




Suposiciones

Información de modelo



Nombre del modelo: TORSION
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Línea de partición6 	Sólido	Masa: 3.82884 kg Volumen: 0.00136242 m ³ Densidad: 2810.32 kg/m ³ Peso: 37.5226 N	C:\Users\sergi\Desktop\TF G\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\ALUMINIO 7075- T6\MANILLAR\SOLIDWORK S\TORSION OK\TORSION.SLDPRT Jun 15 19:46:31 2020



Propiedades de estudio

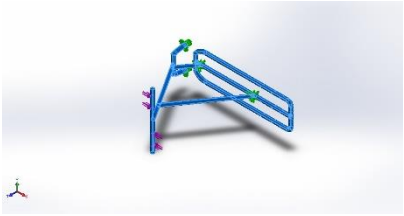
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\sergi\Desktop\TFG\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\ALUMINIO 7075- T6\MANILLAR\SOLIDWORKS\TORSION OK)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²




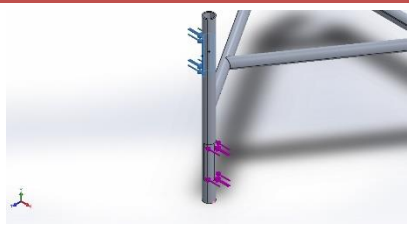
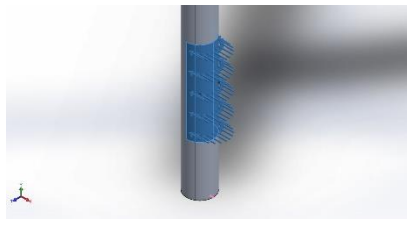
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p> Nombre: 7075-T6 (SN) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx. Límite elástico: 5.05e+08 N/m² Límite de tracción: 5.7e+08 N/m² Módulo elástico: 7.2e+10 N/m² Coefficiente de Poisson: 0.33 Densidad: 2810 kg/m³ Módulo cortante: 2.69e+10 N/m² Coefficiente de dilatación térmica: 2.36e-05 /Kelvin </p>	<p>Sólido 1(Línea de partición6)(TORSION)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		



Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 4 arista(s), 2 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.00853598	-0.0264087	-0.0249964	0.0373511
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-2		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 183.94 N		
Fuerza-3		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -183.94 N		

Definiciones de conector

No hay datos



Información de contacto

No hay datos



Información de malla

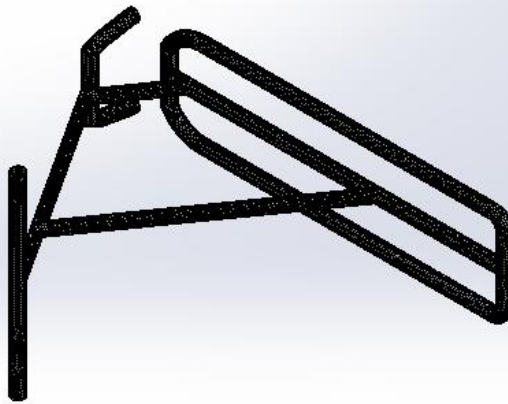
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	6.12 mm
Tolerancia	0.132 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	151498
Número total de elementos	76238
Cociente máximo de aspecto	65.24
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	93
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.021
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:01:02
Nombre de computadora:	



Nombre del modelo: TORSION
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de malla: Malla sólida



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0.00853598	-0.0264087	-0.0249964	0.037351

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0



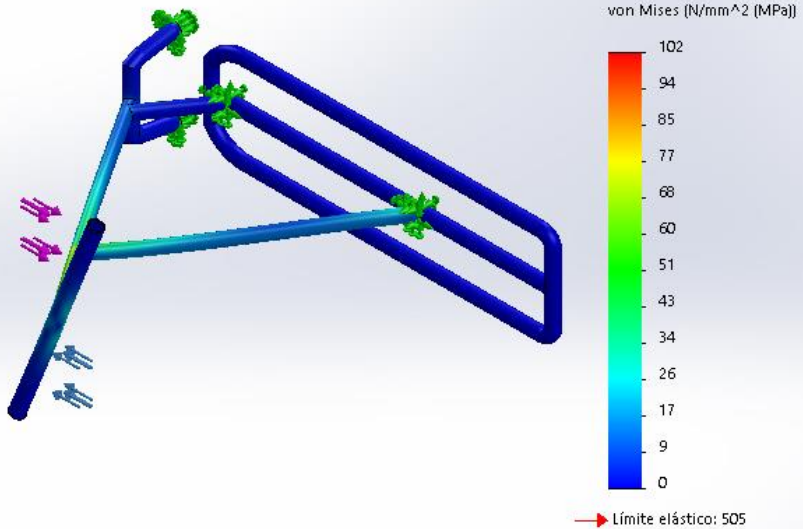
Vigas
No hay datos



Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0 N/mm ² (MPa) Nodo: 15030	102 N/mm ² (MPa) Nodo: 91363

Nombre del modelo:TORSION
Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 14,9462



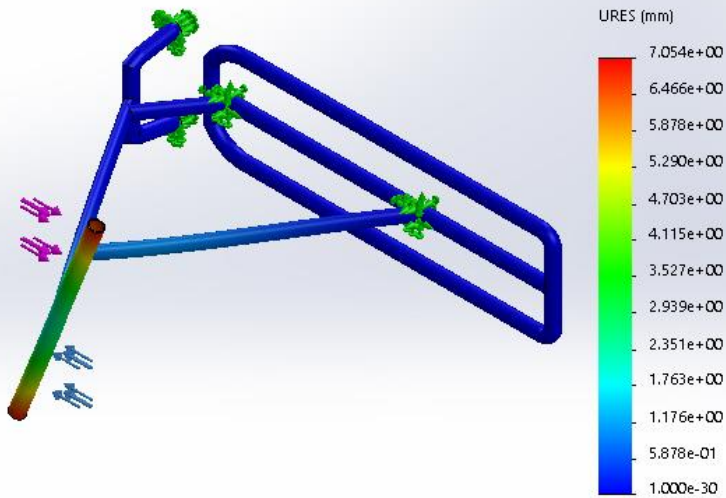
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

TORSION-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 1003	7.054e+00 mm Nodo: 80160



Nombre del modelo: TORSION
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 14,9462

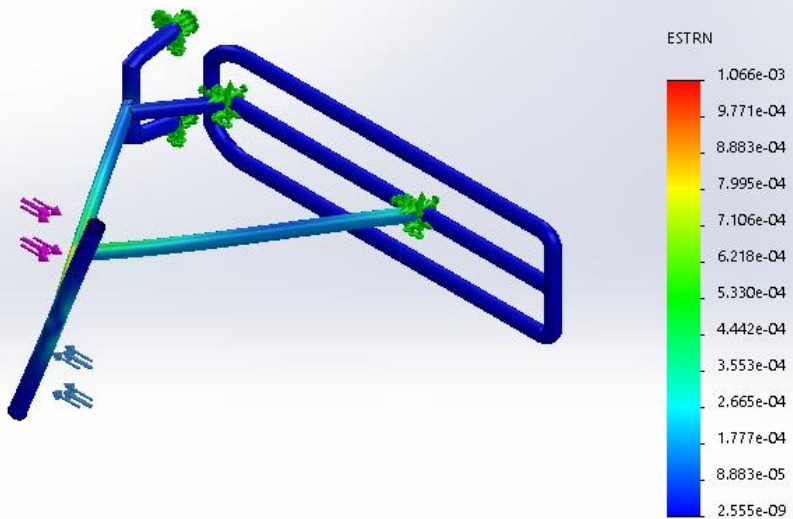


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

TORSION-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	2.555e-09 Elemento: 54102	1.066e-03 Elemento: 54708

Nombre del modelo: TORSION
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 14,9462



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Conclusión





Descripción
No hay datos

Simulación de EMPUJE FRONTAL

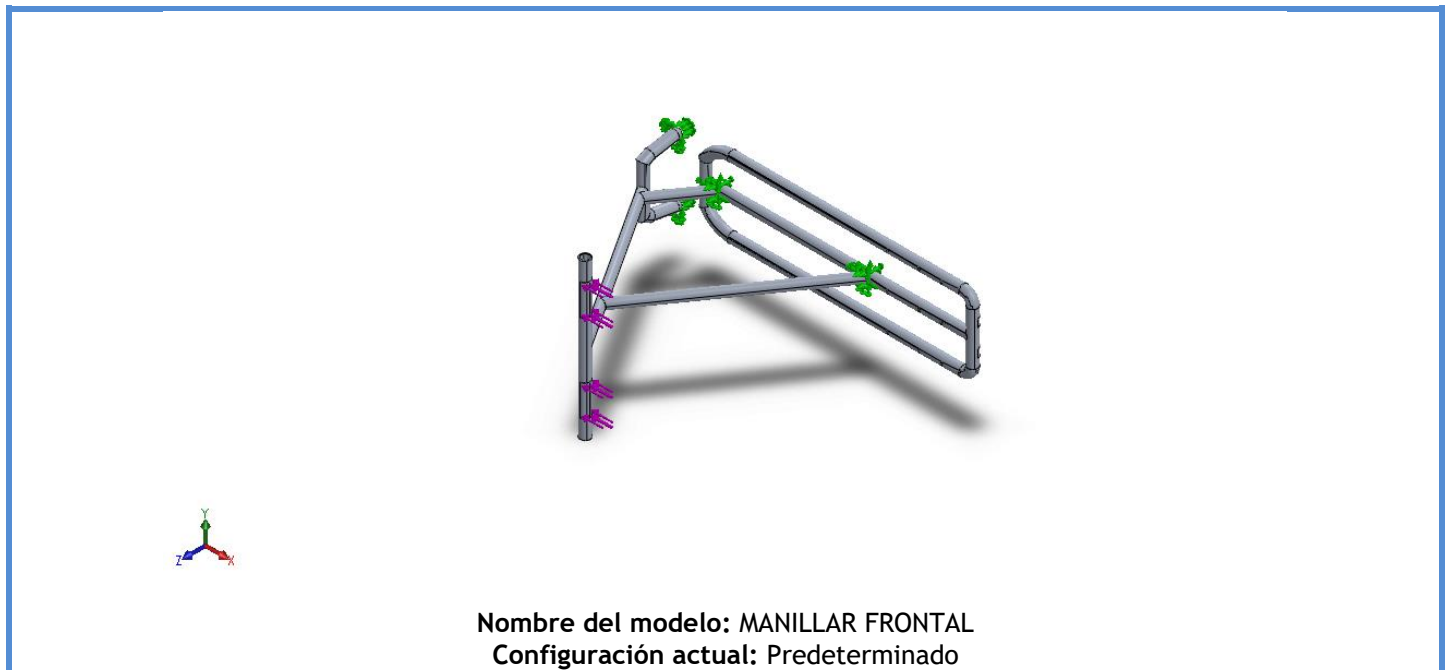
Fecha: viernes, 26 de junio de 2020
Diseñador: Solidworks
Nombre de estudio: Análisis estático 2
Tipo de análisis: Análisis estático

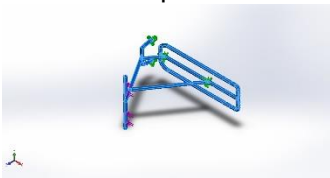
Tabla de contenidos

Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	2
Propiedades de estudio	3
Unidades	3
Propiedades de material	4
Cargas y sujeciones	5
Definiciones de conector.....	5
Información de contacto	6
Información de malla	7
Detalles del sensor	8
Fuerzas resultantes	8
Vigas.....	9
Resultados del estudio	10
Conclusión.....	12

Suposiciones

Información de modelo



Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Línea de partición6 	Sólido	Masa: 3.82884 kg Volumen: 0.00136242 m ³ Densidad: 2810.32 kg/m ³ Peso: 37.5226 N	C:\Users\sergi\Desktop\TF G\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\ALUMINIO 7075-T6\MANILLAR\SOLIDWORK S\MANILLAR EMPUJE FRONTAL OK\MANILLAR FRONTAL.SLDPRT Jun 15 19:35:48 2020



Propiedades de estudio

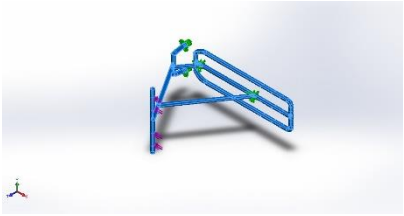
Nombre de estudio	Análisis estático 2
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\sergi\Desktop\TFG\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\ALUMINIO 7075- T6\MANILLAR\SOLIDWORKS\MANILLAR EMPUJE FRONTAL OK)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²




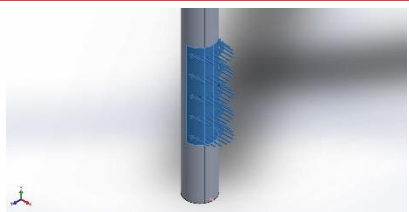
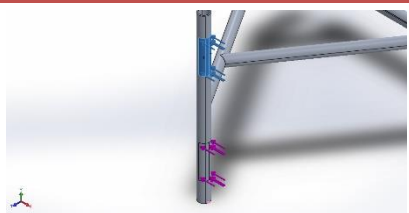
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p> Nombre: 7075-T6 (SN) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx. Límite elástico: 5.05e+08 N/m² Límite de tracción: 5.7e+08 N/m² Módulo elástico: 7.2e+10 N/m² Coefficiente de Poisson: 0.33 Densidad: 2810 kg/m³ Módulo cortante: 2.69e+10 N/m² Coefficiente de dilatación térmica: 2.36e-05 /Kelvin </p>	<p>Sólido 1(Línea de partición6)(MANILLAR FRONTAL)</p>
Datos de curva:N/A		



Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-2		Entidades: 4 arista(s), 2 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	775.021	-0.00492668	0.0369339	775.021
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -193.75 N		
Fuerza-2		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -193.75 N		

Definiciones de conector

No hay datos



Información de contacto

No hay datos



Información de malla

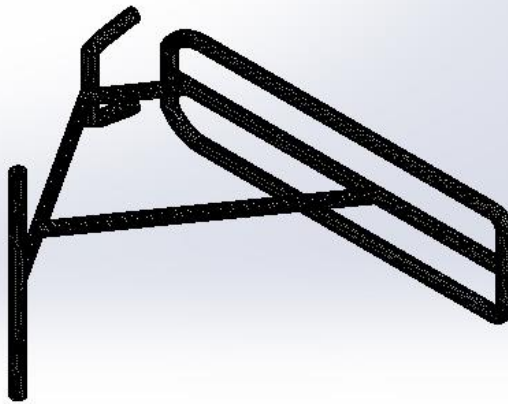
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	6.1211 mm
Tolerancia	0.1201 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	151521
Número total de elementos	76243
Cociente máximo de aspecto	129.02
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	92.6
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.0669
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:01:02
Nombre de computadora:	



Nombre del modelo: MANILLAR FRONTAL
 Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado-)
 Tipo de malla: Malla sólida



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	775.021	-0.00492668	0.0369339	775.021

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

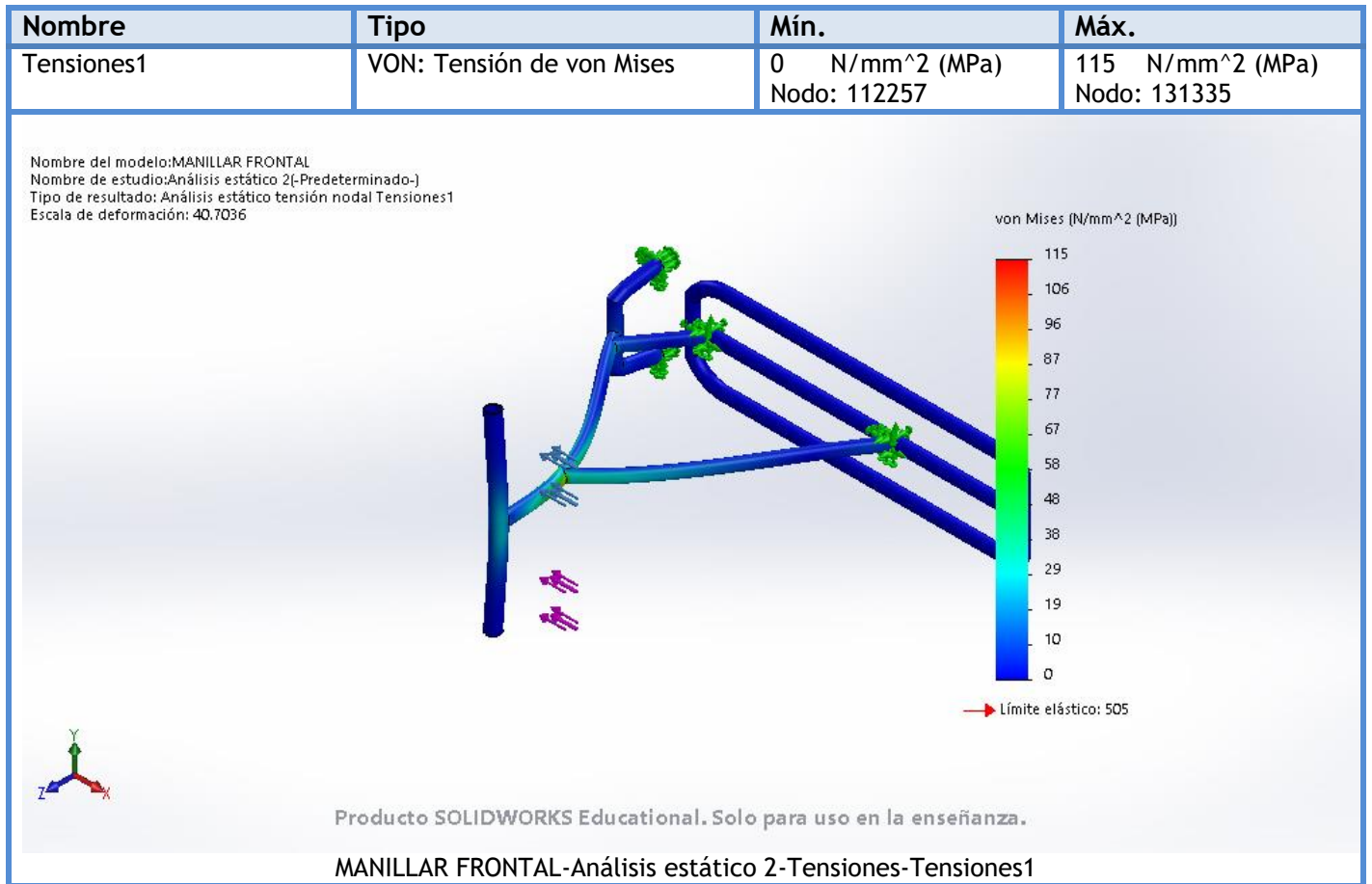


Vigas

No hay datos



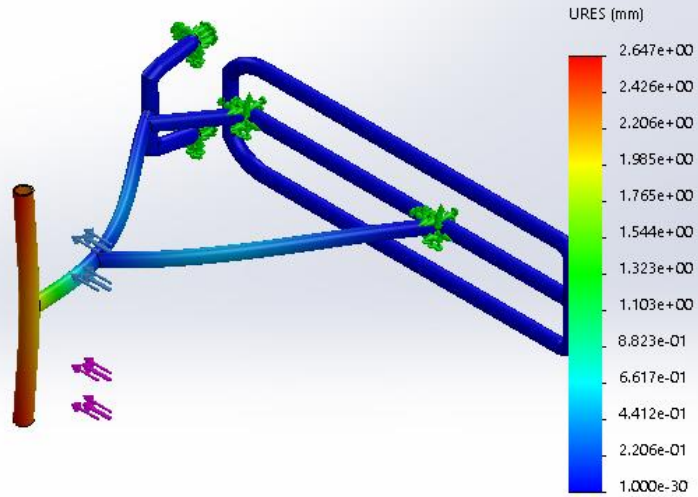
Resultados del estudio



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 1003	2.647e+00 mm Nodo: 82958



Nombre del modelo: MANILLAR FRONTAL
 Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 40.7036

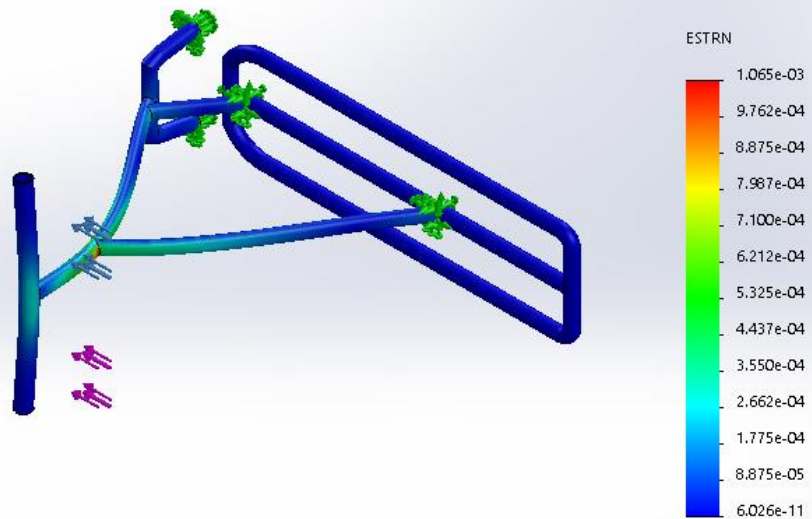


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

MANILLAR FRONTAL-Análisis estático 2-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	6.026e-11 Elemento: 15017	1.065e-03 Elemento: 34805

Nombre del modelo: MANILLAR FRONTAL
 Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 40.7036



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Conclusión





Descripción
No hay datos

Simulación de EMPUJE DE RETROCESO

Fecha: viernes, 26 de junio de 2020
Diseñador: Solidworks
Nombre de estudio: Análisis estático 1
Tipo de análisis: Análisis estático

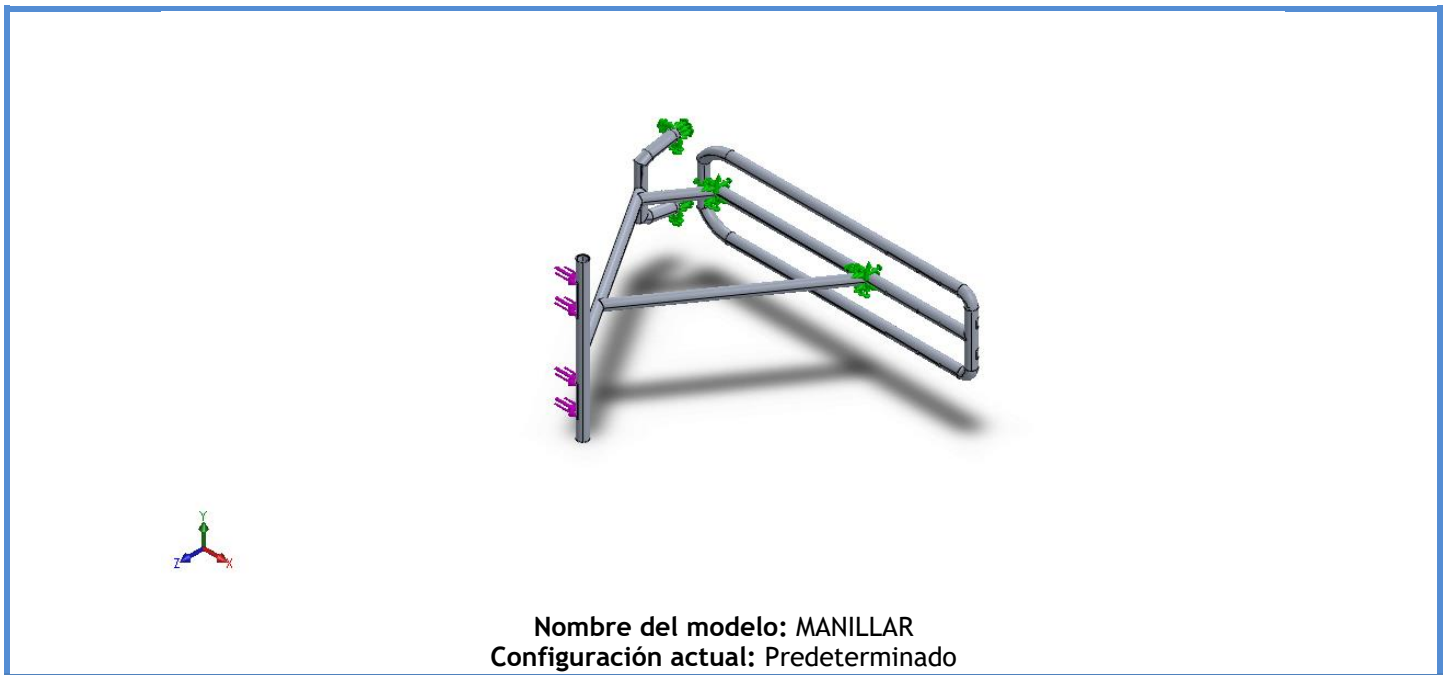
Tabla de contenidos

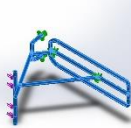
Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	2
Propiedades de estudio	3
Unidades.....	3
Propiedades de material	4
Cargas y sujeciones	5
Definiciones de conector.....	5
Información de contacto.....	6
Información de malla.....	7
Detalles del sensor.....	8
Fuerzas resultantes	8
Vigas.....	9
Resultados del estudio	10
Conclusión.....	12



Suposiciones

Información de modelo



Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Línea de partición6 	Sólido	Masa:3.82884 kg Volumen:0.00136242 m ³ Densidad:2810.32 kg/m ³ Peso:37.5226 N	C:\Users\sergi\Desktop\TF G\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\ALUMINIO 7075-T6\MANILLAR\SOLIDWORKS\MANILLAR EMPUJE HACIA PILOTO OK\MANILLAR.SLDPRT Jun 15 19:40:31 2020



Propiedades de estudio

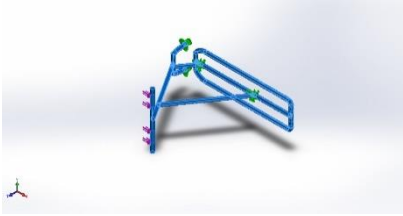
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\sergi\Desktop\TFG\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\ALUMINIO 7075-T6\MANILLAR\SOLIDWORKS\MANILLAR EMPUJE HACIA PILOTO OK)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²




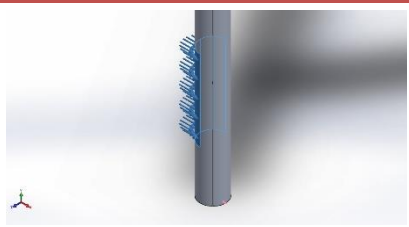
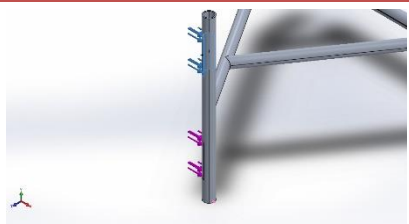
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p> Nombre: 7075-T6 (SN) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx. Límite elástico: 5.05e+08 N/m² Límite de tracción: 5.7e+08 N/m² Módulo elástico: 7.2e+10 N/m² Coefficiente de Poisson: 0.33 Densidad: 2810 kg/m³ Módulo cortante: 2.69e+10 N/m² Coefficiente de dilatación térmica: 2.36e-05 /Kelvin </p>	<p>Sólido 1(Línea de partición6)(MANILLAR)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		



Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: 4 arista(s), 2 cara(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	-775.02	-0.0115936	-0.0348973	775.02	
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga			
Fuerza-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 193.75 N			
Fuerza-2		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 193.75 N			

Definiciones de conector

No hay datos



Información de contacto

No hay datos



Información de malla

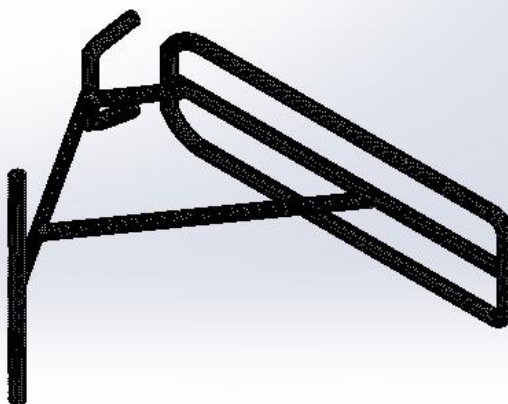
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	6.12 mm
Tolerancia	0.132 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	151354
Número total de elementos	76137
Cociente máximo de aspecto	59.458
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	93.1
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.0171
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:01:03
Nombre de computadora:	



Nombre del modelo: MANILLAR
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de malla: Malla sólida



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-775.02	-0.0115936	-0.0348973	775.02

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0



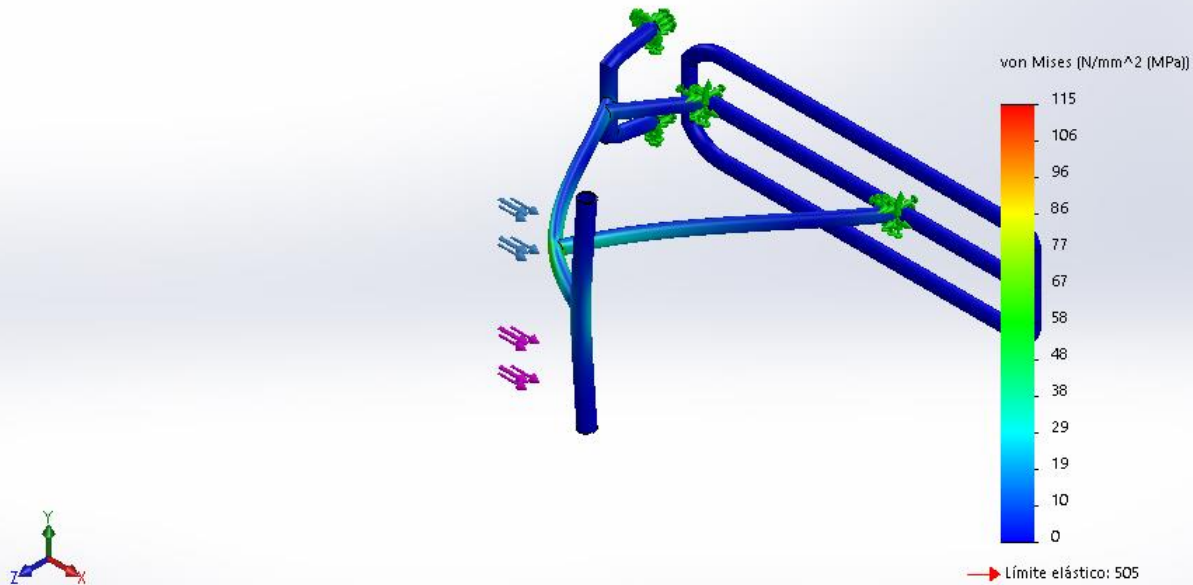
Vigas
No hay datos



Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0 N/mm ² (MPa) Nodo: 28993	115 N/mm ² (MPa) Nodo: 131155

Nombre del modelo: MANILLAR
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 40.7037



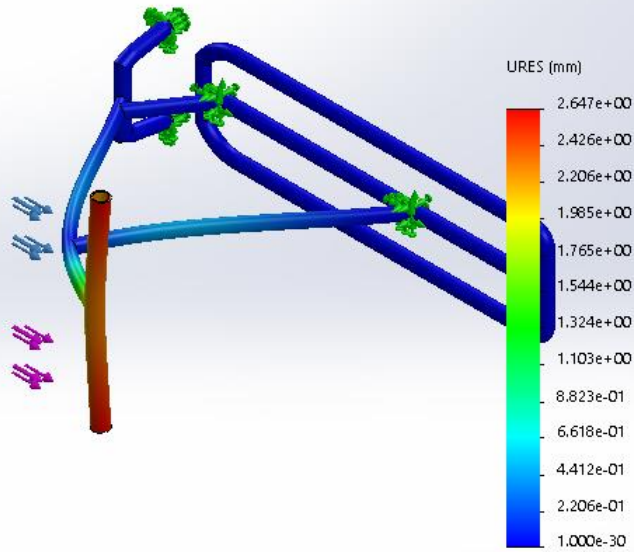
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

MANILLAR-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 1003	2.647e+00 mm Nodo: 82730



Nombre del modelo:MANILLAR
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 40.7037

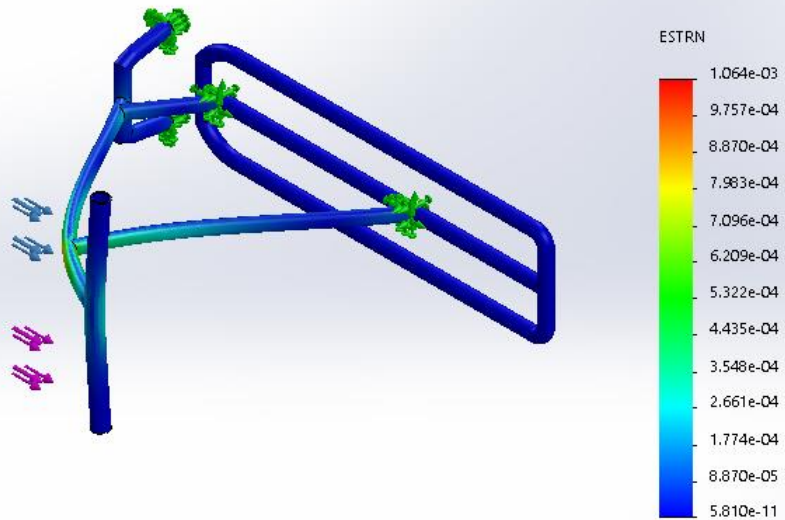


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

MANILLAR-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	5.810e-11 Elemento: 66026	1.064e-03 Elemento: 33547

Nombre del modelo:MANILLAR
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 40.7037



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Conclusión





Simulación de TORSIÓN TALON

Fecha: viernes, 26 de junio de 2020
Diseñador: Solidworks
Nombre de estudio: Análisis estático 1
Tipo de análisis: Análisis estático

Descripción
No hay datos

Tabla de contenidos

Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	2
Propiedades de estudio	3
Unidades	3
Propiedades de material	4
Cargas y sujeciones	5
Definiciones de conector.....	6
Información de contacto	6
Información de malla	7
Detalles del sensor	8
Fuerzas resultantes	8
Vigas.....	9
Resultados del estudio	10
Conclusión.....	12




Suposiciones

Información de modelo



Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Línea de partición6 	Sólido	Masa:3.82884 kg Volumen:0.00136242 m ³ Densidad:2810.32 kg/m ³ Peso:37.5226 N	C:\Users\sergi\Desktop\TF G\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\ALUMINIO 7075- T6\BASE\SOLIDWORKS\TO RSION TALON\TORSION TALON.SLDPRT Jun 15 19:27:44 2020



Propiedades de estudio


Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\sergi\Desktop\TFG\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\ALUMINIO 7075- T6\BASE\SOLIDWORKS\TORSION TALON)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

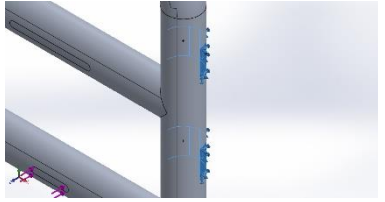
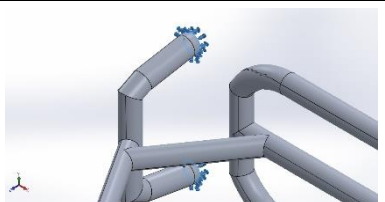


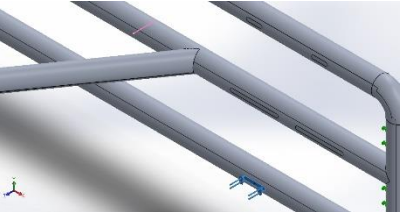
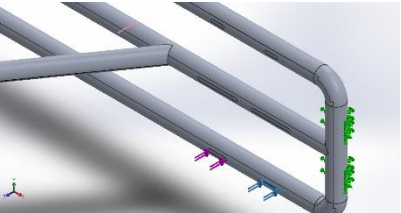
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p> Nombre: 7075-T6 (SN) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx. Límite elástico: 5.05e+08 N/m² Límite de tracción: 5.7e+08 N/m² Módulo elástico: 7.2e+10 N/m² Coefficiente de Poisson: 0.33 Densidad: 2810 kg/m³ Módulo cortante: 2.69e+10 N/m² Coefficiente de dilatación térmica: 2.36e-05 /Kelvin </p>	<p>Sólido 1(Línea de partición6)(TORSION TALON)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		



Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-2		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	99.6803	-6.27035	689.675	696.869
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
Fijo-3		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-99.4311	6.34575	85.2141	131.104
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga	
Fuerza-3		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -387.5 N	
Fuerza-4		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -387.5 N	



Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

No hay datos



Información de malla

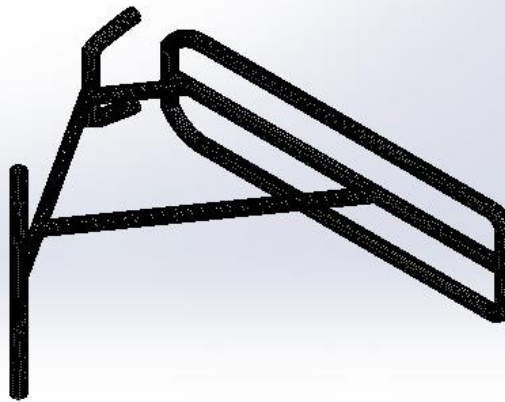
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	6.1201 mm
Tolerancia	0.1214 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	150528
Número total de elementos	75745
Cociente máximo de aspecto	129.16
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	93.6
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.0713
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:01:01
Nombre de computadora:	



Nombre del modelo: TORSION TALON
Nombre de estudio: Análisis estático 1[-Predeterminado-]
Tipo de malla: Malla sólida



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0.249185	0.075403	774.889	774.889

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0



Vigas

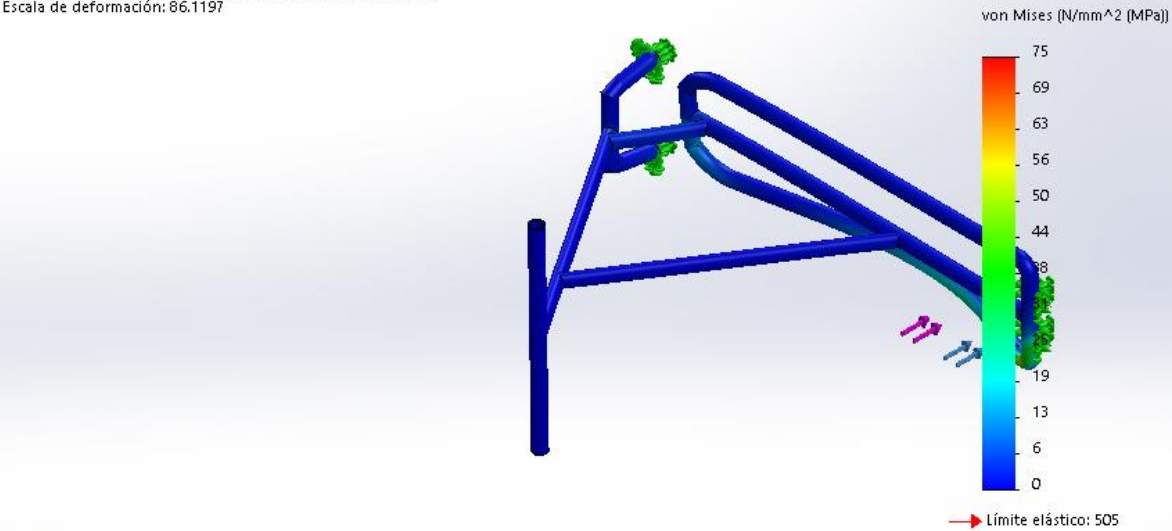
No hay datos



Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0 N/mm ² (MPa) Nodo: 82641	75 N/mm ² (MPa) Nodo: 10876

Nombre del modelo:TORSION TALON
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 86,1197



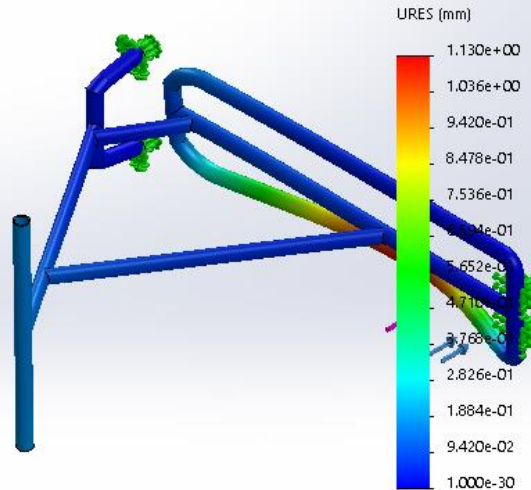
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

TORSION TALON-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 1003	1.130e+00 mm Nodo: 72332



Nombre del modelo:TORSION TALON
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 86.1197

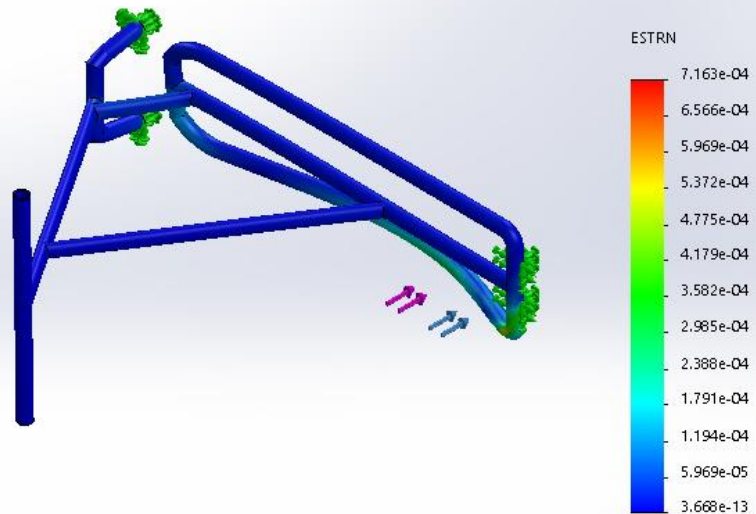


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

TORSION TALON-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	3.668e-13 Elemento: 49410	7.163e-04 Elemento: 30505

Nombre del modelo:TORSION TALON
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 86.1197



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

TORSION TALON-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1



Conclusión





Simulación de TORSIÓN PUNTERA

Fecha: viernes, 26 de junio de 2020
Diseñador: Solidworks
Nombre de estudio: Análisis estático 1
Tipo de análisis: Análisis estático

Descripción
No hay datos

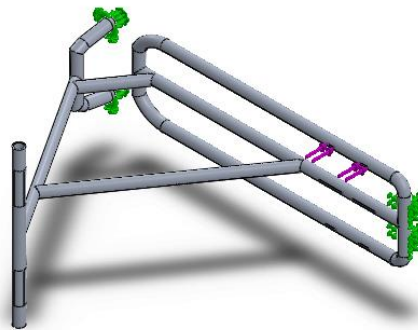
Tabla de contenidos

Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	2
Propiedades de estudio	3
Unidades	3
Propiedades de material	4
Cargas y sujeciones	5
Definiciones de conector.....	6
Información de contacto	6
Información de malla	7
Detalles del sensor	8
Fuerzas resultantes	8
Vigas.....	9
Resultados del estudio	10
Conclusión.....	12




Suposiciones

Información de modelo



Nombre del modelo: TORSION PUNTERA
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Línea de partición6 	Sólido	Masa:3.82884 kg Volumen:0.00136242 m ³ Densidad:2810.32 kg/m ³ Peso:37.5226 N	C:\Users\sergi\Desktop\TF G\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\ALUMINIO 7075-T6\BASE\SOLIDWORKS\TORSION PUNTERA\TORSION PUNTERA.SLDPRT Jun 15 19:24:31 2020



Propiedades de estudio


Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\sergi\Desktop\TFG\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\ALUMINIO 7075- T6\BASE\SOLIDWORKS\TORSION PUNTERA)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

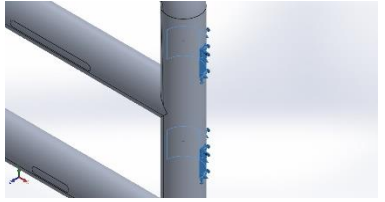
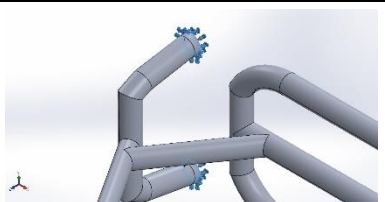


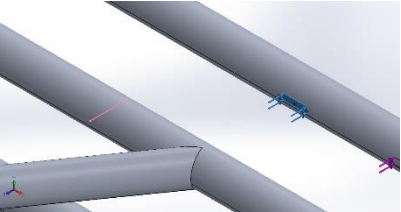
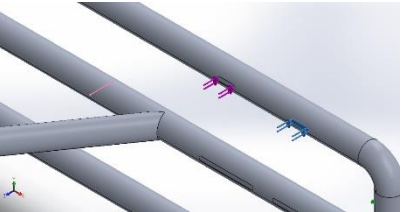
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p> Nombre: 7075-T6 (SN) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx. Límite elástico: 5.05e+08 N/m² Límite de tracción: 5.7e+08 N/m² Módulo elástico: 7.2e+10 N/m² Coefficiente de Poisson: 0.33 Densidad: 2810 kg/m³ Módulo cortante: 2.69e+10 N/m² Coefficiente de dilatación térmica: 2.36e-05 /Kelvin </p>	<p>Sólido 1(Línea de partición6)(TORSION PUNTERA)</p>
Datos de curva:N/A		



Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-2		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	99.185	6.69896	689.924	697.05
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
Fijo-3		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-99.3609	-6.38565	85.2362	131.067
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -387.5 N		
Fuerza-2		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -387.5 N		



Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

No hay datos



Información de malla

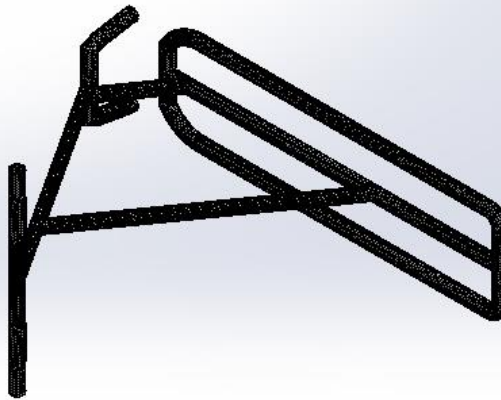
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	6.1201 mm
Tolerancia	0.1214 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	150528
Número total de elementos	75745
Cociente máximo de aspecto	129.16
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	93.6
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.0713
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:01:04
Nombre de computadora:	



Nombre del modelo: TORSION PUNTERA
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de malla: Malla sólida



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0.175868	0.313381	775.161	775.161

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0



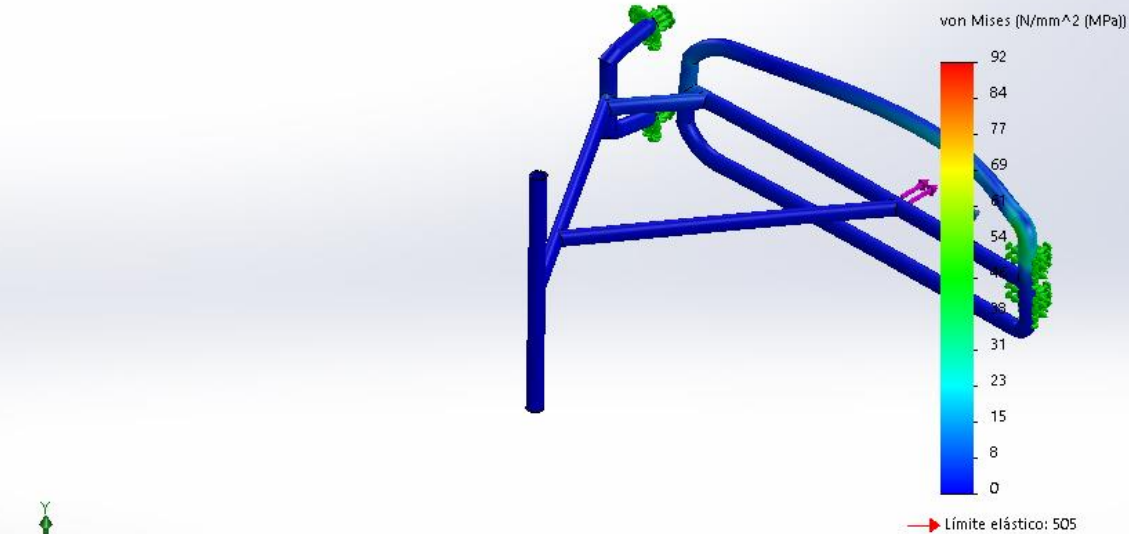
Vigas
No hay datos



Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0 N/mm ² (MPa) Nodo: 504	92 N/mm ² (MPa) Nodo: 11099

Nombre del modelo: TORSION PUNTERA
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 86.0932



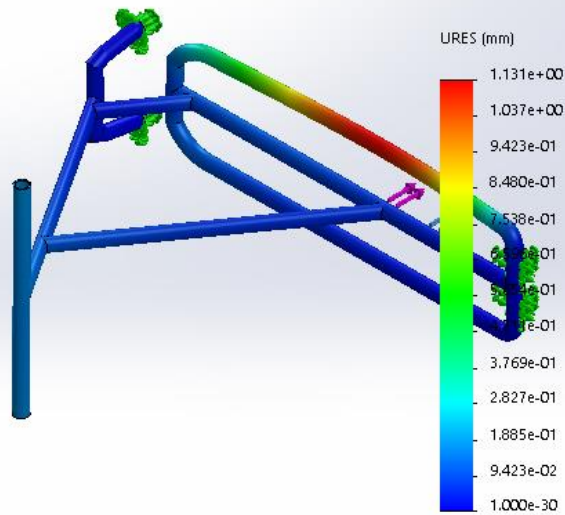
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

TORSION PUNTERA-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 1003	1.131e+00 mm Nodo: 111371



Nombre del modelo:TORSION PUNTERA
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 20

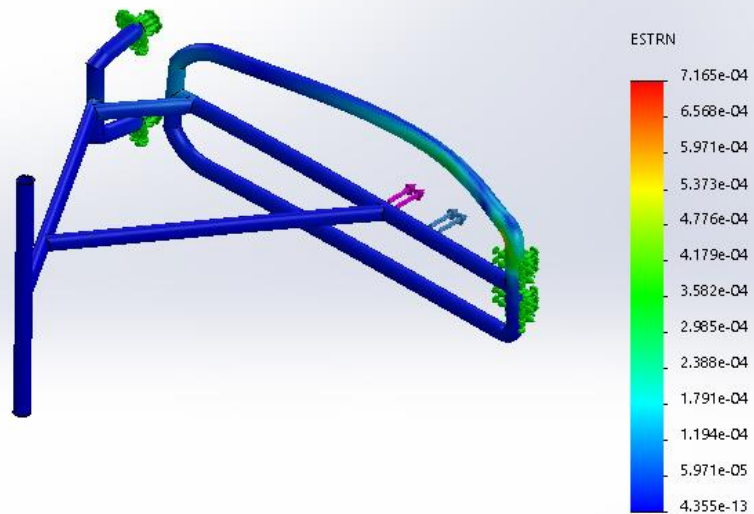


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

TORSION PUNTERA-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	4.355e-13 Elemento: 36094	7.165e-04 Elemento: 46583

Nombre del modelo:TORSION PUNTERA
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 86.0932



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

TORSION PUNTERA-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1



Conclusión





Simulación de PASEO

Fecha: viernes, 26 de junio de 2020
Diseñador: Solidworks
Nombre de estudio: Análisis estático 3
Tipo de análisis: Análisis estático

Descripción

No hay datos

Tabla de contenidos

Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	2
Propiedades de estudio	3
Unidades	3
Propiedades de material	4
Cargas y sujeciones	5
Definiciones de conector.....	7
Información de contacto	7
Información de malla	8
Detalles del sensor	9
Fuerzas resultantes	9
Vigas.....	10
Resultados del estudio	11
Conclusión.....	13

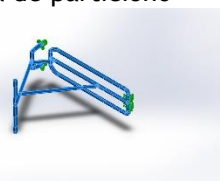


Suposiciones

Información de modelo



Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Línea de partición6 	Sólido	Masa: 3.82884 kg Volumen: 0.00136242 m ³ Densidad: 2810.32 kg/m ³ Peso: 37.5226 N	C:\Users\sergi\Desktop\TF G\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\ALUMINIO 7075-T6\BASE\SOLIDWORKS\PA SEO\PASEO.SLDPRT Jun 15 19:20:06 2020



Propiedades de estudio


Nombre de estudio	Análisis estático 3
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\sergi\Desktop\TFG\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\ALUMINIO 7075- T6\BASE\SOLIDWORKS\PASEO)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²



Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p> Nombre: 7075-T6 (SN) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx. Límite elástico: 5.05e+08 N/m² Límite de tracción: 5.7e+08 N/m² Módulo elástico: 7.2e+10 N/m² Coefficiente de Poisson: 0.33 Densidad: 2810 kg/m³ Módulo cortante: 2.69e+10 N/m² Coefficiente de dilatación térmica: 2.36e-05 /Kelvin </p>	<p>Sólido 1(Línea de partición6)(PASEO)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		



Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-2		<p>Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija</p>

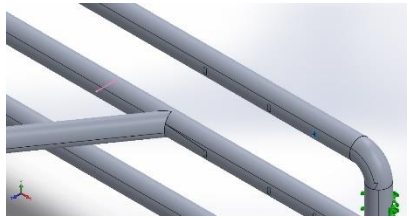
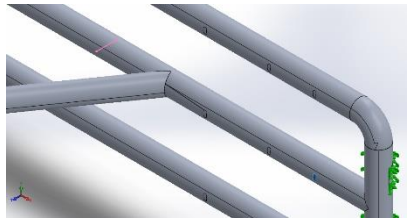
Fuerzas resultantes

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-96.2797	-0.0184609	68.653	118.25
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0


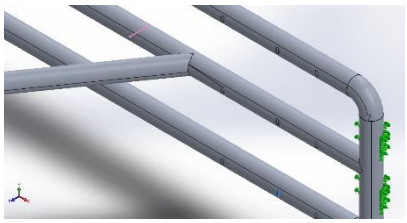
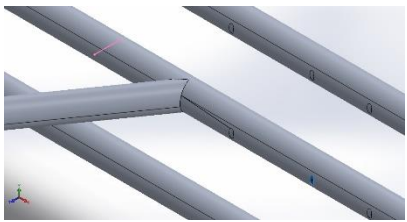
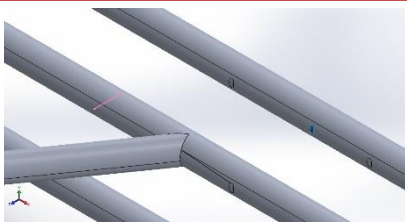
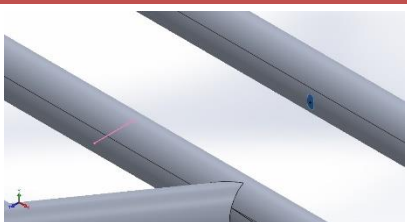

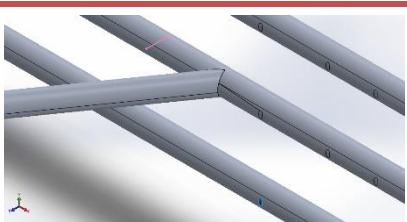
Fijo-3		<p>Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija</p>
--------	---	---

Fuerzas resultantes

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	96.8378	-0.128731	706.441	713.047
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -127.53 N</p>
Fuerza-2		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -127.53 N</p>



Fuerza-3		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -127.53 N
Fuerza-4		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -81.75 N
Fuerza-5		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -81.75 N
Fuerza-6		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -81.75 N
Fuerza-7		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -49.05 N
Fuerza-8		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -49.05 N
Fuerza-9		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -49.05 N

Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

No hay datos



Información de malla

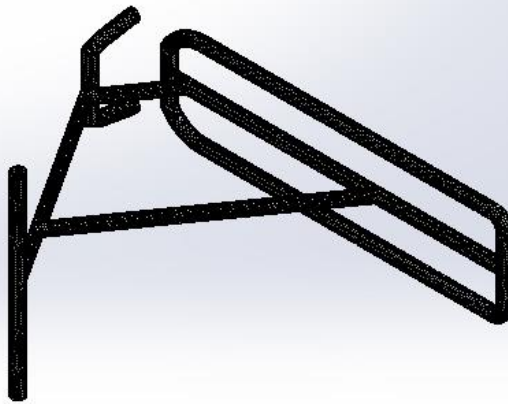
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	6.1201 mm
Tolerancia	0.1201 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	151257
Número total de elementos	76079
Cociente máximo de aspecto	132.22
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	93.1
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.0644
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:59
Nombre de computadora:	



Nombre del modelo: PASEO
 Nombre de estudio: Análisis estático 3(-Predeterminado-)
 Tipo de malla: Malla sólida



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0.558148	-0.147203	775.094	775.095

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

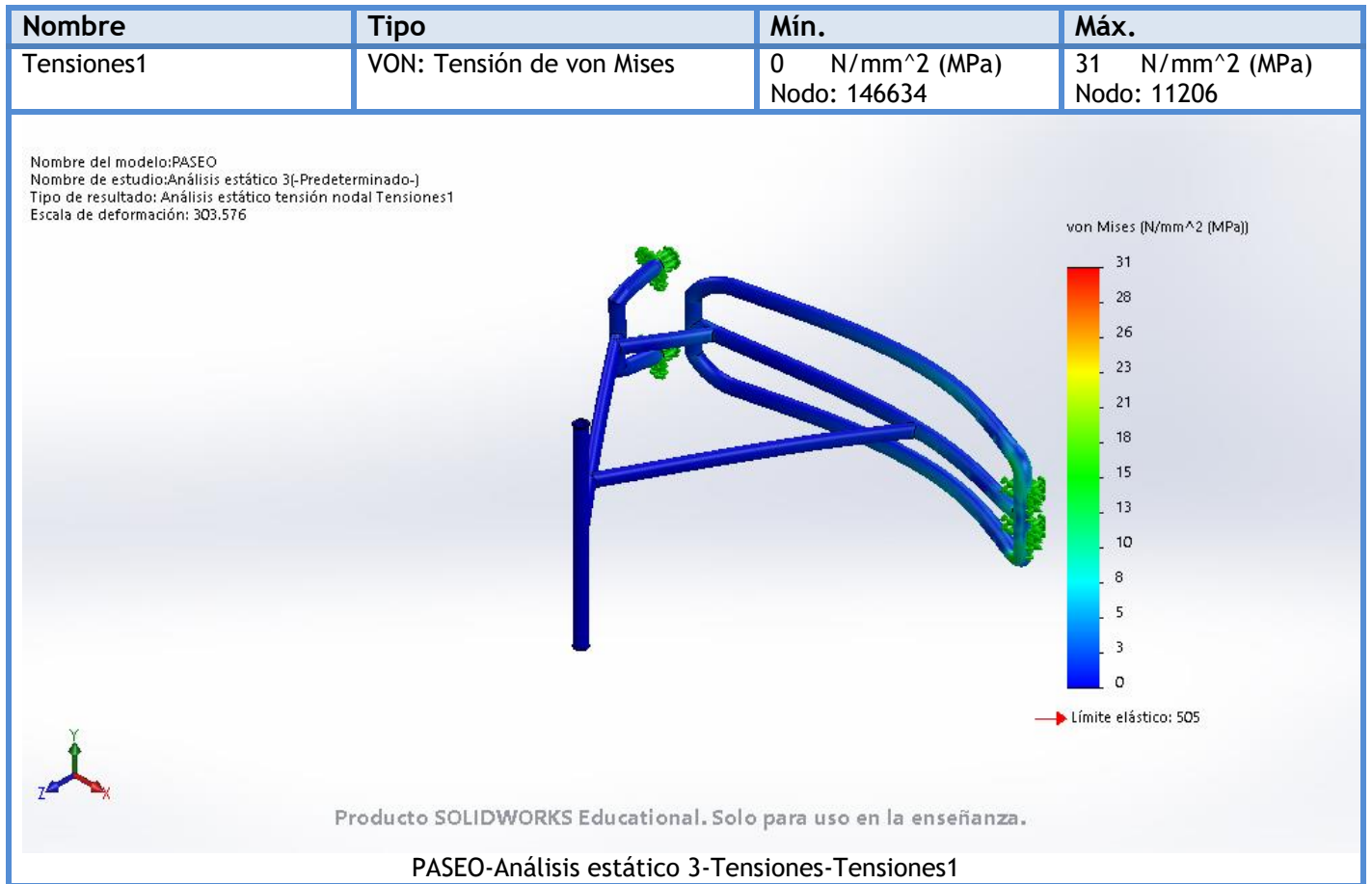


Vigas

No hay datos



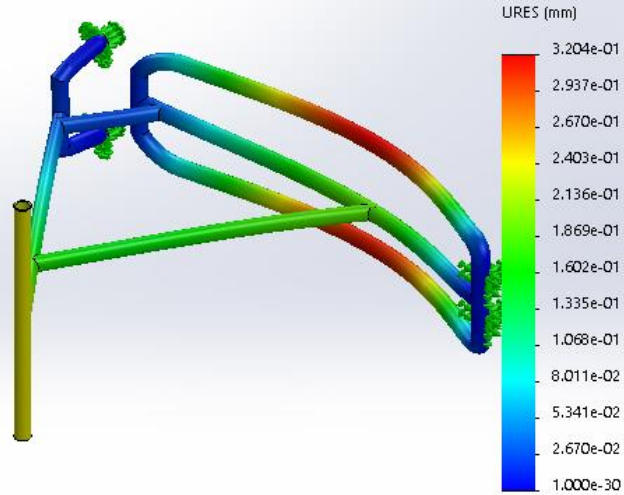
Resultados del estudio



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 1003	3.204e-01 mm Nodo: 111852



Nombre del modelo: PASEO
 Nombre de estudio: Análisis estático 3(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 303.576

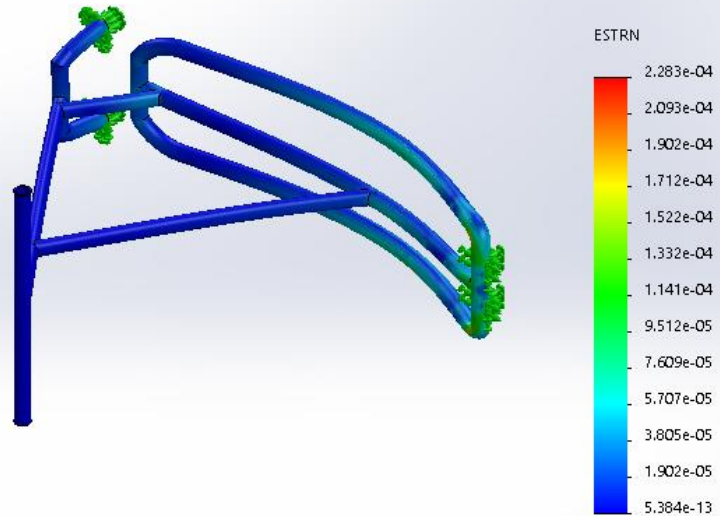


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

PASEO-Análisis estático 3-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	5.384e-13 Elemento: 61699	2.283e-04 Elemento: 33094

Nombre del modelo: PASEO
 Nombre de estudio: Análisis estático 3(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 303.576



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Conclusión





Simulación de ACROBÁTICO

Fecha: viernes, 26 de junio de 2020

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Análisis base apoyo OK

Tipo de análisis: Análisis estático

Descripción

No hay datos

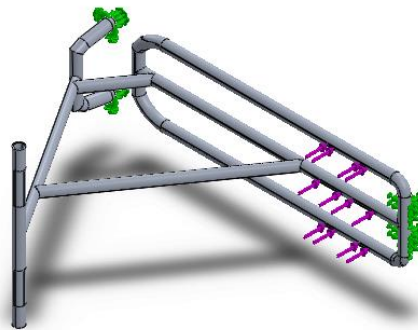
Tabla de contenidos

Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	2
Propiedades de estudio	3
Unidades	3
Propiedades de material	4
Cargas y sujeciones	5
Definiciones de conector.....	6
Información de contacto	6
Información de malla	7
Detalles del sensor	8
Fuerzas resultantes	8
Vigas.....	9
Resultados del estudio	10
Conclusión.....	12




Suposiciones

Información de modelo



Nombre del modelo: VALIDAOK
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Línea de partición6 	Sólido	Masa:3.82884 kg Volumen:0.00136242 m ³ Densidad:2810.32 kg/m ³ Peso:37.5226 N	C:\Users\sergi\Desktop\TF G\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\ALUMINIO 7075-T6\BASE\SOLIDWORKS\VALIDOOK OPTIMO\VALIDAOK.SLDPR T Jun 15 19:15:00 2020



Propiedades de estudio

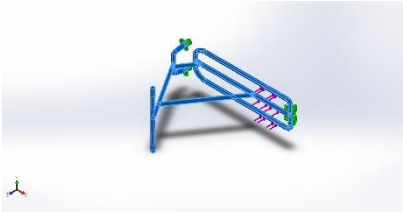
Nombre de estudio	Análisis base apoyo OK
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\sergi\Desktop\TFG\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

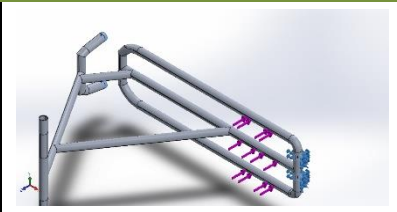


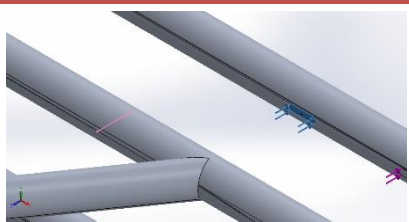
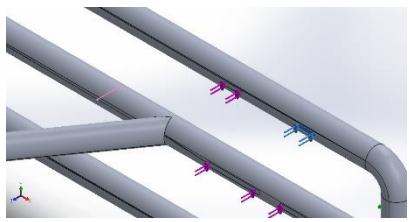
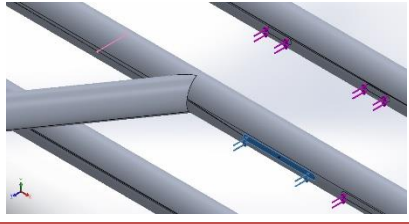
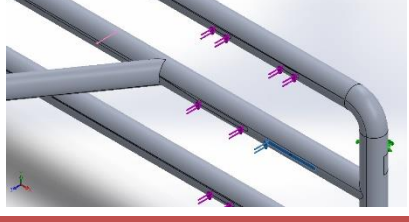
Propiedades de material

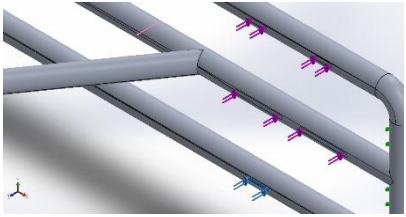
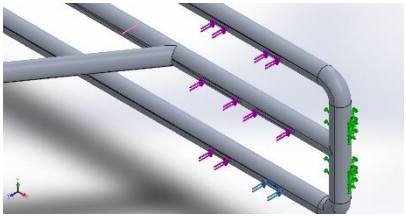
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p> Nombre: 7075-T6 (SN) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx. Límite elástico: 5.05e+08 N/m² Límite de tracción: 5.7e+08 N/m² Módulo elástico: 7.2e+10 N/m² Coefficiente de Poisson: 0.33 Densidad: 2810 kg/m³ Módulo cortante: 2.69e+10 N/m² Coefficiente de dilatación térmica: 2.36e-05 /Kelvin </p>	<p>Sólido 1(Línea de partición6)(VALIDAOK)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		



Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-2		Entidades: 6 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-2.61742	-0.85709	7729.2	7729.2
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -733.68 N		
Fuerza-2		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -733.68 N		
Fuerza-3		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -1222.6 N		
Fuerza-4		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -1222.6 N		

<p>Fuerza-5</p>		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -1907.3 N</p>
<p>Fuerza-6</p>		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -1907.3 N</p>

Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

No hay datos

Información de malla

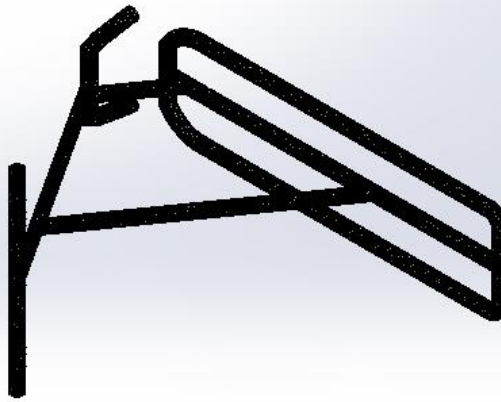
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	5.1201 mm
Tolerancia	0.1201 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	227057
Número total de elementos	114400
Cociente máximo de aspecto	83.517
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	96.4
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.0463
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:02:50
Nombre de computadora:	



Nombre del modelo:VALIDAOK
Nombre de estudio:Análisis base apoyo OK(-Predeterminado-)
Tipo de malla: Malla sólida



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-2.61742	-0.85709	7729.2	7729.2

Momentos de reacción

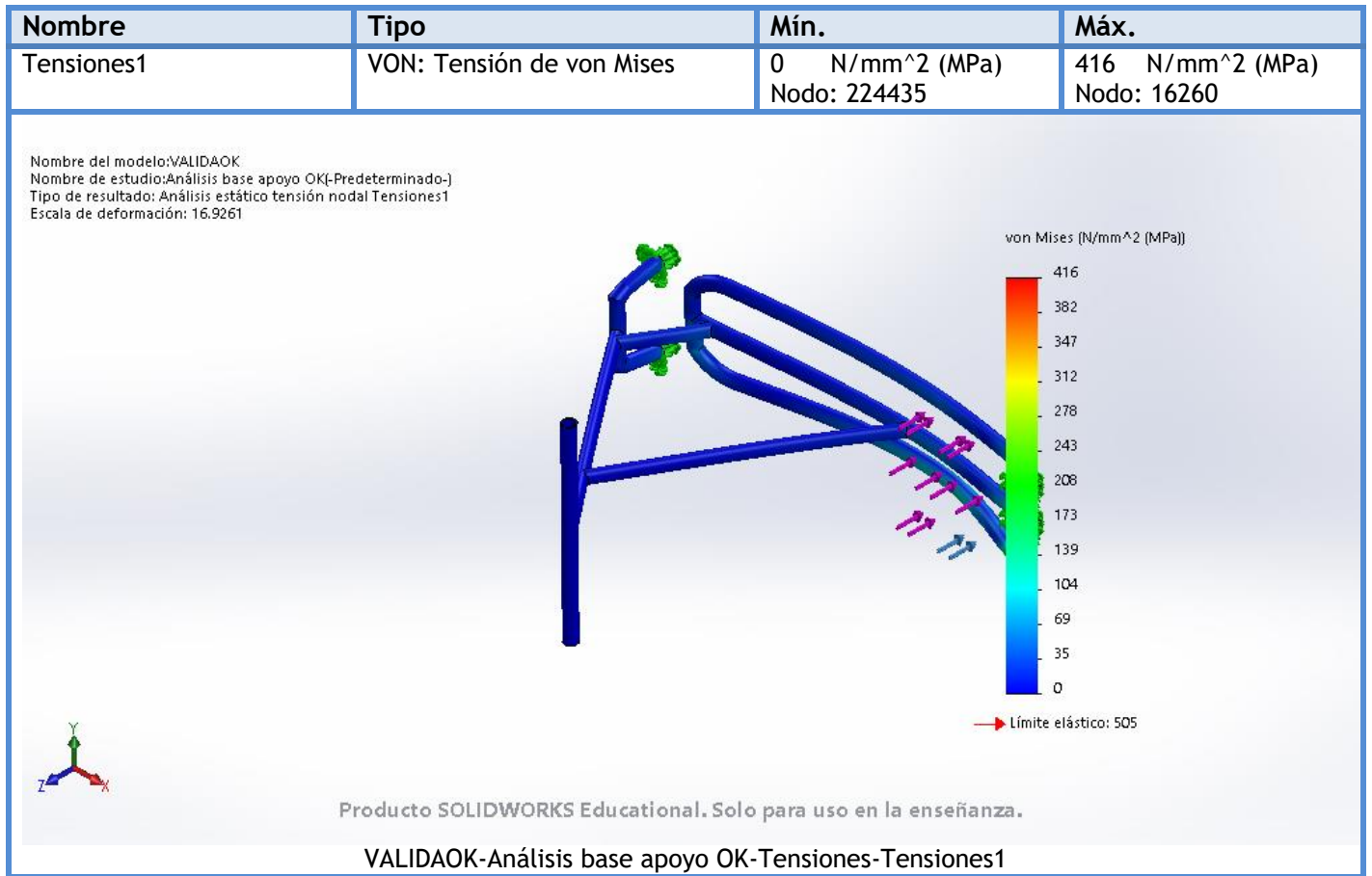
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0



Vigas
No hay datos



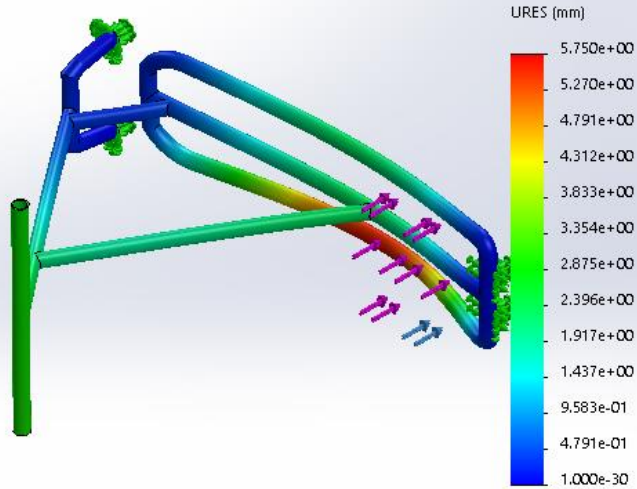
Resultados del estudio



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 1473	5.750e+00 mm Nodo: 18312



Nombre del modelo:VALIDAOK
 Nombre de estudio:Análisis base apoyo OK(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 16.9261

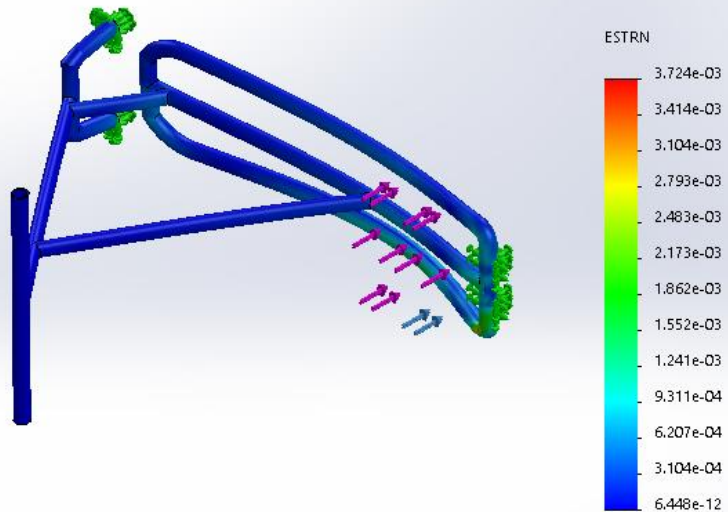


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

VALIDAOK-Análisis base apoyo OK-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	6.448e-12 Elemento: 15503	3.724e-03 Elemento: 70579

Nombre del modelo:VALIDAOK
 Nombre de estudio:Análisis base apoyo OK(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 16.9261



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

VALIDAOK-Análisis base apoyo OK-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1



Conclusión





Descripción

No hay datos

Simulación de MAL USO

Fecha: viernes, 26 de junio de 2020

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Análisis estático 1

Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	2
Propiedades de estudio	3
Unidades	3
Propiedades de material	4
Cargas y sujeciones	5
Definiciones de conector.....	6
Información de contacto	6
Información de malla	7
Detalles del sensor	8
Fuerzas resultantes	8
Vigas.....	9
Resultados del estudio	10
Conclusión.....	12




Suposiciones

Información de modelo



Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Línea de partición6 	Sólido	Masa: 3.82887 kg Volumen: 0.00136243 m ³ Densidad: 2810.32 kg/m ³ Peso: 37.5229 N	C:\Users\sergi\Desktop\TF G\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\ALUMINIO 7075-T6\BASE\SOLIDWORKS\MAL USO OK\MAL USO.SLDPRT Jun 15 19:30:59 2020



Propiedades de estudio


Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\sergi\Desktop\TFG\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\ALUMINIO 7075- T6\BASE\SOLIDWORKS\MAL USO OK)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

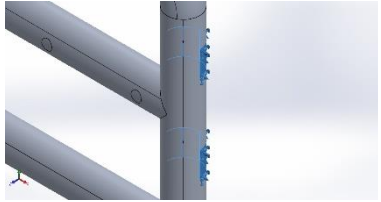
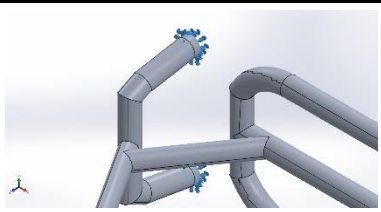


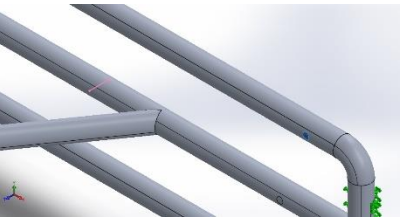
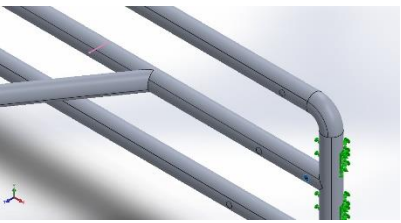
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p> Nombre: 7075-T6 (SN) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx. Límite elástico: 5.05e+08 N/m² Límite de tracción: 5.7e+08 N/m² Módulo elástico: 7.2e+10 N/m² Coefficiente de Poisson: 0.33 Densidad: 2810 kg/m³ Módulo cortante: 2.69e+10 N/m² Coefficiente de dilatación térmica: 2.36e-05 /Kelvin </p>	<p>Sólido 1(Línea de partición6)(MAL USO)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		

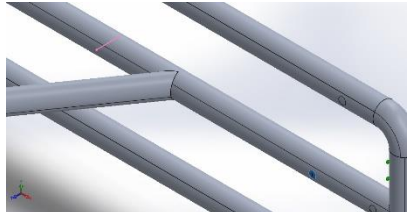
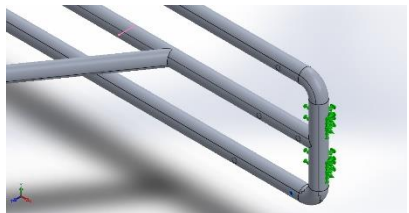
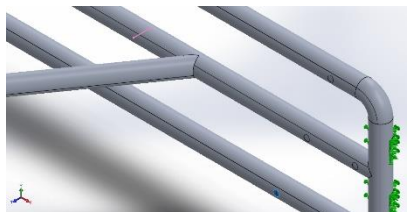


Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-2		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	47.8873	-2.47668	665.261	666.987
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
Fijo-3		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-49.0206	1.68249	35.7769	60.7111
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -73.575 N		
Fuerza-2		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -122.625 N		



Fuerza-3		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -122.625 N
Fuerza-4		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -191.295 N
Fuerza-5		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -191.295 N

Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

No hay datos



Información de malla

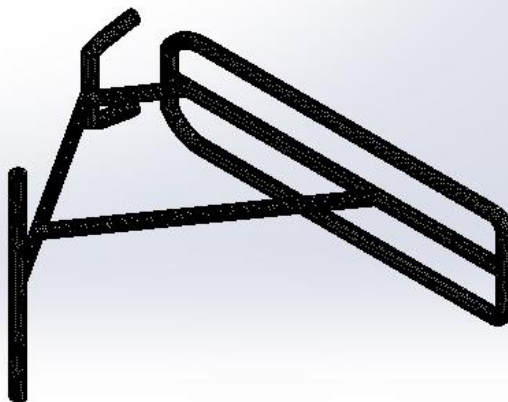
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	6.1201 mm
Tolerancia	0.1211 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	150319
Número total de elementos	75652
Cociente máximo de aspecto	129.03
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	93.7
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.0555
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:01:11
Nombre de computadora:	



Nombre del modelo: MAL USO
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de malla: Malla sólida



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-1.13343	-0.794157	701.037	701.039

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0



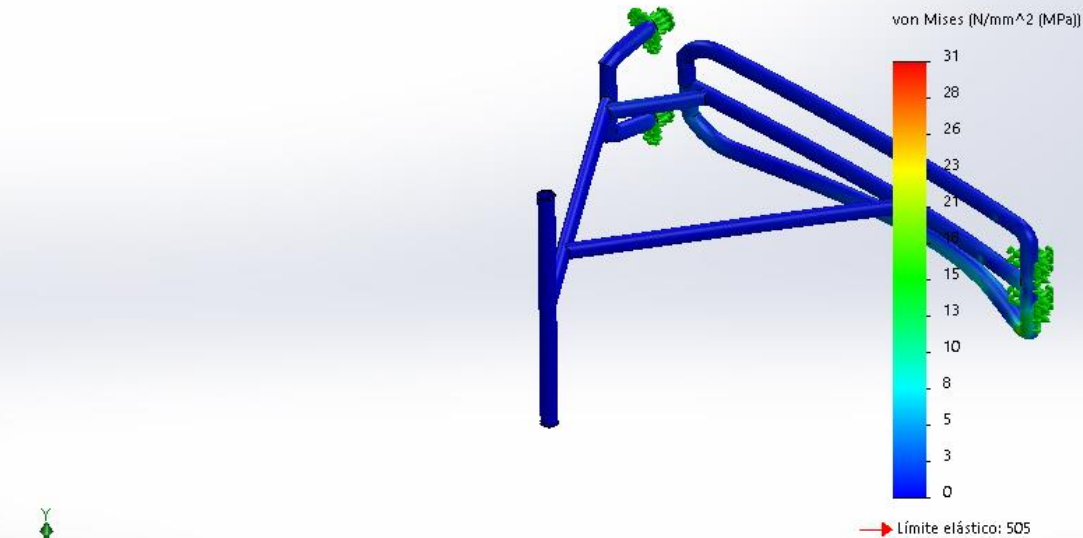
Vigas
No hay datos



Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0 N/mm ² (MPa) Nodo: 143286	31 N/mm ² (MPa) Nodo: 10857

Nombre del modelo: MAL USO
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 270.827



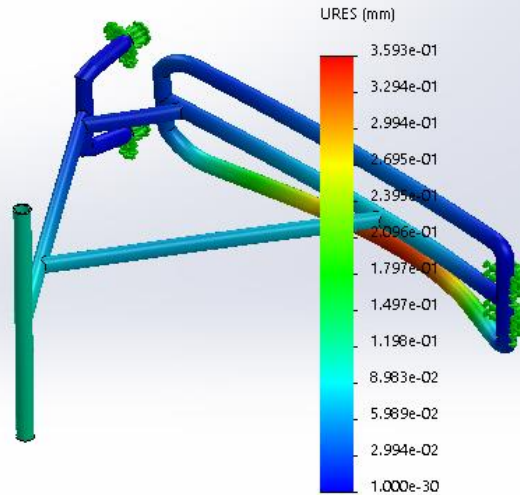
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

MAL USO-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 1003	3.593e-01 mm Nodo: 72170



Nombre del modelo: MAL USO
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 270,827

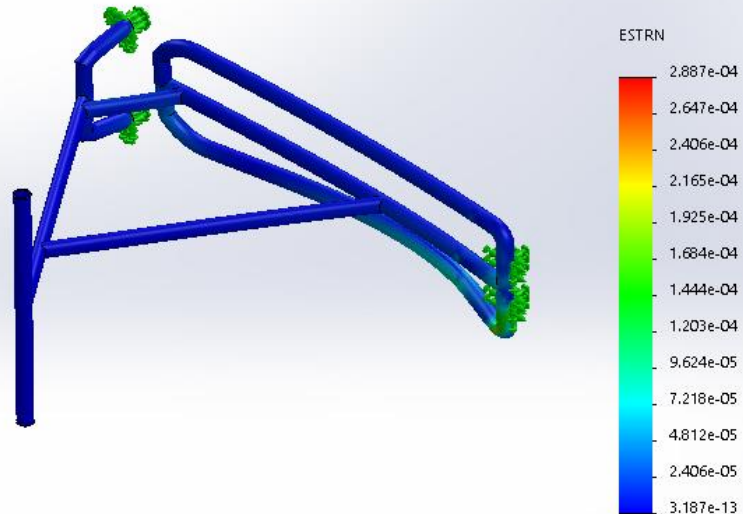


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

MAL USO-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	3.187e-13 Elemento: 65243	2.887e-04 Elemento: 28465

Nombre del modelo: MAL USO
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 270,827



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Conclusión





Simulación de ACROBÁTICO Material C.

Fecha: viernes, 26 de junio de 2020
Diseñador: Solidworks
Nombre de estudio: Análisis estático 1
Tipo de análisis: Análisis estático

Descripción
No hay datos

Tabla de contenidos

Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	3
Propiedades de estudio	5
Unidades.....	6
Propiedades de material	6
Cargas y sujeciones	7
Definiciones de conector.....	8
Información de contacto	8
Información de malla	9
Detalles del sensor	10
Fuerzas resultantes	10
Vigas.....	10
Resultados del estudio	11
Conclusión.....	13

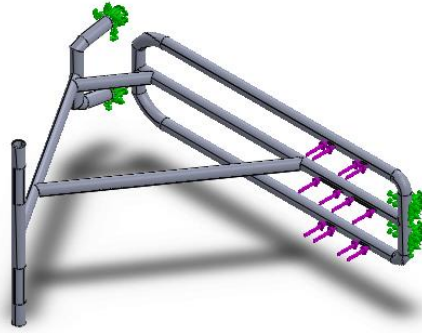


Suposiciones



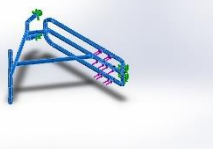
Información de modelo





Nombre del modelo: IMPACTO
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos compuestos

Nombre de documento y referencia	Propiedades							
Shell-1 	Número total de pliegues: 16 Simétrico: Sí							
	Pliegue	Espesor (mm)	Ángulo (deg)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	Densidad (kg/m ³)	Masa (kg)	Peso (N)
	1	0.2	0	0.502494	0.00010499	1544	0.15517	1.52067
	2	0.2	45	0.502494	0.00010499	1544	0.15517	1.52067
	3	0.2	-45	0.502494	0.00010499	1544	0.15517	1.52067
	4	0.2	90	0.502494	0.00010499	1544	0.15517	1.52067
	5	0.2	0	0.502494	0.00010499	1544	0.15517	1.52067
	6	0.2	45	0.502494	0.00010499	1544	0.15517	1.52067
	7	0.2	-45	0.502494	0.00010499	1544	0.15517	1.52067
	8	0.2	90	0.502494	0.00010499	1544	0.15517	1.52067
	9	0.2	90	0.502494	0.00010499	1544	0.15517	1.52067
	10	0.2	-45	0.502494	0.00010499	1544	0.15517	1.52067
	11	0.2	45	0.502494	0.00010499	1544	0.15517	1.52067
12	0.2	0	0.502494	0.00010499	1544	0.15517	1.52067	



13	0.2	90	0.50249 4	0.00010 0499	1544	0.155 17	1.5206 7
14	0.2	-45	0.50249 4	0.00010 0499	1544	0.155 17	1.5206 7
15	0.2	45	0.50249 4	0.00010 0499	1544	0.155 17	1.5206 7
16	0.2	0	0.50249 4	0.00010 0499	1544	0.155 17	1.5206 7

Nombre de documento: C:\Users\sergi\Desktop\TFG\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\MATERIAL COMPUESTO\BASE\SOLID\IMPACTO\IMPACTO.SLDPRT
Fecha de modificación: Jun 15 17:56:39 2020

Propiedades de estudio


Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla con elementos SHELL de superficies
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\sergi\Desktop\TFG\SOLID\PRUEBAS MAYO\1752020 OK manillar y base\MATERIAL COMPUESTO\BASE\SOLID\IMPACTO)



Unidades

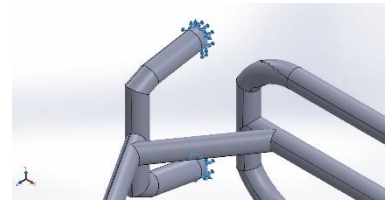

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

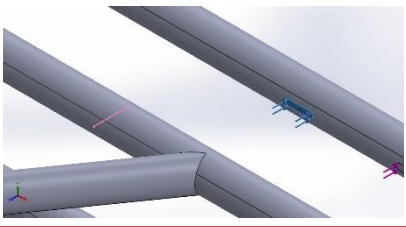
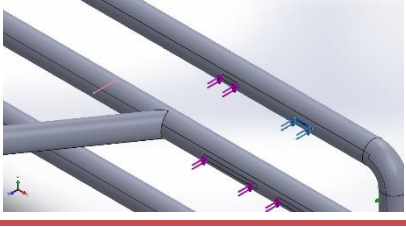
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Fibra de carbono</p> <p>Tipo de modelo: Ortotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 1.575e+09 N/m²</p> <p>Límite de tracción en x: 1.75e+09 N/m²</p> <p>Límite de tracción en y: 4.79e+07 N/m²</p> <p>Límite de compresión en x: 1.05e+09 N/m²</p> <p>Límite de compresión en y: 8.97e+07 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en x: 2.66498e+11 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en y: 1.66247e+10 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en z: 1.66247e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson en xy: 0.245</p> <p>Coefficiente de Poisson en yz: 0.1915</p> <p>Coefficiente de Poisson en xz: 0.245</p> <p>Densidad: 1544 kg/m³</p> <p>Módulo cortante en xy: 7.29731e+09 N/m²</p> <p>Módulo cortante en yz: 6.97639e+09 N/m²</p> <p>Módulo cortante en xz: 7.29731e+09 N/m²</p> <p>Límite cortante: 4.76e+07 N/m²</p>	<p>Sólido 1(Línea de partición6)(IMPACTO), Shell-1(Sólido 1(Línea de partición6))(VALIDAOK)</p>
Datos de curva:N/A		

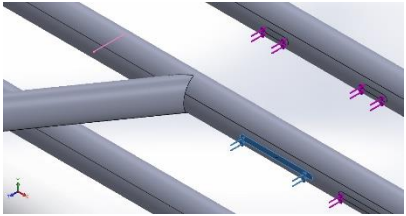
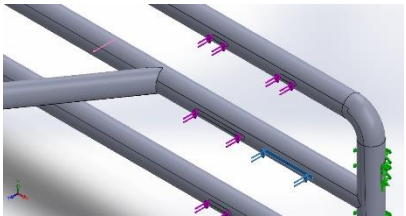
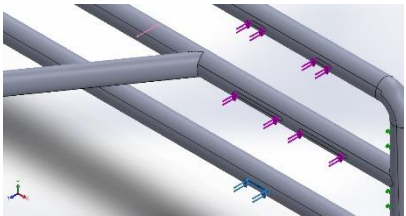
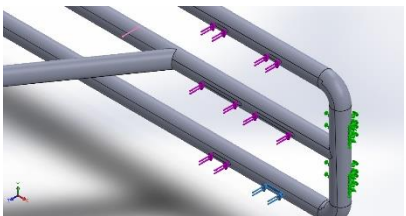


Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 2 arista(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-1126.2	27.0303	894.77	1438.63
Momento de reacción(N.m)	-0.207592	14.3417	0.0698108	14.3434
Fijo-3		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	1126.2	-27.0302	6832.39	6924.64
Momento de reacción(N.m)	5.48999	-17.5872	-0.297441	18.4266

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -733.68 N Momentos: ---, ---, --- N.m		
Fuerza-2		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -733.68 N Momentos: ---, ---, --- N.m		



Fuerza-3		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -1222.6 N Momentos: ---, ---, --- N.m</p>
Fuerza-4		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -1222.6 N Momentos: ---, ---, --- N.m</p>
Fuerza-5		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -1907.3 N Momentos: ---, ---, --- N.m</p>
Fuerza-6		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -1907.3 N Momentos: ---, ---, --- N.m</p>

Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

No hay datos



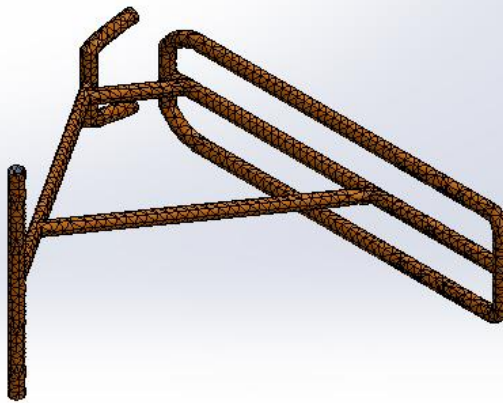
Información de malla

Tipo de malla	Malla con elementos SHELL de superficies
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Verificación jacobiana para el vaciado	Activar
Tamaño de elementos	19.0607 mm
Tolerancia	0.953036 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	8200
Número total de elementos	4084
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:02
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo:IMPACTO
Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de malla: Malla con elementos SHELL de superficies



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0.00126076	0.000236511	7727.16	7727.16

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	5.2824	-3.24546	-0.227631	6.20391

Vigas

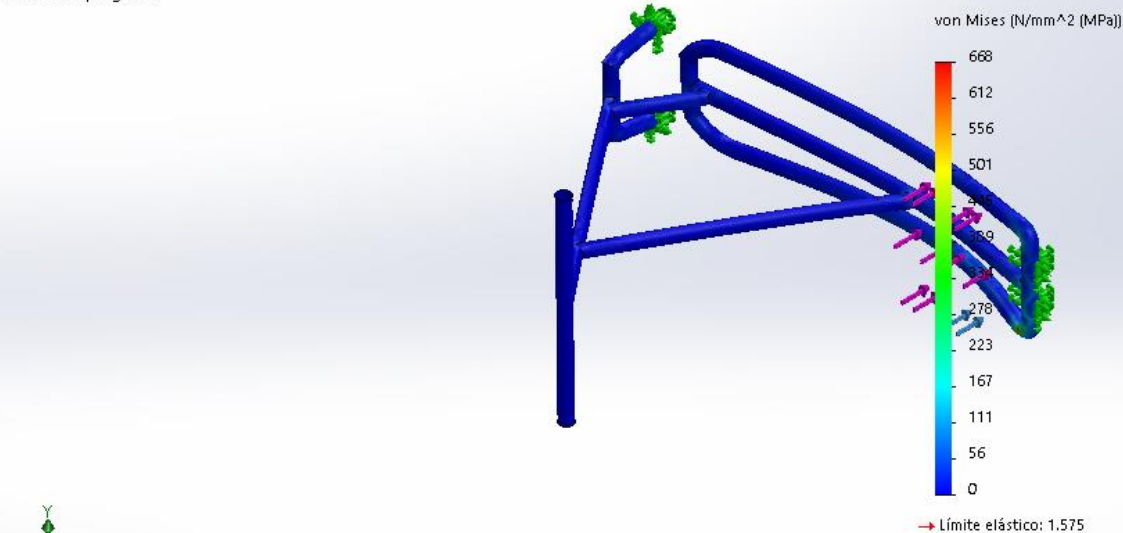
No hay datos



Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0 N/mm ² (MPa) Nodo: 1710	668 N/mm ² (MPa) Nodo: 38

Nombre del modelo: IMPACTO
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal (Superior) Tensiones1
 Escala de deformación: 22.0056
 Número de pliegue: 1



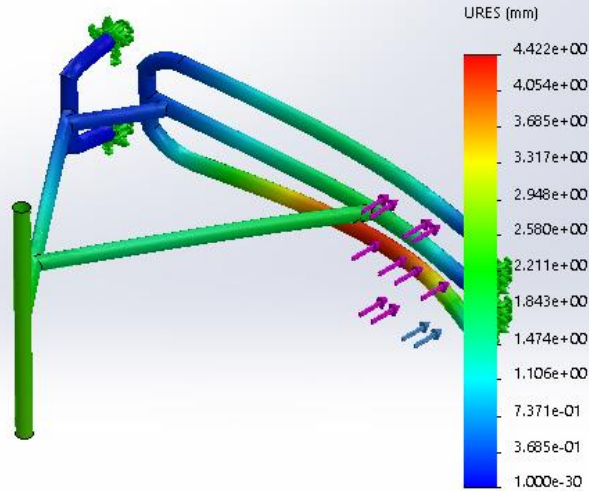
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

IMPACTO-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 51	4.422e+00 mm Nodo: 4338



Nombre del modelo:IMPACTO
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 22.0056

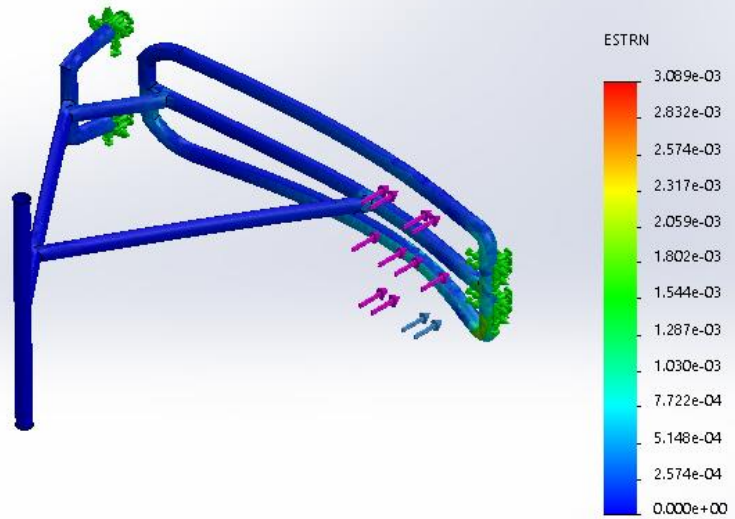


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

IMPACTO-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0.000e+00 Elemento: 2636	3.089e-03 Elemento: 37

Nombre del modelo:IMPACTO
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática (Superior) Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 22.0056
 Número de pliegue: 1



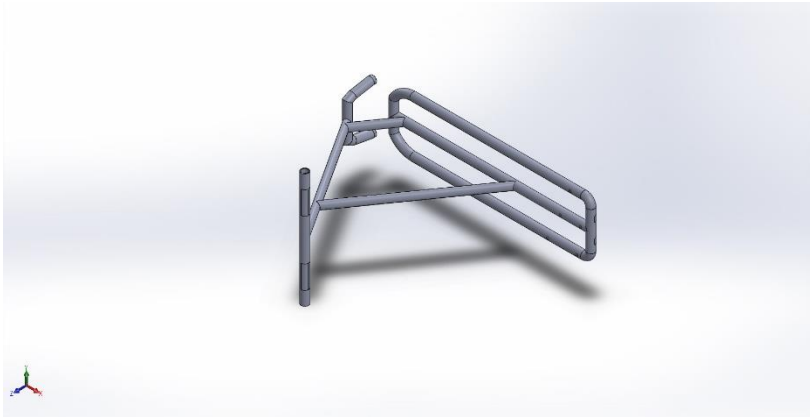
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

IMPACTO-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1



Conclusión





Simulación de MAL USO Material C.

Fecha: lunes, 6 de julio de 2020

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Análisis estático 2

Tipo de análisis: Análisis estático

Descripción

No hay datos

Tabla de contenidos

Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	3
Propiedades de estudio	5
Unidades	6
Propiedades de material	6
Cargas y sujeciones	7
Definiciones de conector.....	8
Información de contacto	8
Información de malla	9
Detalles del sensor	10
Fuerzas resultantes	10
Vigas.....	10
Resultados del estudio	11
Conclusión.....	13
Apéndice.....	¡Error! Marcador no definido.

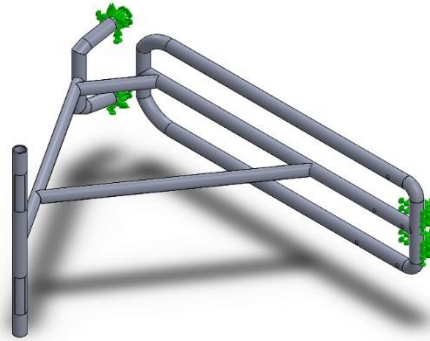


Suposiciones



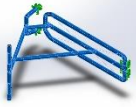
Información de modelo





Nombre del modelo: MAL USO MCOMPUESTOS
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos compuestos

Nombre de documento y referencia	Propiedades							
<p>Shell-1</p> 	Número total de pliegues: 16 Simétrico: Sí							
	Pliegue	Espesor (mm)	Ángulo (deg)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	Densidad (kg/m ³)	Masa (kg)	Peso (N)
	1	0,2	0	0,502498	0,0001005	1.544	0,155171	1,52068
	2	0,2	45	0,502498	0,0001005	1.544	0,155171	1,52068
	3	0,2	-45	0,502498	0,0001005	1.544	0,155171	1,52068
	4	0,2	90	0,502498	0,0001005	1.544	0,155171	1,52068
	5	0,2	0	0,502498	0,0001005	1.544	0,155171	1,52068
	6	0,2	45	0,502498	0,0001005	1.544	0,155171	1,52068
	7	0,2	-45	0,502498	0,0001005	1.544	0,155171	1,52068
	8	0,2	90	0,502498	0,0001005	1.544	0,155171	1,52068
	9	0,2	90	0,502498	0,0001005	1.544	0,155171	1,52068
	10	0,2	-45	0,502498	0,0001005	1.544	0,155171	1,52068
	11	0,2	45	0,502498	0,0001005	1.544	0,155171	1,52068
	12	0,2	0	0,502498	0,0001005	1.544	0,155171	1,52068
13	0,2	90	0,502498	0,0001005	1.544	0,155171	1,52068	



	14	0,2	-45	0,50249 8	0,00010 05	1.544	0,155 171	1,5206 8
	15	0,2	45	0,50249 8	0,00010 05	1.544	0,155 171	1,5206 8
	16	0,2	0	0,50249 8	0,00010 05	1.544	0,155 171	1,5206 8
Nombre de documento: C:\Users\manue\Downloads\MAL USO MCOMPUESTOS.SLDPRT Fecha de modificación: Jul 6 21:25:28 2020								

Propiedades de estudio


Nombre de estudio	Análisis estático 2
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla con elementos SHELL de superficies
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\manue\Downloads)



Unidades

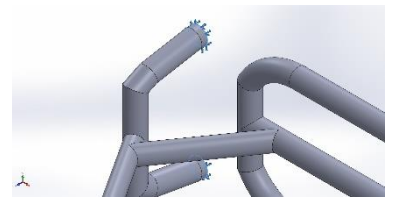
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Fibra de carbono</p> <p>Tipo de modelo: Ortotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 1,575e+09 N/m²</p> <p>Límite de tracción en x: 1,75e+09 N/m²</p> <p>Límite de tracción en y: 4,79e+07 N/m²</p> <p>Límite de tracción en z: 1,05e+09 N/m²</p> <p>Límite de compresión en x: 8,97e+07 N/m²</p> <p>Límite de compresión en y: 2,66498e+11 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en x: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en y: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en z: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson en xy: 0,245</p> <p>Coefficiente de Poisson en yz: 0,1915</p> <p>Coefficiente de Poisson en xz: 0,245</p> <p>Densidad: 1.544 kg/m³</p> <p>Módulo cortante en xy: 7,29731e+09 N/m²</p> <p>Módulo cortante en yz: 6,97639e+09 N/m²</p> <p>Módulo cortante en xz: 7,29731e+09 N/m²</p> <p>Límite cortante: 4,76e+07 N/m²</p>	<p>Sólido 1(Línea de partición6)(MAL USO MCOMPUESTOS), Shell-1(Sólido 1(Línea de partición6))(MAL USO)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		

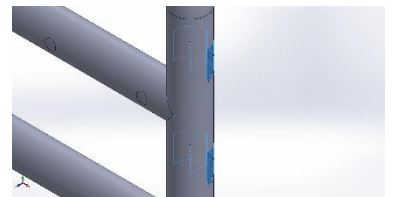


Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: 2 arista(s) Tipo: Geometría fija

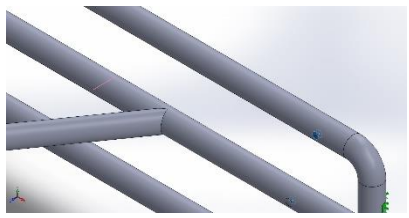
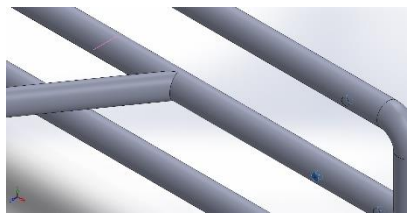
Fuerzas resultantes

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-45,9956	2,30233	37,6977	59,5148
Momento de reacción(N.m)	-0,0266877	0,583186	0,00319042	0,583805

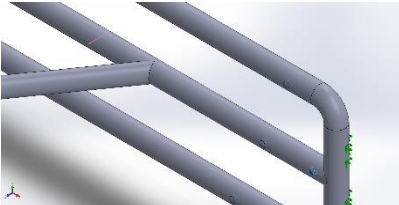
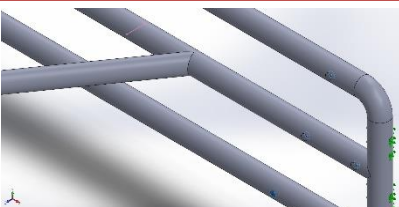
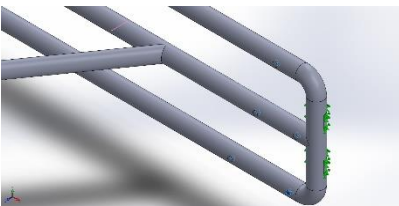
Fijo-3		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija
--------	---	--

Fuerzas resultantes

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	45,9955	-2,30224	663,717	665,313
Momento de reacción(N.m)	0,709938	-1,40324	-0,00181552	1,57261

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -73,575 N Momentos: ---; ---; --- N.m
Fuerza-2		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -.122,625 N Momentos: ---; ---; --- N.m



Fuerza-3		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -.122,625 N Momentos: ---; ---; --- N.m
Fuerza-4		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -.191,295 N Momentos: ---; ---; --- N.m
Fuerza-5		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -.191,295 N Momentos: ---; ---; --- N.m

Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

No hay datos

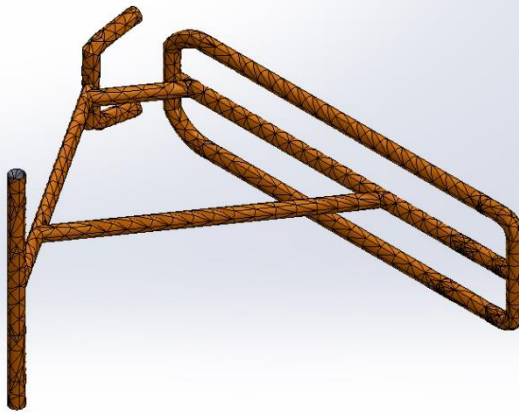
Información de malla

Tipo de malla	Malla con elementos SHELL de superficies
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Verificación jacobiana para el vaciado	Desactivar
Tamaño de elementos	38,1215 mm
Tolerancia	1,90608 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	5064
Número total de elementos	2513
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo: MAL USO MCOMPUESTOS
Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado-)
Tipo de malla: Malla con elementos SHELL de superficies



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	3,20673e-05	8,36849e-05	701,415	701,415

Momentos de reacción

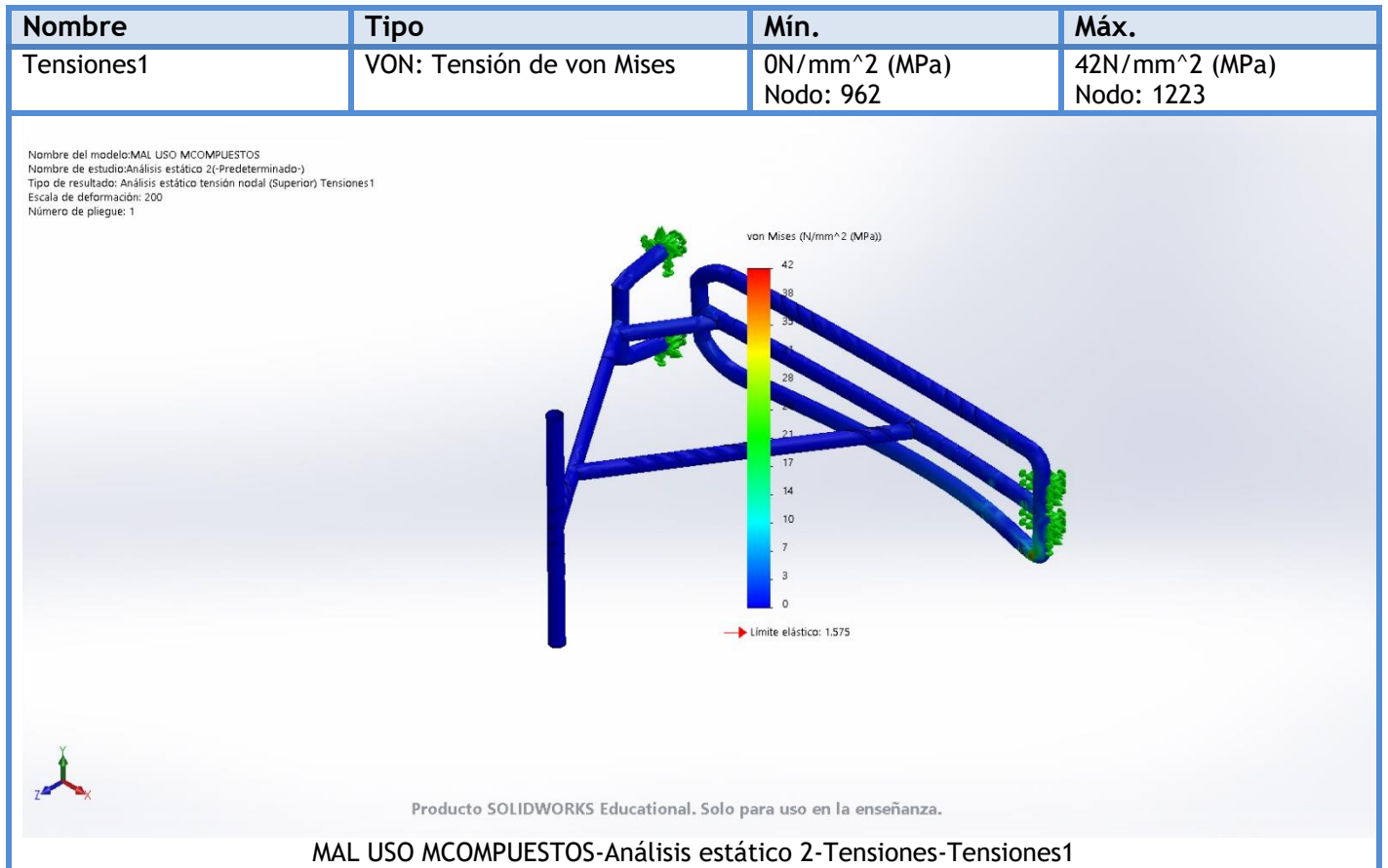
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0,68325	-0,82005	0,00137492	1,06739

Vigas

No hay datos



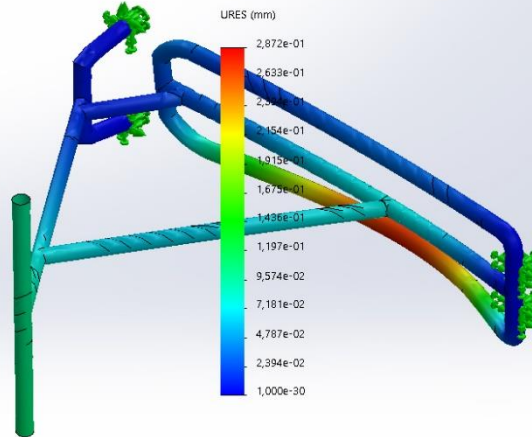
Resultados del estudio



Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00 mm Nodo: 42	2,872e-01 mm Nodo: 2594



Nombre del modelo: MAL USO MCOMPUESTOS
 Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 338,751

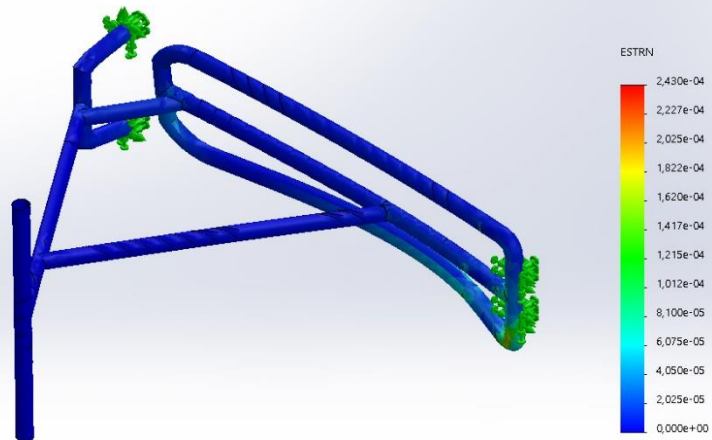


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

MAL USO MCOMPUESTOS-Análisis estático 2-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0,000e+00 Elemento: 1633	2,430e-04 Elemento: 2300

Nombre del modelo: MAL USO MCOMPUESTOS
 Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática (Superior) Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 338,751
 Número de pliegue: 1



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

MAL USO MCOMPUESTOS-Análisis estático 2-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1



Conclusión





Simulación de PASEO Material C.

Fecha: lunes, 6 de julio de 2020

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Análisis estático 2

Tipo de análisis: Análisis estático

Descripción

No hay datos

Tabla de contenidos

Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	3
Propiedades de estudio	5
Unidades	6
Propiedades de material	6
Cargas y sujeciones	7
Definiciones de conector.....	9
Información de contacto	9
Información de malla	10
Detalles del sensor	11
Fuerzas resultantes	11
Vigas.....	11
Resultados del estudio	12
Conclusión.....	14
Apéndice.....	¡Error! Marcador no definido.

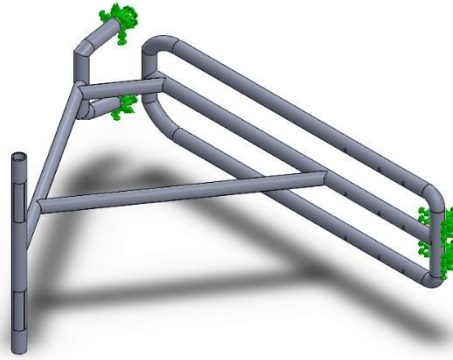


Suposiciones



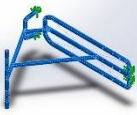
Información de modelo





Nombre del modelo: PASEO MCOMPUESTO
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos compuestos

Nombre de documento y referencia	Propiedades							
<p>Shell-1</p> 	<p>Número total de pliegues: 16 Simétrico: Sí</p>							
	Pliegue	Espesor (mm)	Ángulo (deg)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	Densidad (kg/m ³)	Masa (kg)	Peso (N)
	1	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	2	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	3	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	4	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	5	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	6	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	7	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	8	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	9	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	10	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	11	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
12	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067	



13	0,2	90	0,50249 4	0,00010 0499	1.544	0,155 17	1,5206 7
14	0,2	-45	0,50249 4	0,00010 0499	1.544	0,155 17	1,5206 7
15	0,2	45	0,50249 4	0,00010 0499	1.544	0,155 17	1,5206 7
16	0,2	0	0,50249 4	0,00010 0499	1.544	0,155 17	1,5206 7

Nombre de documento: C:\Users\manue\Downloads\PASEO MCOMPUESTO.SLDPRT
Fecha de modificación: Jul 6 21:25:26 2020

Propiedades de estudio


Nombre de estudio	Análisis estático 2
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla con elementos SHELL de superficies
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\manue\Downloads)



Unidades

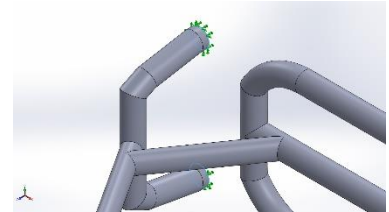
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Fibra de carbono</p> <p>Tipo de modelo: Ortotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 1,575e+09 N/m²</p> <p>Límite de tracción en x: 1,75e+09 N/m²</p> <p>Límite de tracción en y: 4,79e+07 N/m²</p> <p>Límite de tracción en z: 1,05e+09 N/m²</p> <p>Límite de compresión en x: 8,97e+07 N/m²</p> <p>Límite de compresión en y: 2,66498e+11 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en x: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en y: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en z: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson en xy: 0,245</p> <p>Coefficiente de Poisson en yz: 0,1915</p> <p>Coefficiente de Poisson en xz: 0,245</p> <p>Densidad: 1.544 kg/m³</p> <p>Módulo cortante en xy: 7,29731e+09 N/m²</p> <p>Módulo cortante en yz: 6,97639e+09 N/m²</p> <p>Módulo cortante en xz: 7,29731e+09 N/m²</p> <p>Límite cortante: 4,76e+07 N/m²</p>	<p>Sólido 1(Línea de partición6)(PASEO MCOMPUESTO), Shell-1(Sólido 1(Línea de partición6))(PASEO)</p>
Datos de curva:N/A		

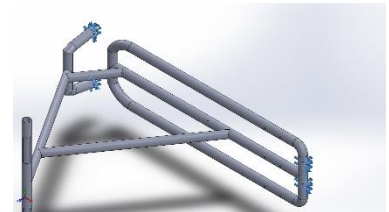


Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		<p>Entidades: 2 arista(s) Tipo: Geometría fija</p>

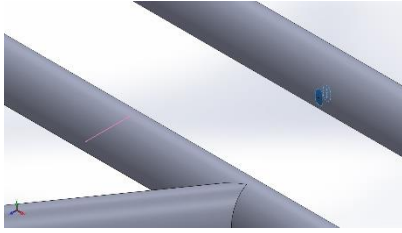
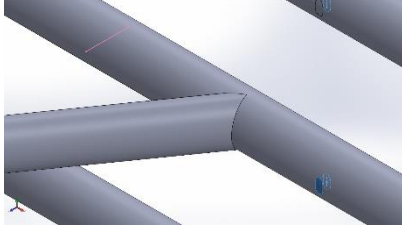
Fuerzas resultantes

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-69,2211	-2,32455	48,633	84,6294
Momento de reacción(N.m)	0,0437284	0,890499	0,000965131	0,891572

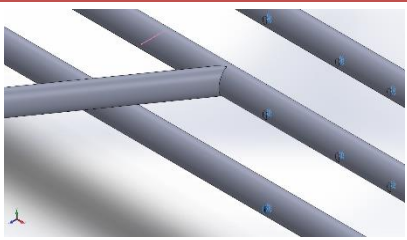
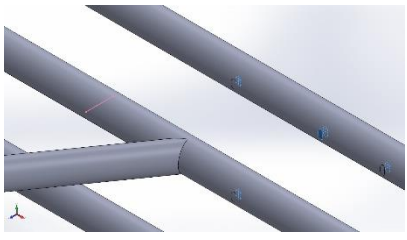
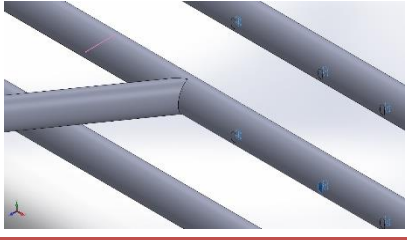
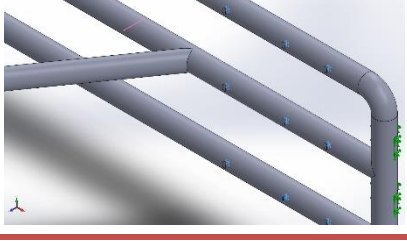
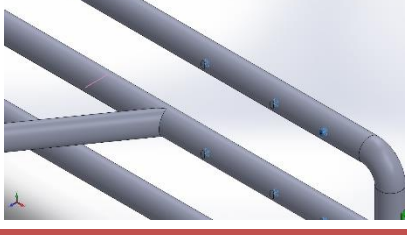
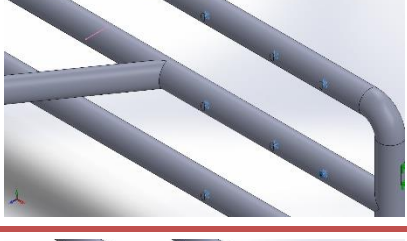
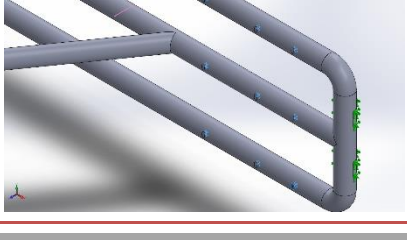
Fijo-3		<p>Entidades: 2 arista(s), 4 cara(s) Tipo: Geometría fija</p>
--------	---	--

Fuerzas resultantes

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	9,29832e-06	-2,38419e-07	516,66	516,66
Momento de reacción(N.m)	-0,607601	-0,177578	-0,253313	0,681821

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -49,05 N Momentos: ---; ---; --- N.m</p>
Fuerza-2		<p>Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -49,05 N Momentos: ---; ---; --- N.m</p>



Fuerza-3		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -49,05 N Momentos: ---; ---; --- N.m
Fuerza-4		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -81,75 N Momentos: ---; ---; --- N.m
Fuerza-5		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -81,75 N Momentos: ---; ---; --- N.m
Fuerza-6		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -81,75 N Momentos: ---; ---; --- N.m
Fuerza-7		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -.127,53 N Momentos: ---; ---; --- N.m
Fuerza-8		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -.127,53 N Momentos: ---; ---; --- N.m
Fuerza-9		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -.127,53 N Momentos: ---; ---; --- N.m

Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

No hay datos



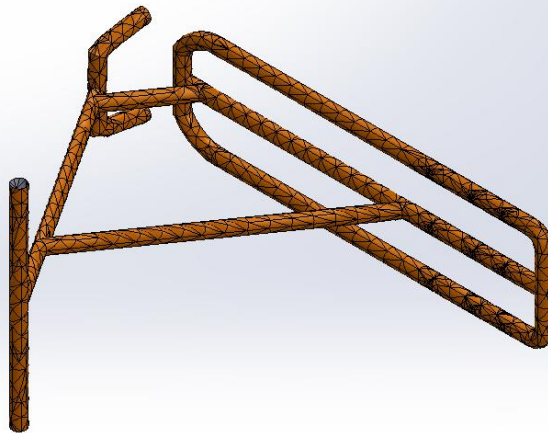
Información de malla

Tipo de malla	Malla con elementos SHELL de superficies
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Verificación jacobiana para el vaciado	Desactivar
Tamaño de elementos	38,1215 mm
Tolerancia	1,90607 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	6276
Número total de elementos	3122
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo: PASEO MCOMPUESTO
Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado-)
Tipo de malla: Malla con elementos SHELL de superficies



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	9,29832e-06	-2,38419e-07	516,66	516,66

Momentos de reacción

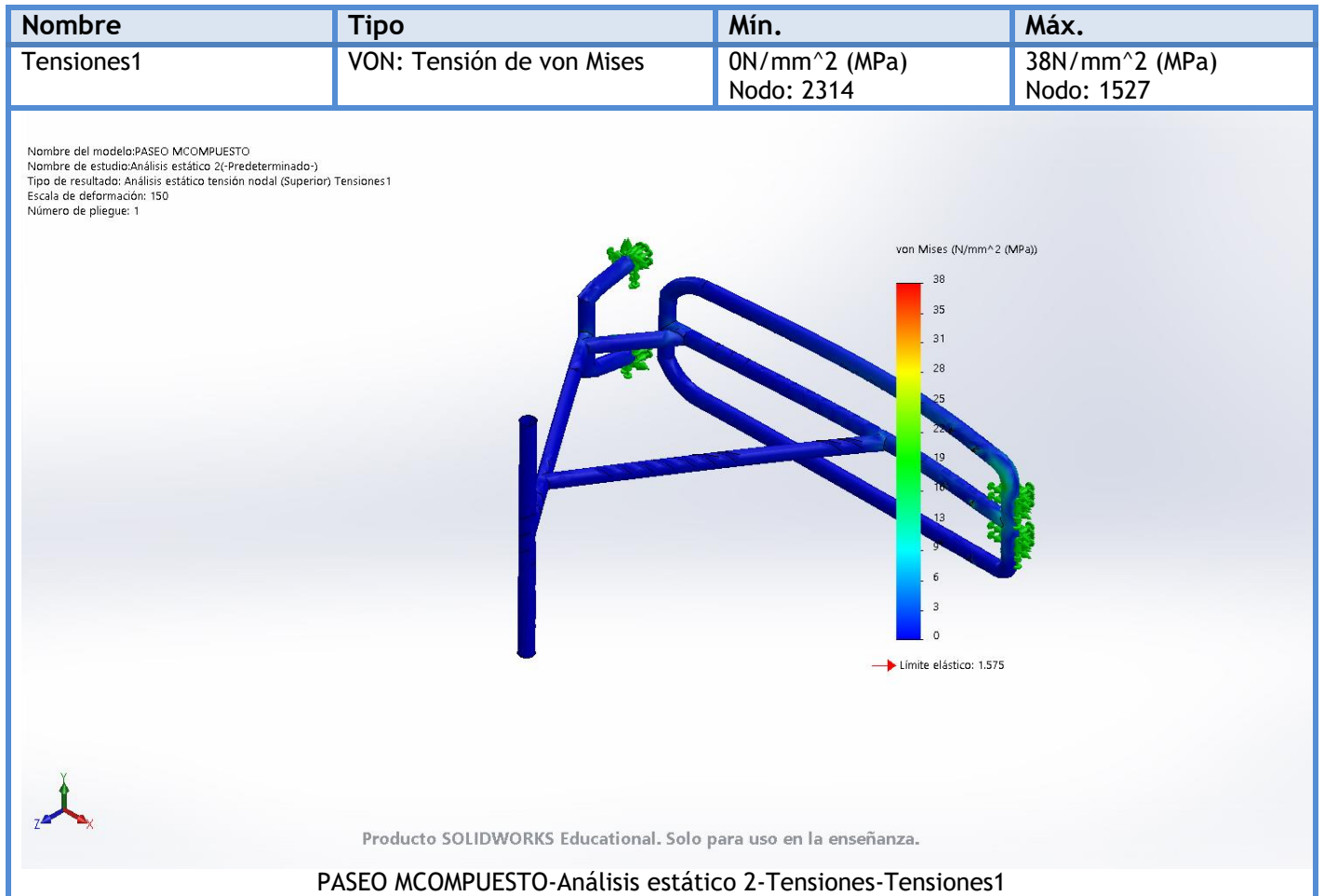
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	-0,607601	-0,177578	-0,253313	0,681821

Vigas

No hay datos



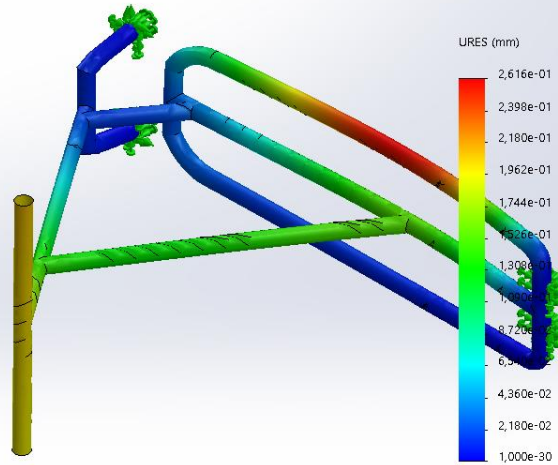
Resultados del estudio



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00 mm Nodo: 42	2,616e-01 mm Nodo: 4725



Nombre del modelo: PASEO MCOMPUESTO
 Nombre de estudio: Análisis estático 2-(Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 150

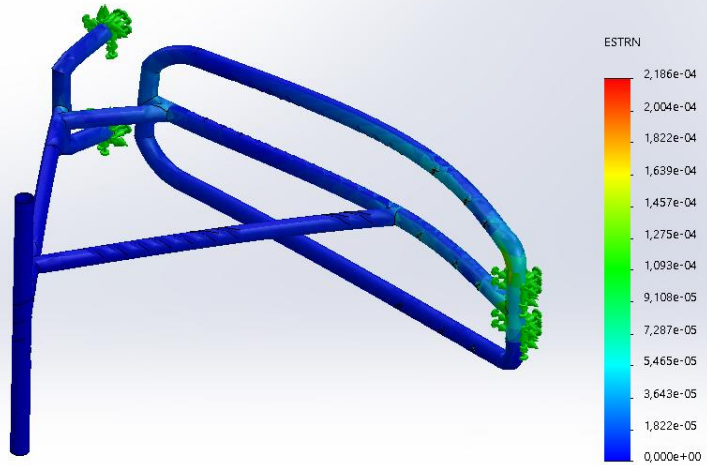


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

PASEO MCOMPUESTO-Análisis estático 2-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0,000e+00 Elemento: 2067	2,186e-04 Elemento: 7

Nombre del modelo: PASEO MCOMPUESTO
Nombre de estudio: Análisis estático 2-(Predeterminado-)
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática (Superior) Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 372,175
Número de pliegue: 1



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

PASEO MCOMPUESTO-Análisis estático 2-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Conclusión





Descripción

No hay datos

Simulación de EMPUJE Material C.

Fecha: lunes, 6 de julio de 2020

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Análisis estático 1

Tipo de análisis: Análisis estático

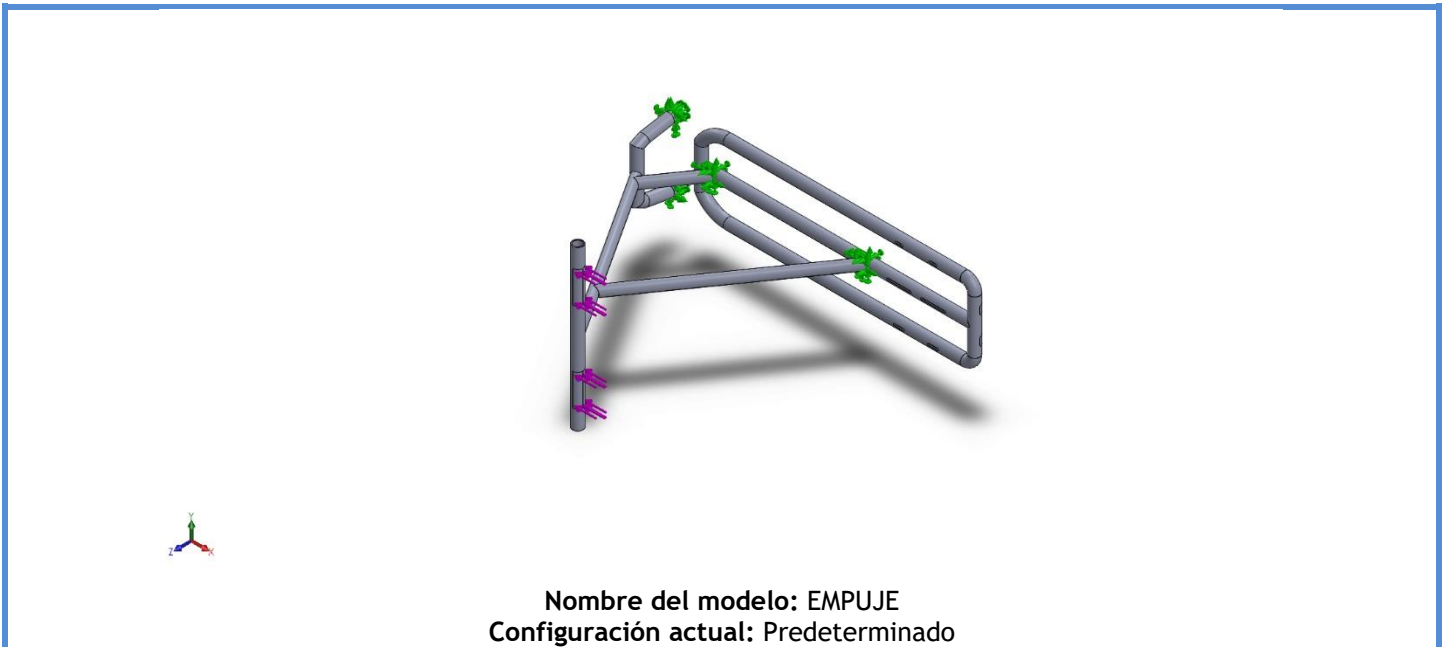
Tabla de contenidos

Descripción	1
Suposiciones	2
Información de modelo	2
Propiedades de estudio	4
Unidades	4
Propiedades de material	5
Cargas y sujeciones.....	6
Definiciones de conector	6
Información de contacto	7
Información de malla	8
Detalles del sensor	9
Fuerzas resultantes.....	9
Vigas	9
Resultados del estudio.....	10
Conclusión	12
Apéndice	¡Error! Marcador no definido.



Suposiciones

Información de modelo

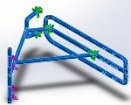


Sólidos compuestos

Nombre de documento y referencia	Propiedades
----------------------------------	-------------

Número total de pliegues: 16
 Simétrico: Sí

Shell-1



Pliegue	Espesor(mm)	Ángulo(deg)	Área(m ²)	Volumen(m ³)	Densidad(kg/m ³)	Masa(kg)	Peso(N)
1	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,1557	1,52067
2	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,1557	1,52067
3	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,1557	1,52067
4	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,1557	1,52067
5	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,1557	1,52067
6	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,1557	1,52067
7	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,1557	1,52067
8	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,1557	1,52067
9	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,1557	1,52067
10	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,1557	1,52067
11	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,1557	1,52067
12	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,1557	1,52067
13	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,1557	1,52067
14	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,1557	1,52067
15	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,1557	1,52067
16	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,1557	1,52067

Nombre de documento: C:\Users\manue\Downloads\EMPUJE.SLDPR
 Fecha de modificación: Jul 6 21:14:03 2020

Propiedades de estudio

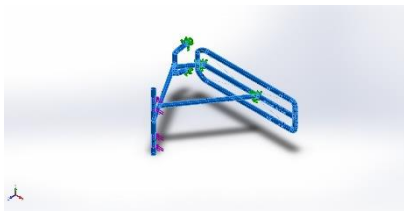
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla con elementos SHELL de superficies
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\manue\Downloads)

Unidades

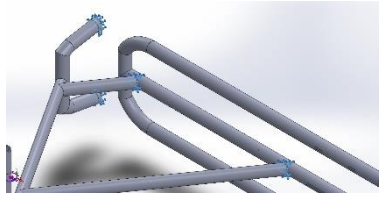
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

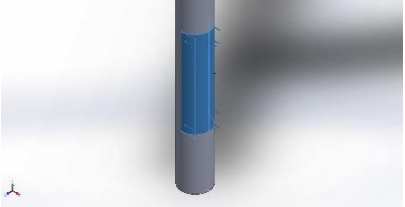
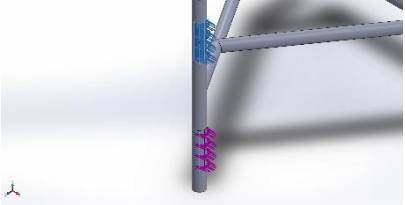


Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Fibra de carbono</p> <p>Tipo de modelo: Ortotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 1,575e+09 N/m²</p> <p>Límite de tracción en x: 1,75e+09 N/m²</p> <p>Límite de tracción en y: 4,79e+07 N/m²</p> <p>Límite de compresión en x: 1,05e+09 N/m²</p> <p>Límite de compresión en y: 8,97e+07 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en x: 2,66498e+11 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en y: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en z: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson en xy: 0,245</p> <p>Coefficiente de Poisson en yz: 0,1915</p> <p>Coefficiente de Poisson en xz: 0,245</p> <p>Densidad: 1.544 kg/m³</p> <p>Módulo cortante en xy: 7,29731e+09 N/m²</p> <p>Módulo cortante en yz: 6,97639e+09 N/m²</p> <p>Módulo cortante en xz: 7,29731e+09 N/m²</p> <p>Límite cortante: 4,76e+07 N/m²</p>	<p>Sólido 1(Línea de partición6)(EMPUJE), Shell-1(Sólido 1(Línea de partición6))(VALIDAOK)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-3		Entidades: 6 arista(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	775	2,67029e-05	-4,57764e-05	775
Momento de reacción(N.m)	-0,0504059	-1,40475	-0,0150888	1,40573

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-9		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -.193,75 N Momentos: ---; ---; --- N.m		
Fuerza-10		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -.193,75 N Momentos: ---; ---; --- N.m		

Definiciones de conector

No hay datos



Información de contacto

No hay datos



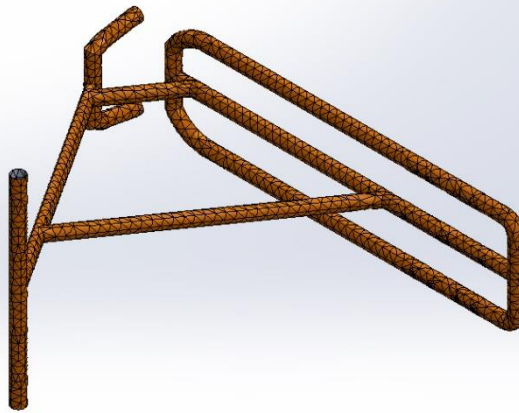
Información de malla

Tipo de malla	Malla con elementos SHELL de superficies
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Verificación jacobiana para el vaciado	Activar
Tamaño de elementos	19,0607 mm
Tolerancia	0,953036 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	8200
Número total de elementos	4084
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo: EMPUJE
Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Predeterminado-)
Tipo de malla: Malla con elementos SHELL de superficies



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	775	2,67029e-05	-4,57764e-05	775

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	-0,0504059	-1,40475	-0,0150888	1,40573

Vigas

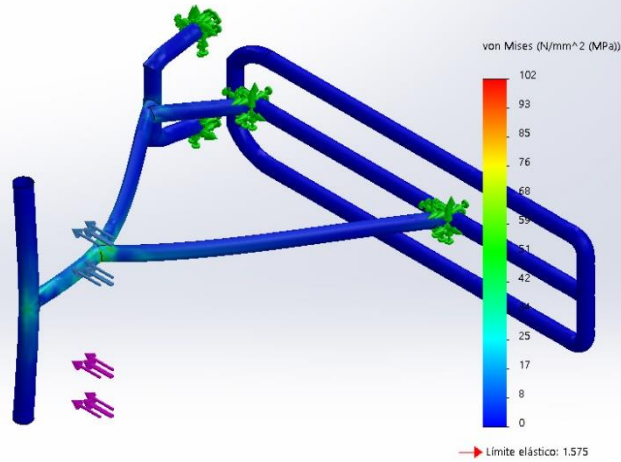
No hay datos



Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0N/mm ² (MPa) Nodo: 3678	102N/mm ² (MPa) Nodo: 242

Nombre del modelo: EMPUJE
 Nombre de estudio: Análisis estático 1 (Predeterminado)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal (Superior) Tensiones1
 Escala de deformación: 50,4107
 Número de pliegue: 1

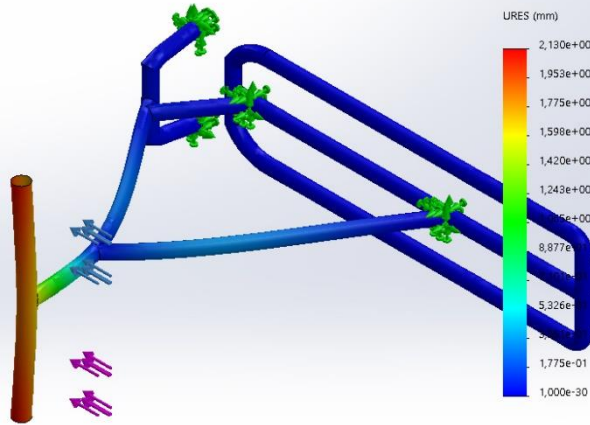


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

EMPUJE-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00 mm Nodo: 51	2,130e+00 mm Nodo: 1588

Nombre del modelo:EMPUJE
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 50,4107

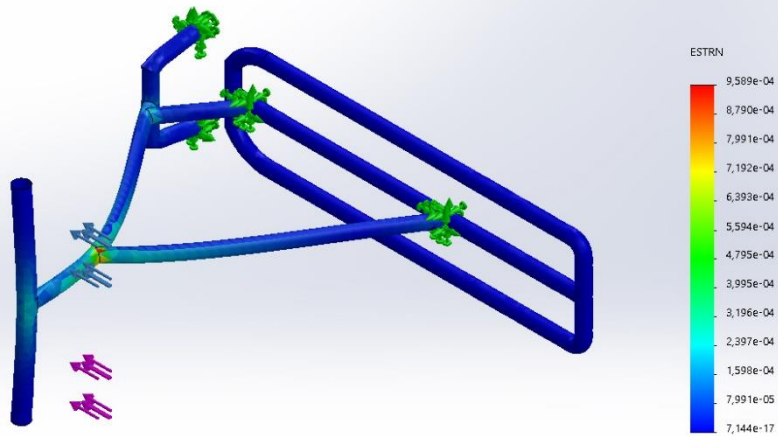


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

EMPUJE-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	7,144e-17 Elemento: 3037	9,589e-04 Elemento: 3844

Nombre del modelo:EMPUJE
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática (Superior) Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 50,4107
 Número de pliegue: 1

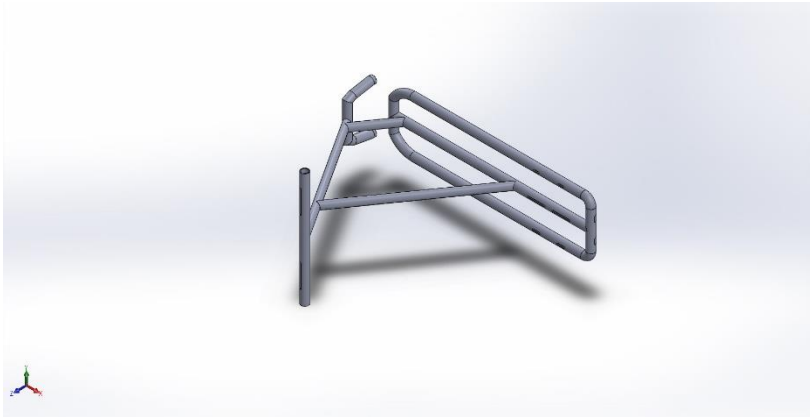


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

EMPUJE-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Conclusión





Descripción

No hay datos

Simulación de EMPUJE DE RETROCESO Material C.

Fecha: lunes, 6 de julio de 2020
Diseñador: Solidworks
Nombre de estudio: Análisis estático 1
Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

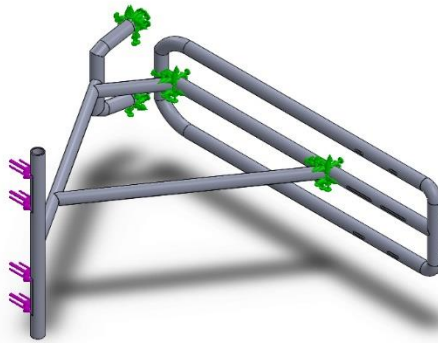
- Descripción..... 1
- Suposiciones..... 2
- Información de modelo..... 3
- Propiedades de estudio 5
- Unidades..... 6
- Propiedades de material 6
- Cargas y sujeciones 7
- Definiciones de conector..... 7
- Información de contacto 8
- Información de malla 9
- Detalles del sensor 10
- Fuerzas resultantes 10
- Vigas..... 10
- Resultados del estudio 11
- Conclusión..... 13
- Apéndice..... ¡Error! Marcador no definido.

Suposiciones




Información de modelo





Nombre del modelo: RETROCESO
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos compuestos

Nombre de documento y referencia	Propiedades							
<p>Shell-1</p> 	Número total de pliegues: 16 Simétrico: Sí							
	Pliegue	Espesor (mm)	Ángulo (deg)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	Densidad (kg/m ³)	Masa (kg)	Peso (N)
	1	0,2	0	0,502494	0,000100499	1.544	0,15517	1,52067
	2	0,2	45	0,502494	0,000100499	1.544	0,15517	1,52067
	3	0,2	-45	0,502494	0,000100499	1.544	0,15517	1,52067
	4	0,2	90	0,502494	0,000100499	1.544	0,15517	1,52067
	5	0,2	0	0,502494	0,000100499	1.544	0,15517	1,52067
	6	0,2	45	0,502494	0,000100499	1.544	0,15517	1,52067
	7	0,2	-45	0,502494	0,000100499	1.544	0,15517	1,52067
	8	0,2	90	0,502494	0,000100499	1.544	0,15517	1,52067
	9	0,2	90	0,502494	0,000100499	1.544	0,15517	1,52067
	10	0,2	-45	0,502494	0,000100499	1.544	0,15517	1,52067
	11	0,2	45	0,502494	0,000100499	1.544	0,15517	1,52067
	12	0,2	0	0,502494	0,000100499	1.544	0,15517	1,52067
13	0,2	90	0,502494	0,000100499	1.544	0,15517	1,52067	



	14	0,2	-45	0,50249 4	0,00010 0499	1.544	0,155 17	1,5206 7
	15	0,2	45	0,50249 4	0,00010 0499	1.544	0,155 17	1,5206 7
	16	0,2	0	0,50249 4	0,00010 0499	1.544	0,155 17	1,5206 7
Nombre de documento: C:\Users\manue\Downloads\RETROCESO.SLDPRT Fecha de modificación: Jul 6 21:14:03 2020								

Propiedades de estudio

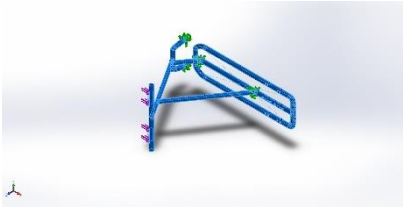
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla con elementos SHELL de superficies
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\manue\Downloads)



Unidades

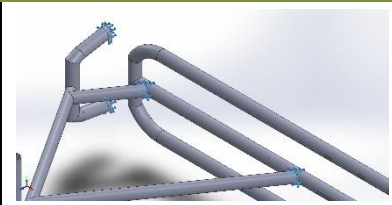
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

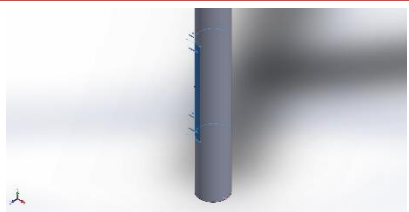
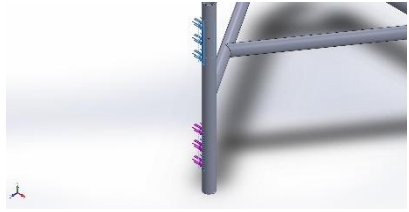
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Fibra de carbono</p> <p>Tipo de modelo: Ortotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 1,575e+09 N/m²</p> <p>Límite de tracción en x: 1,75e+09 N/m²</p> <p>Límite de tracción en y: 4,79e+07 N/m²</p> <p>Límite de tracción en z: 1,05e+09 N/m²</p> <p>Límite de compresión en x: 8,97e+07 N/m²</p> <p>Límite de compresión en y: 2,66498e+11 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en x: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en y: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en z: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson en xy: 0,245</p> <p>Coefficiente de Poisson en yz: 0,1915</p> <p>Coefficiente de Poisson en xz: 0,245</p> <p>Densidad: 1.544 kg/m³</p> <p>Módulo cortante en xy: 7,29731e+09 N/m²</p> <p>Módulo cortante en yz: 6,97639e+09 N/m²</p> <p>Módulo cortante en xz: 7,29731e+09 N/m²</p> <p>Límite cortante: 4,76e+07 N/m²</p>	<p>Sólido 1(Línea de partición6)(RETROCESO), Shell-1(Sólido 1(Línea de partición6))(TORSIONN)</p>
Datos de curva:N/A		



Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: 6 arista(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	-775	-4,19617e-05	-5,34058e-05	775	
Momento de reacción(N.m)	0,0537403	0,84277	-0,0618655	0,846745	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga			
Fuerza-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; 193,75 N Momentos: ---; ---; --- N.m			
Fuerza-2		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; 193,75 N Momentos: ---; ---; --- N.m			

Definiciones de conector

No hay datos



Información de contacto

No hay datos



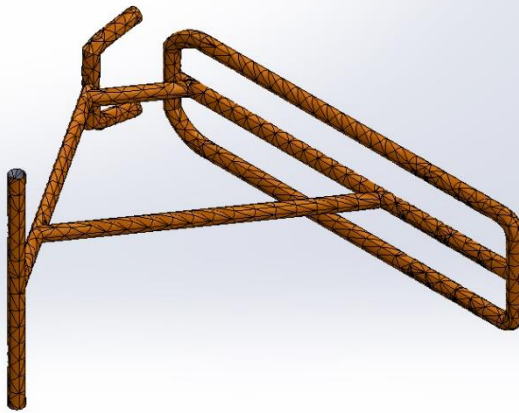
Información de malla

Tipo de malla	Malla con elementos SHELL de superficies
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Verificación jacobiana para el vaciado	Desactivar
Tamaño de elementos	38,1215 mm
Tolerancia	1,90607 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	5288
Número total de elementos	2628
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo:RETROCESO
Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de malla: Malla con elementos SHELL de superficies



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-775	-4,19617e-05	-5,34058e-05	775

Momentos de reacción

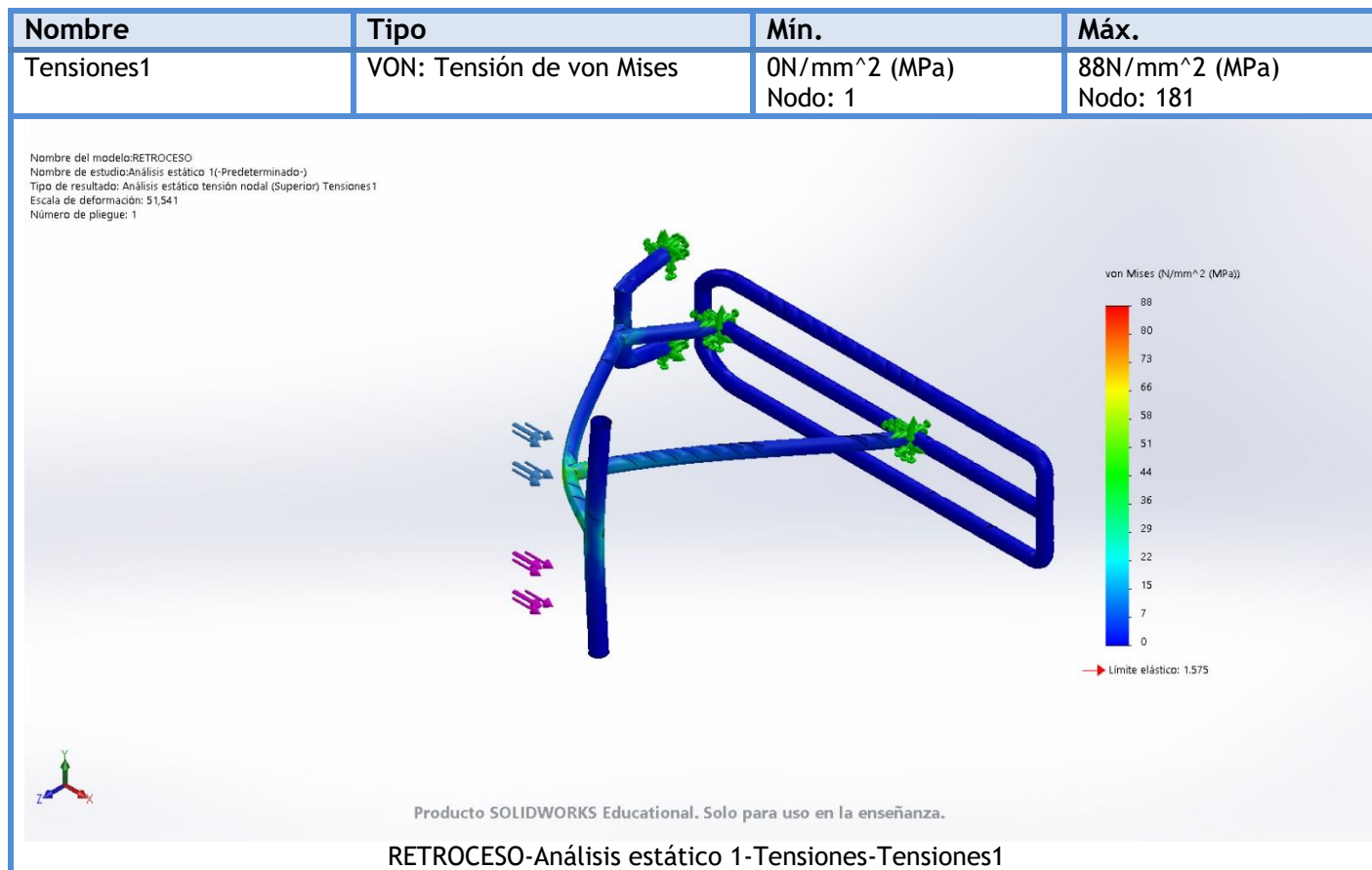
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0,0537403	0,84277	-0,0618655	0,846745

Vigas

No hay datos



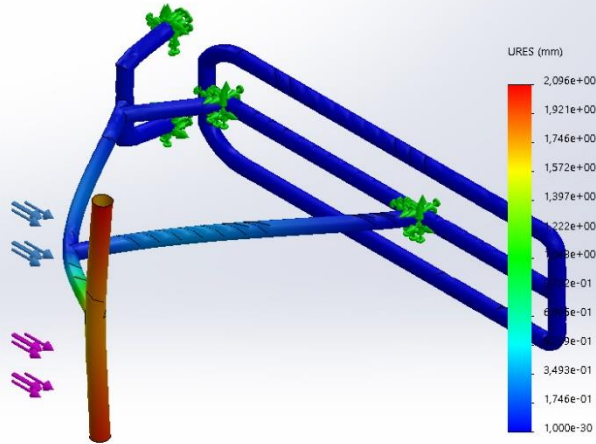
Resultados del estudio



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00 mm Nodo: 1	2,096e+00 mm Nodo: 1021



Nombre del modelo:RETROCESO
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 51,541

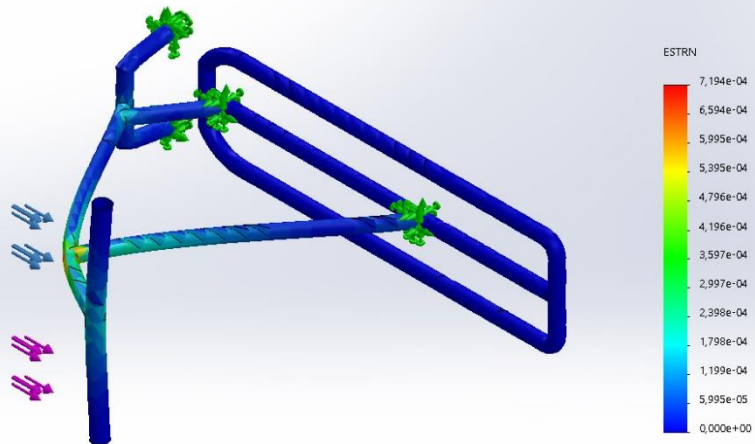


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

RETROCESO-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0,000e+00 Elemento: 1	7,194e-04 Elemento: 1405

Nombre del modelo:RETROCESO
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática (Superior) Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 51,541
 Número de pliegue: 1



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

RETROCESO-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1



Conclusión





Simulación de TORSION PUNTERA Material C.

Fecha: lunes, 6 de julio de 2020

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Análisis estático 1

Tipo de análisis: Análisis estático

Descripción

No hay datos

Tabla de contenidos

Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	3
Propiedades de estudio	5
Unidades.....	6
Propiedades de material	6
Cargas y sujeciones	7
Definiciones de conector.....	8
Información de contacto.....	8
Información de malla.....	9
Detalles del sensor.....	10
Fuerzas resultantes	10
Vigas.....	10
Resultados del estudio	11
Conclusión.....	13
Apéndice.....	¡Error! Marcador no definido.

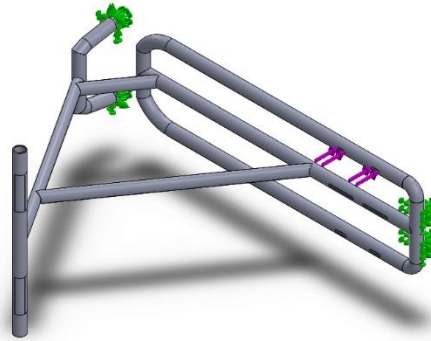


Suposiciones



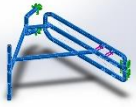
Información de modelo





Nombre del modelo: TORSIONPUNTERA
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos compuestos

Nombre de documento y referencia	Propiedades							
<p>Shell-1</p> 	Número total de pliegues: 16 Simétrico: Sí							
	Pliegue	Espesor (mm)	Ángulo (deg)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	Densidad (kg/m ³)	Masa (kg)	Peso (N)
	1	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	2	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	3	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	4	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	5	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	6	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	7	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	8	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	9	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	10	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	11	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	12	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
13	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067	



	14	0,2	-45	0,50249 4	0,00010 0499	1.544	0,155 17	1,5206 7
	15	0,2	45	0,50249 4	0,00010 0499	1.544	0,155 17	1,5206 7
	16	0,2	0	0,50249 4	0,00010 0499	1.544	0,155 17	1,5206 7
Nombre de documento: C:\Users\manue\Downloads\TORSIONPUNTERA.SLDPRT Fecha de modificación: Jul 6 21:13:54 2020								

Propiedades de estudio


Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla con elementos SHELL de superficies
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\manue\Downloads)



Unidades

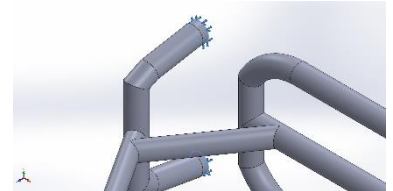
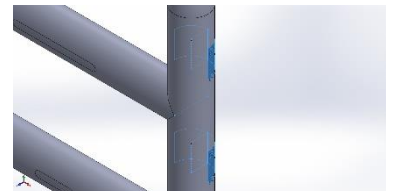
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

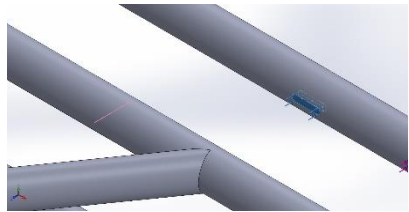
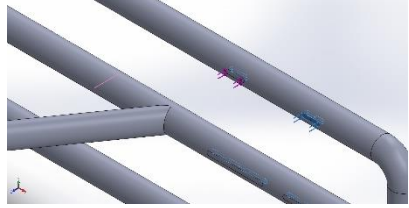
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Fibra de carbono</p> <p>Tipo de modelo: Ortotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 1,575e+09 N/m²</p> <p>Límite de tracción en x: 1,75e+09 N/m²</p> <p>Límite de tracción en y: 4,79e+07 N/m²</p> <p>Límite de compresión en x: 1,05e+09 N/m²</p> <p>Límite de compresión en y: 8,97e+07 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en x: 2,66498e+11 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en y: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en z: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Coficiente de Poisson en xy: 0,245</p> <p>Coficiente de Poisson en yz: 0,1915</p> <p>Coficiente de Poisson en xz: 0,245</p> <p>Densidad: 1.544 kg/m³</p> <p>Módulo cortante en xy: 7,29731e+09 N/m²</p> <p>Módulo cortante en yz: 6,97639e+09 N/m²</p> <p>Módulo cortante en xz: 7,29731e+09 N/m²</p> <p>Límite cortante: 4,76e+07 N/m²</p>	<p>Sólido 1(Línea de partición6)(TORSIONPUNTER A), Shell-1(Sólido 1(Línea de partición6))(VALIDAOK)</p>
Datos de curva:N/A		



Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: 2 arista(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	-83,3773	-8,32244	87,0056	120,793	
Momento de reacción(N.m)	0,119539	1,02607	-0,00422367	1,03302	
Fijo-3		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	83,3772	8,3225	687,994	693,078	
Momento de reacción(N.m)	-1,93536	-2,23782	-0,199095	2,96532	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga	
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -.387,5 N Momentos: ---; ---; --- N.m	
Fuerza-2		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -.387,5 N Momentos: ---; ---; --- N.m	



Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

No hay datos



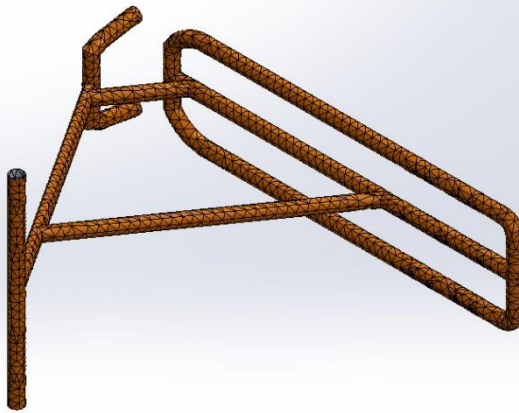
Información de malla

Tipo de malla	Malla con elementos SHELL de superficies
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Verificación jacobiana para el vaciado	Activar
Tamaño de elementos	19,0607 mm
Tolerancia	0,953036 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	8200
Número total de elementos	4084
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo: TORSIONPUNTERA
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de malla: Malla con elementos SHELL de superficies



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-1,84774e-05	-6,91414e-06	775	775

Momentos de reacción

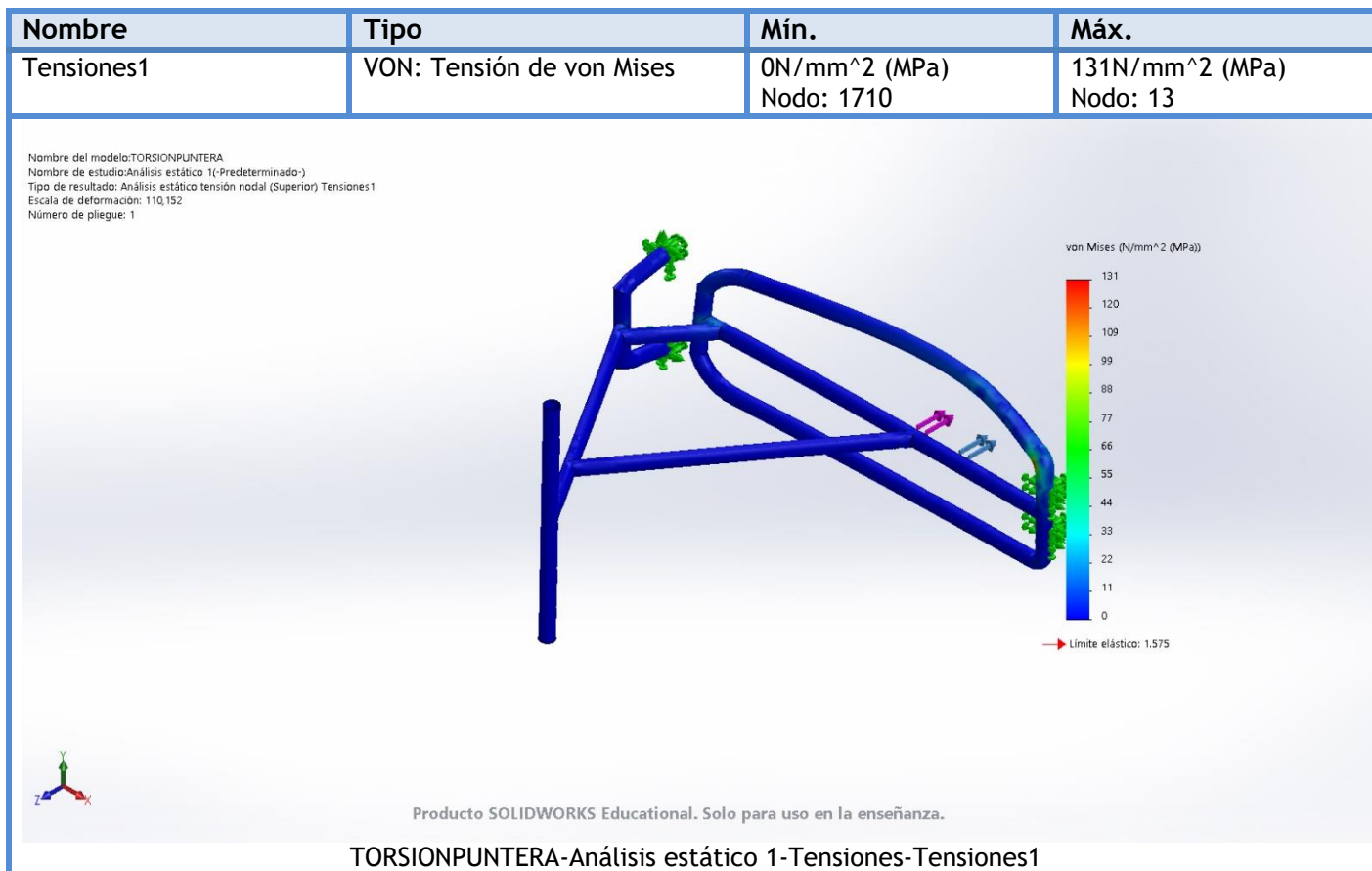
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	-1,81582	-1,21175	-0,203319	2,19246

Vigas

No hay datos



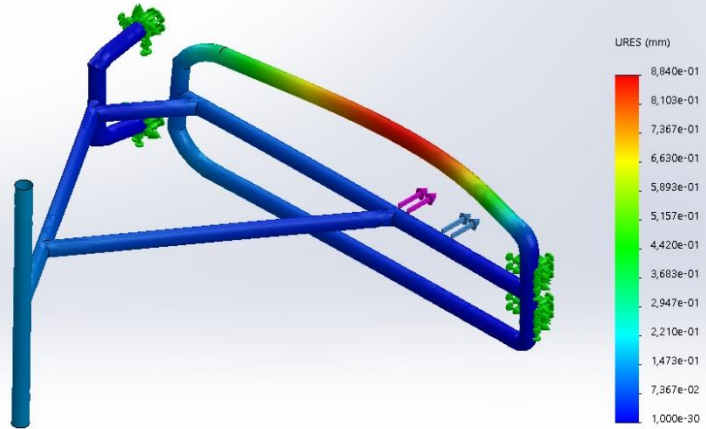
Resultados del estudio



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00 mm Nodo: 51	8,840e-01 mm Nodo: 5936



Nombre del modelo:TORSIONPUNTERA
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 80

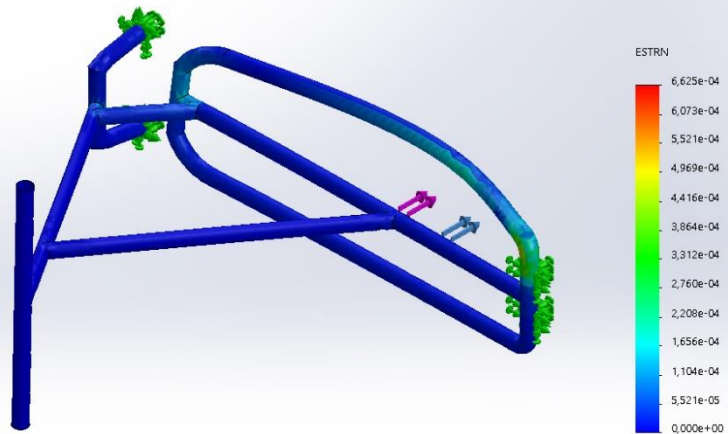


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

TORSIONPUNTERA-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0,000e+00 Elemento: 2636	6,625e-04 Elemento: 3775

Nombre del modelo:TORSIONPUNTERA
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática (Superior) Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 110,152
 Número de pliegue: 1



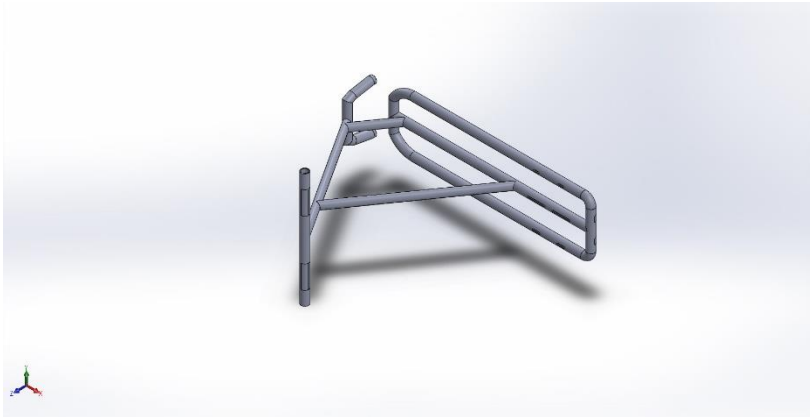
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

TORSIONPUNTERA-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1



Conclusión





Simulación de TORSIÓN TALÓN Material C.

Fecha: lunes, 6 de julio de 2020
Diseñador: Solidworks
Nombre de estudio: Análisis estático 1
Tipo de análisis: Análisis estático

Descripción

No hay datos

Tabla de contenidos

Descripción.....	1
Suposiciones.....	2
Información de modelo.....	3
Propiedades de estudio	5
Unidades.....	6
Propiedades de material	6
Cargas y sujeciones	7
Definiciones de conector.....	8
Información de contacto	8
Información de malla	9
Detalles del sensor	10
Fuerzas resultantes	10
Vigas.....	10
Resultados del estudio	11
Conclusión.....	13
Apéndice.....	¡Error! Marcador no definido.

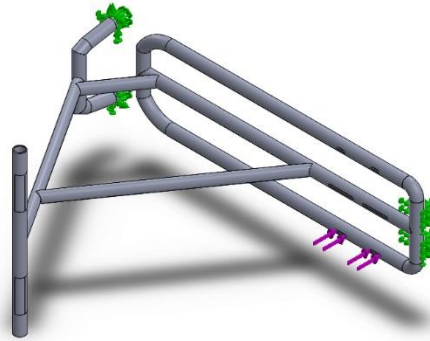


Suposiciones



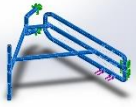
Información de modelo





Nombre del modelo: TORSIONALON
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos compuestos

Nombre de documento y referencia	Propiedades							
<p>Shell-1</p> 	Número total de pliegues: 16 Simétrico: Sí							
	Pliegue	Espesor (mm)	Ángulo (deg)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	Densidad (kg/m ³)	Masa (kg)	Peso (N)
	1	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	2	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	3	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	4	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	5	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	6	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	7	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	8	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	9	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	10	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	11	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
	12	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
13	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067	



14	0,2	-45	0,50249 4	0,00010 0499	1.544	0,155 17	1,5206 7
15	0,2	45	0,50249 4	0,00010 0499	1.544	0,155 17	1,5206 7
16	0,2	0	0,50249 4	0,00010 0499	1.544	0,155 17	1,5206 7
Nombre de documento: C:\Users\manue\Downloads\TORSIONALON.SLDPRT Fecha de modificación: Jul 6 21:13:58 2020							

Propiedades de estudio


Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla con elementos SHELL de superficies
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\manue\Downloads)



Unidades

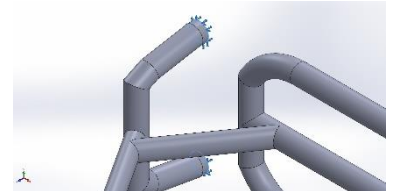
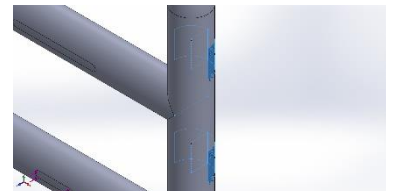
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

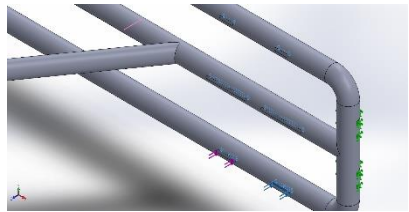
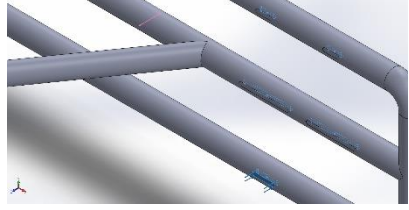
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Fibra de carbono</p> <p>Tipo de modelo: Ortotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 1,575e+09 N/m²</p> <p>Límite de tracción en x: 1,75e+09 N/m²</p> <p>Límite de tracción en y: 4,79e+07 N/m²</p> <p>Límite de tracción en z: 1,05e+09 N/m²</p> <p>Límite de compresión en x: 8,97e+07 N/m²</p> <p>Límite de compresión en y: 2,66498e+11 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en x: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en y: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en z: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson en xy: 0,245</p> <p>Coefficiente de Poisson en yz: 0,1915</p> <p>Coefficiente de Poisson en xz: 0,245</p> <p>Densidad: 1.544 kg/m³</p> <p>Módulo cortante en xy: 7,29731e+09 N/m²</p> <p>Módulo cortante en yz: 6,97639e+09 N/m²</p> <p>Módulo cortante en xz: 7,29731e+09 N/m²</p> <p>Límite cortante: 4,76e+07 N/m²</p>	<p>Sólido 1(Línea de partición6)(TORSIONALON), Shell-1(Sólido 1(Línea de partición6))(VALIDAOK)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		



Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: 2 arista(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	-82,4073	8,50739	86,6045	119,849	
Momento de reacción(N.m)	-0,100229	1,01328	0,0103827	1,01828	
Fijo-3		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	82,4071	-8,50732	688,396	693,363	
Momento de reacción(N.m)	1,86663	-2,18073	0,18137	2,87624	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga	
Fuerza-7		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -.387,5 N Momentos: ---; ---; --- N.m	
Fuerza-8		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -.387,5 N Momentos: ---; ---; --- N.m	

Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

No hay datos



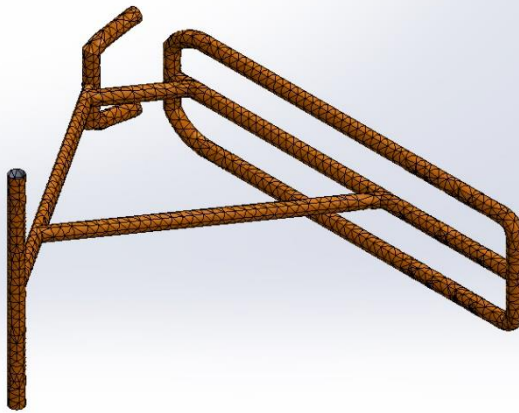
Información de malla

Tipo de malla	Malla con elementos SHELL de superficies
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Verificación jacobiana para el vaciado	Activar
Tamaño de elementos	19,0607 mm
Tolerancia	0,953036 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	8200
Número total de elementos	4084
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo:TORSIONALON
Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de malla: Malla con elementos SHELL de superficies



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0,000231743	0,000199795	775	775

Momentos de reacción

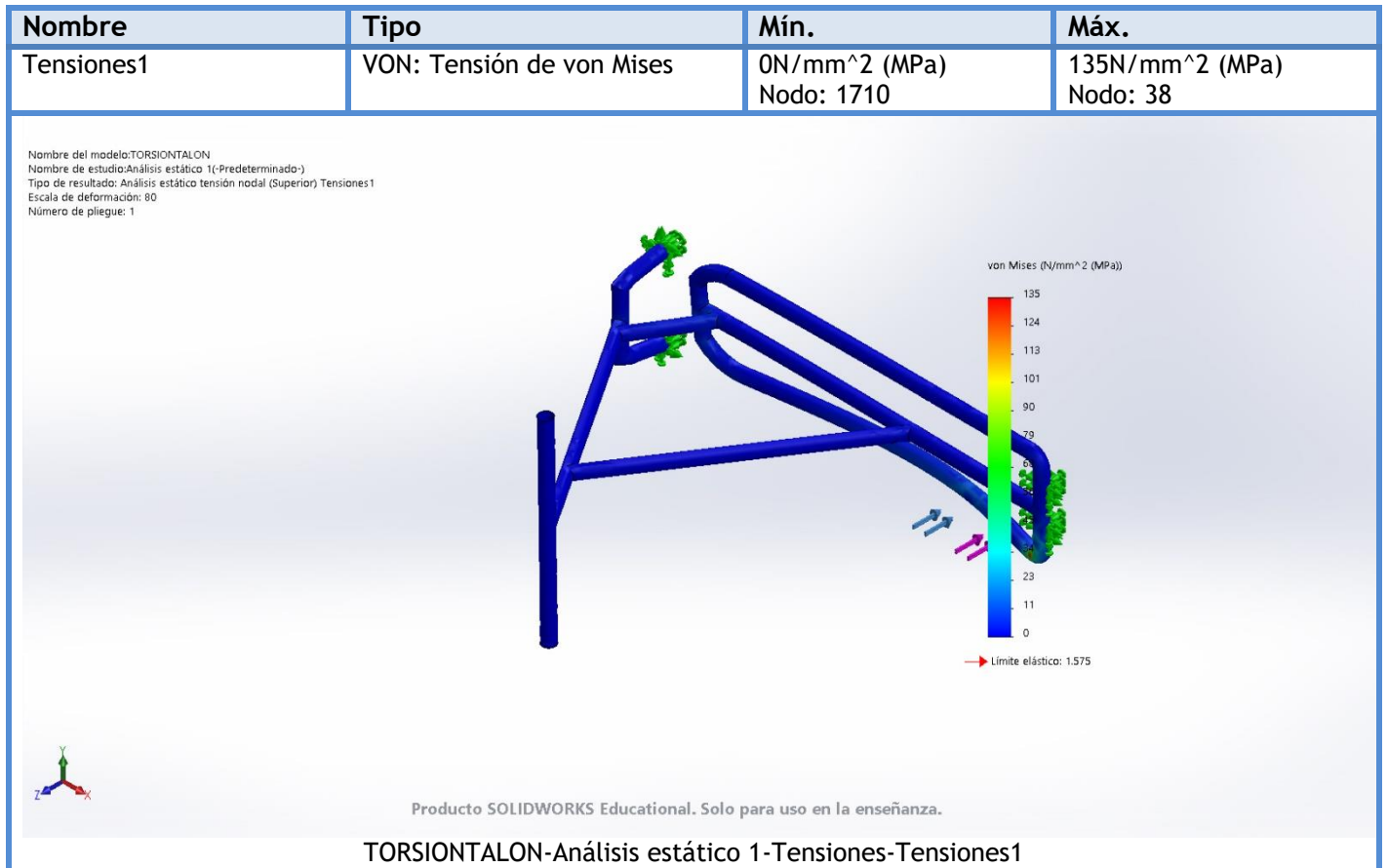
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	1,7664	-1,16745	0,191753	2,126

Vigas

No hay datos



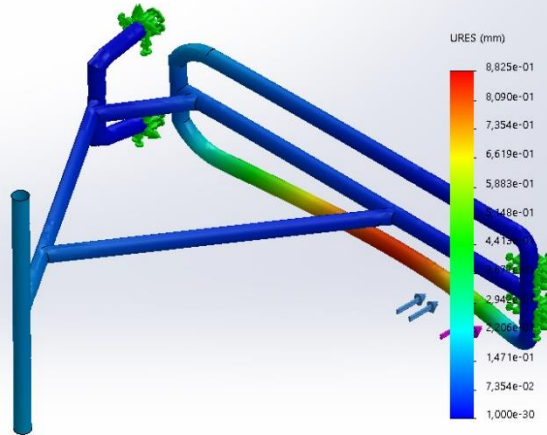
Resultados del estudio



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00 mm Nodo: 51	8,825e-01 mm Nodo: 4334



Nombre del modelo:TORSIONALON
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 50

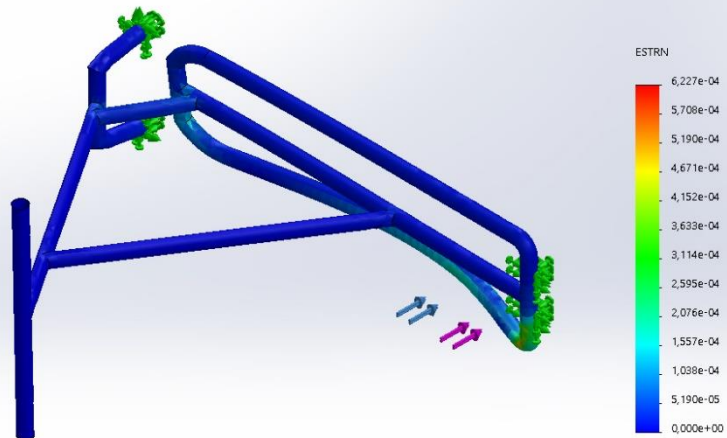


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

TORSIONALON-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0,000e+00 Elemento: 2636	6,227e-04 Elemento: 37

Nombre del modelo:TORSIONALON
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática (Superior) Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 110,328
 Número de pliegue: 1



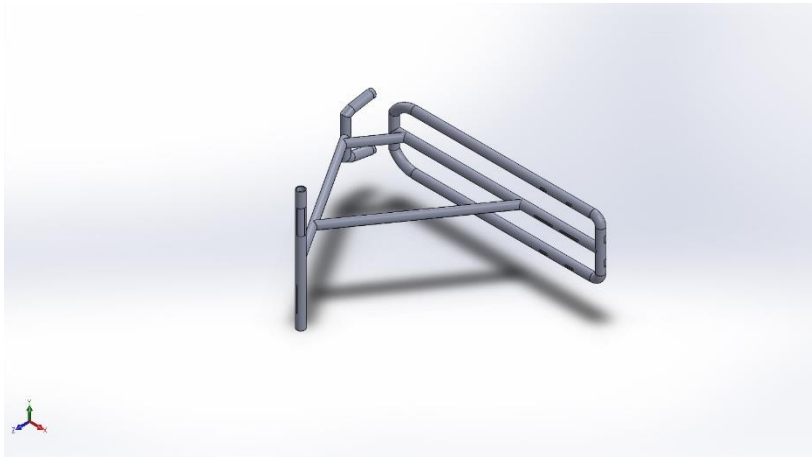
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

TORSIONALON-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1



Conclusión





Descripción
No hay datos

Simulación de TORSIONN

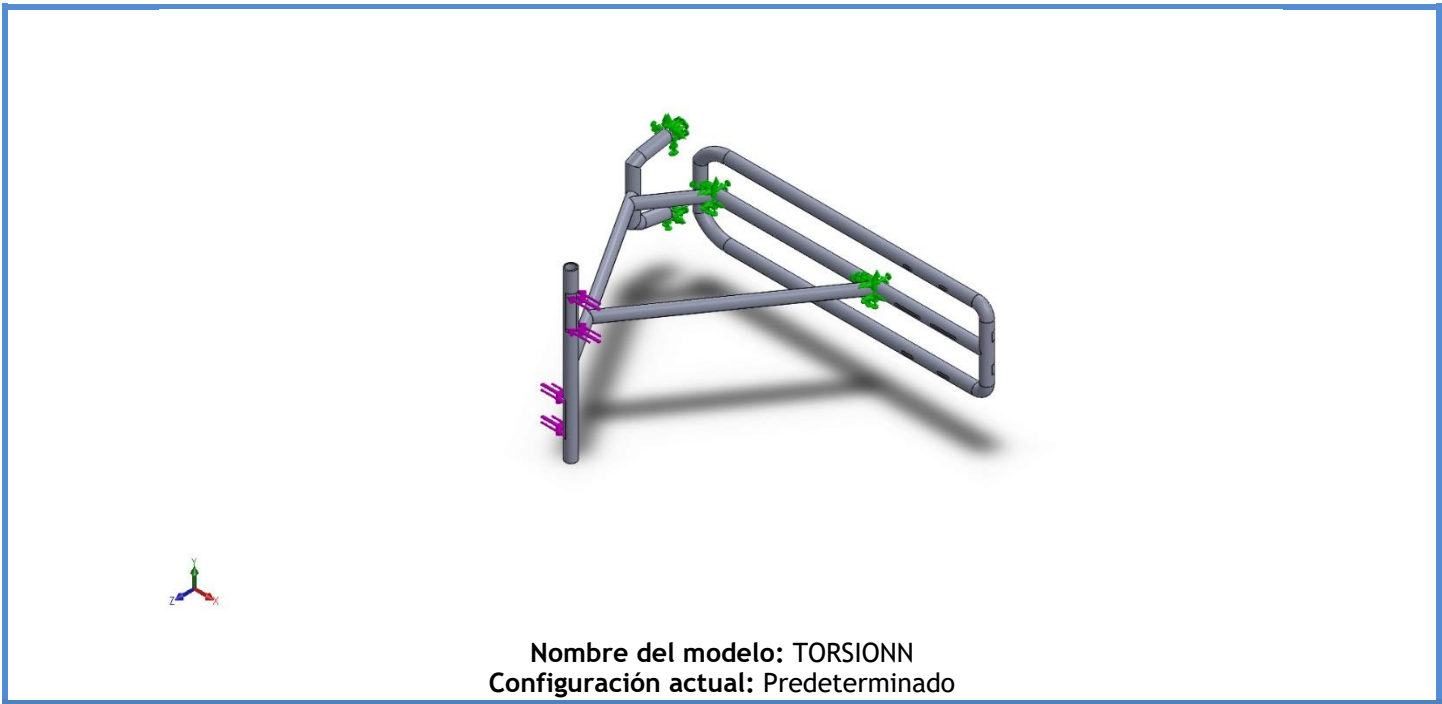
Fecha: lunes, 6 de julio de 2020
Diseñador: Solidworks
Nombre de estudio: Análisis estático 1
Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Descripción	1
Suposiciones	2
Información de modelo	2
Propiedades de estudio	4
Unidades	4
Propiedades de material	5
Cargas y sujeciones.....	6
Definiciones de conector	6
Información de contacto	7
Información de malla	8
Detalles del sensor	9
Fuerzas resultantes.....	9
Vigas	9
Resultados del estudio.....	10
Conclusión	12
Apéndice	¡Error! Marcador no definido.

Suposiciones

Información de modelo

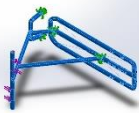


Sólidos compuestos

Nombre de documento y referencia	Propiedades
----------------------------------	-------------

Número total de pliegues: 16
 Simétrico: Sí

Shell-1



Pliegue	Espesor(mm)	Ángulo(deg)	Área(m ²)	Volumen(m ³)	Densidad(kg/m ³)	Masa(kg)	Peso(N)
1	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
2	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
3	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
4	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
5	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
6	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
7	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
8	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
9	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
10	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
11	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
12	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
13	0,2	90	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
14	0,2	-45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
15	0,2	45	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067
16	0,2	0	0,502494	0,00010499	1.544	0,15517	1,52067

Nombre de documento: C:\Users\manue\Downloads\TORSIONN.SLDPR
 Fecha de modificación: Jul 6 21:14:03 2020

Propiedades de estudio

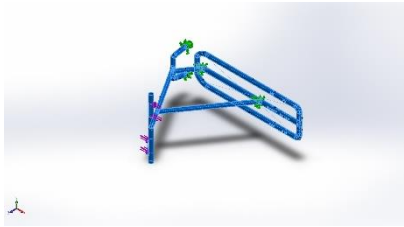
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla con elementos SHELL de superficies
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\manue\Downloads)

Unidades

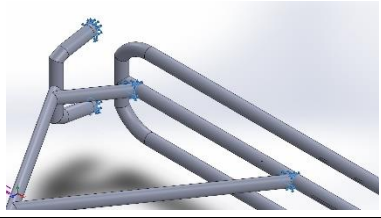
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

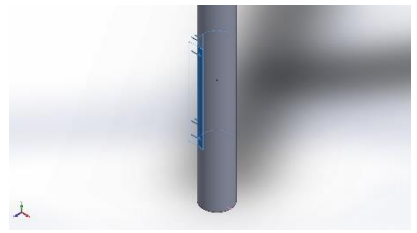
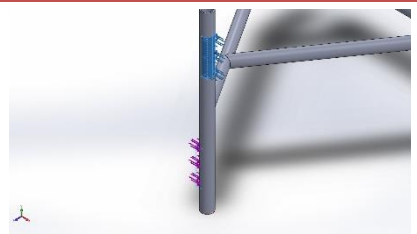


Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Fibra de carbono</p> <p>Tipo de modelo: Ortotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 1,575e+09 N/m²</p> <p>Límite de tracción en x: 1,75e+09 N/m²</p> <p>Límite de tracción en y: 4,79e+07 N/m²</p> <p>Límite de compresión en x: 1,05e+09 N/m²</p> <p>Límite de compresión en y: 8,97e+07 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en x: 2,66498e+11 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en y: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Módulo de elasticidad en z: 1,66247e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson en xy: 0,245</p> <p>Coefficiente de Poisson en yz: 0,1915</p> <p>Coefficiente de Poisson en xz: 0,245</p> <p>Densidad: 1.544 kg/m³</p> <p>Módulo cortante en xy: 7,29731e+09 N/m²</p> <p>Módulo cortante en yz: 6,97639e+09 N/m²</p> <p>Módulo cortante en xz: 7,29731e+09 N/m²</p> <p>Límite cortante: 4,76e+07 N/m²</p>	<p>Sólido 1(Línea de partición6)(TORSIONN), Shell-1(Sólido 1(Línea de partición6))(VALIDAOK)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-3		Entidades: 6 arista(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	2,41101e-05	-3,52859e-05	-5,24521e-06	4,3057e-05
Momento de reacción(N.m)	-2,14985	-0,00316818	-1,3032	2,514

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-9		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; 193,75 N Momentos: ---; ---; --- N.m		
Fuerza-10		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -.193,75 N Momentos: ---; ---; --- N.m		

Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

No hay datos



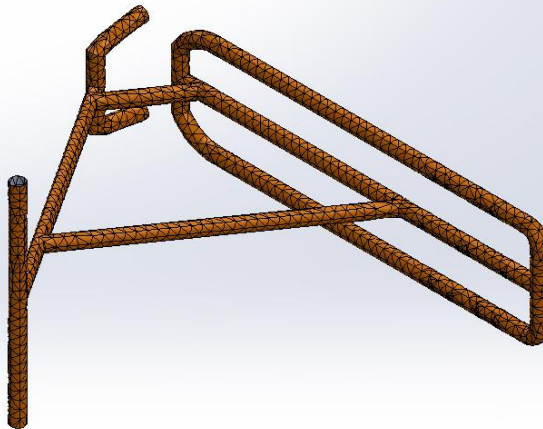
Información de malla

Tipo de malla	Malla con elementos SHELL de superficies
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Verificación jacobiana para el vaciado	Activar
Tamaño de elementos	19,0607 mm
Tolerancia	0,953036 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	8196
Número total de elementos	4082
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo: TORSIONN
Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Predeterminado-)
Tipo de malla: Malla con elementos SHELL de superficies



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	2,41101e-05	-3,52859e-05	-5,24521e-06	4,3057e-05

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	-2,14985	-0,00316818	-1,3032	2,514

Vigas

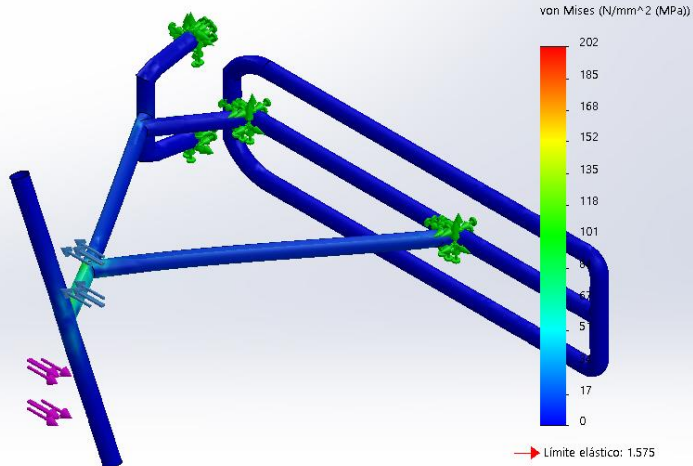
No hay datos



Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0N/mm ² (MPa) Nodo: 4348	202N/mm ² (MPa) Nodo: 1355

Nombre del modelo:TORSIONN
 Nombre de estudio:Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal (Superior), Tensiones1
 Escala de deformación: 16,2438
 Número de pliegue: 1

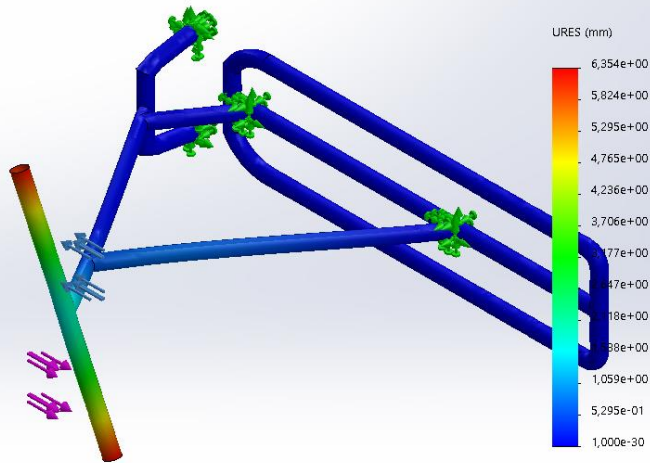


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

TORSIONN-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00 mm Nodo: 51	6,354e+00 mm Nodo: 1647

Nombre del modelo:TORSIONN
 Nombre de estudio:Análisis estático 1-(Predeterminado)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 16,2438

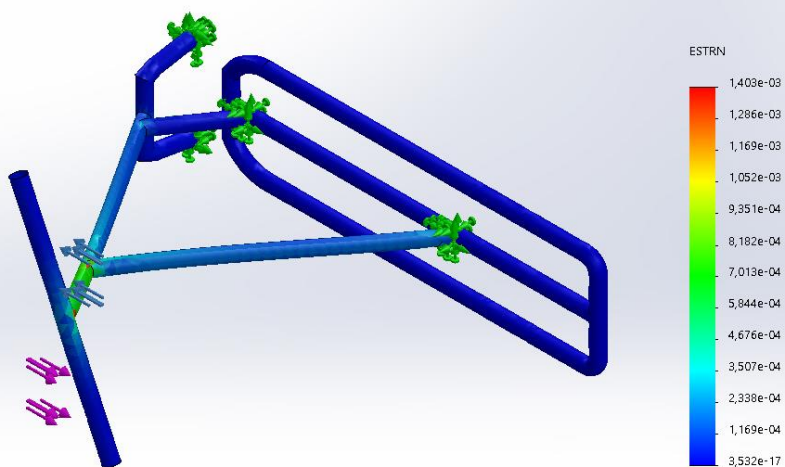


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

TORSIONN-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	3,532e-17 Elemento: 1776	1,403e-03 Elemento: 2094

Nombre del modelo: TORSIONN
Nombre de estudio: Análisis estático 1-(Predeterminado-)
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática (Superior) Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 16,2438
Número de pliegue: 1



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

TORSIONN-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Conclusión