



UNIVERSIDAD JAUME I

ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍAS
Y CIENCIAS EXPERIMENTALES

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CAMBIO DE MARCHAS Y PEDALERA PARA UN PROTOTIPO DE FORMULA STUDENT

AUTOR

Blai Soto Artiga

TUTOR

José Vilarroig Herrera

Índice

1. Memoria.....	- 10 -
1.1. Objetivo:.....	11
1.2. Alcance.....	11
1.3. Antecedentes:.....	12
1.3.1. Historia de la competición:.....	12
1.3.1.1. En España:	13
1.3.1.2. Uji Motorsport:.....	15
1.3.2. Objetivo de la competición	16
1.3.3. Caracterización y punto de partida	20
1.4. Requisitos de diseño	23
1.4.1. Requerimientos normativos.	23
1.4.2. Limitaciones del entorno y geométricas.	23
1.4.3. Requerimientos mecánicos.	24
1.4.4. Aspectos susceptibles de mejora	25
1.5. Análisis de soluciones técnicas	25
1.5.1. Alternativas de sistemas.....	25
1.5.2. Diagramas de Ishikawa	26
1.5.3. AMFE (Análisis modal de fallos y efectos).....	28
1.5.4. Estimación económica y decisión multicriterio.....	32
1.5.4.1. Estimación económica.....	32
1.5.4.2. Decisión multicriterio	34
1.6. Diseños definitivos.....	36
1.6.1. Principio de funcionamiento del cambio de marchas.....	36
1.6.2. Despiece de componentes de cambio de marchas.....	38
1.6.2.1. Actuador (pistón neumático)	38
1.6.2.2. Electroválvula 5/3.....	40
1.6.2.3. Calderín	41
1.6.2.4. Compresor	42
1.6.2.5. Válvula antirretorno y válvula de seguridad.	43
1.6.2.6. Líneas y racorería.	47
1.6.2.7. Parte eléctrica.	49
1.6.3. Puesta en servicio del sistema de cambio.....	53
1.6.4. Piezas fabricadas en el cambio de marchas.	55

1.6.4.1.	Mecanizados, corte laser y soldadura	55
1.6.4.2.	Impresión 3D	57
1.6.5.	Diseño final y fabricación de la pedalera	58
1.6.5.1.	Mecanizados.....	58
1.6.5.2.	Corte laser y doblado de chapa.....	59
1.6.5.3.	Uniones atornilladas y pasadores.	60
1.6.5.4.	Componentes de catálogo.	61
1.6.6.	Análisis de fuerzas.	62
1.7.	Bibliografía	65
2.	Anexo de cálculos del cambio de marchas.	66
2.1.	Simulación de anclaje del actuador	67
3.	Anexo de cálculos de la pedalera	85
3.1.	Simulación de fuerza sobre el pedal de freno recto.....	86
3.2.	Simulación de fuerza sobre el pedal de freno al máximo recorrido.	124
4.	Planos	162
4.1.	Lista de planos	162
5.	Pliego de condiciones.....	187
5.1.	Introducción.....	188
5.2.	Descripción.....	188
5.2.1.	Objetivo y emplazamiento	188
5.2.2.	Maquinaria, instalaciones.....	188
5.2.3.	Personal	189
5.2.4.	Responsabilidad.....	189
5.2.5.	Información preliminar.....	189
5.3.	Condiciones generales	190
5.3.1.	Condiciones legales	190
5.4.	Condiciones particulares.....	190
5.4.1.	Condiciones de material y equipo.	190
5.4.2.	Seguridad en la ejecución y el montaje.....	190
6.	Normativa.....	191
6.1.	Normativa específica de Formula Student	192
6.2.	Normativa aplicable a los procesos de fabricación	197
6.3.	Normativa para el dimensionamiento de uniones atornilladas y pasadores.....	199
7.	Fichas técnicas.....	200

7.1.	Bomba AP Racing CP 7855	201
7.2.	Pasador ISO 2341	203
7.3.	Tornillos	203
7.4.	Actuador neumático.	204
7.5.	Rótula del actuador neumático.	205
7.6.	Electroválvula.....	205
7.7.	Regulador.....	206
7.8.	Presostato:.....	207
7.9.	Manómetro:.....	207
8.	Presupuesto.....	209
8.1.	Presupuesto del cambio de marchas.....	211
8.2.	Presupuesto de la pedalera	212

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Competiciones internacionales.	13
Ilustración 2: Participación en Formula Student Spain.	14
Ilustración 3: Equipos participantes Formula Student Spain 2018.	14
Ilustración 4: Equipo junto a prototipos 2016 y 2017 respectivamente.....	15
Ilustración 5: UJI Motorsport Montmeló 2018.	15
Ilustración 6: Mecanismo y sincronizadores de una caja de cambios secuencial de motocicleta.....	21
Ilustración 7: Pedalera de prototipo 2018.	22
Ilustración 8: Diagrama de Ishikawa para las deformaciones en la pedalera.	26
Ilustración 9: Diagrama de Ishikawa para la fiabilidad de los compresores.	27
Ilustración 10: Esquema neumático del sistema de accionamiento del cambio.	36
Ilustración 11: Actuador neumático normalizado de la marca SMC.....	38
Ilustración 12: Anclaje del actuador a barra del chasis. Vista planta.....	39
Ilustración 13: Anclaje del actuador a barra del chasis. Vista lateral.....	39
Ilustración 14: Anclaje del actuador a barra del chasis. Simulación. Von Mises.	40
Ilustración 15: Calderín.....	41
Ilustración 16: Acople de 1/4" a 1/8".	42
Ilustración 17: Compresor neumático. Con carcasa de plástico.	43
Ilustración 18: Imagen de válvula antirretorno y representación en esquema neumático.....	44
Ilustración 19: Válvula de seguridad.	45
Ilustración 20: Curva de funcionamiento de la válvula de seguridad.	46
Ilustración 21: Tubo para neumática.....	47
Ilustración 22: Curva de presión de estallido y presión de trabajo.....	47
Ilustración 23: Racor recto.	48
Ilustración 24: Racor de espiga.....	49
Ilustración 25: Cable en espiral.	50
Ilustración 26: Pulsador de accionamiento del cambio.	50
Ilustración 27: Sección del mecanismo de levas.	51
Ilustración 28: Esquema eléctrico del sistema.	52
Ilustración 29: Vista de presostato sin tapa.	53
Ilustración 30: Soporte de mecanismo. Vista trasera.	56
Ilustración 31: Soporte de actuador.	56
Ilustración 32: Pasador de leva.....	56
Ilustración 33: Leva.....	57
Ilustración 34: Ensamblaje completo de la pedalera. Vista frontal.	58
Ilustración 35: Lista de mecanizados de la pedalera.....	58
Ilustración 36: Bomba de freno AP Racing CP7855.	61
Ilustración 37: Análisis estático del pedal del freno. Desplazamientos.	62
Ilustración 38: Detalle de sujeción para análisis estático.....	63
Ilustración 39: Hipótesis con el pedal de freno en el máximo recorrido.	64

Ilustración 40: Plantilla de comprobación de apertura de la cabina.	193
Ilustración 41: Ubicación de plantilla del percentil 95.	195
Ilustración 42: Plano no a escala de bomba AP Racing CP 7855. Proporcionado por el fabricante hoja 1 de 2.	201
Ilustración 43: Plano no a escala de bomba AP Racing CP7855. Proporcionado por el fabricante hoja 1 de 2.	202
Ilustración 44: Cotas para pasador ISO 2341.	203
Ilustración 45: Cotas para pasador ISO 2341.	203
Ilustración 46: Dimensiones de la electroválvula.	205
Ilustración 47: Cotas del regulador de presión.	206
Ilustración 48: Presostato.	207
Ilustración 49: Manómetro.	207

Índice de tablas

Tabla 1: Tabla de referencia para la clasificación de la severidad en el AMFE.	28
Tabla 2: Tabla de referencia para la clasificación de la frecuencia en el AMFE.	29
Tabla 3: Tabla de referencia para la clasificación de la detectabilidad en el AMFE.	29
Tabla 4: AMFE de diseño para las deformaciones en la pedalera.	30
Tabla 5: AMFE de diseño para la fiabilidad de los compresores.	31
Tabla 6: Precio pedalera de fabricación propia.	33
Tabla 7: Precio de pedalera comprada en Formula seven.	33
Tabla 8: Estimación económica sistema de cambio de marchas neumático con compresores.	33
Tabla 9: Estimación económica sistema de cambio de marchas eléctrico.	34
Tabla 10: Estimación económica sistema de cambio de marchas neumático sin compresores.	34
Tabla 11: Clasificación de sistemas para el método de decisión multicriterio.	35
Tabla 12: Resultado de la decisión multicriterio.	35
Tabla 13: Características de la electroválvula.	41
Tabla 14: Características del calderín.	42
Tabla 15: Características del compresor neumático.	43
Tabla 16: Características de válvula antirretorno.	44
Tabla 17: Características de tubo neumático.	47
Tabla 18: Dimensiones racor recto.	48
Tabla 19: Consumos eléctricos.	52
Tabla 20: Presiones de referencia.	55
Tabla 21: Lista de piezas fabricadas para el cambio de marchas.	55
Tabla 22: Par de apriete para los tornillos de la pedalera.	60
Tabla 23 : Tolerancias para dimensiones lineales de aristas matadas (radios exteriores y alturas de chaflán).	197
Tabla 24: Tolerancias para dimensiones angulares.	197
Tabla 25: Tolerancias generales de perpendicularidad.	198
Tabla 26: Tolerancias generales de rectitud y planitud.	198
Tabla 27: Tolerancias generales de simetría.	198
Tabla 28: Tolerancias generales de oscilación.	198
Tabla 29: Características mecánicas y físicas de los pernos, tornillos y bulones. Norma UNE 898.	199
Tabla 30: Valores de cotas para ISO 2341.	203
Tabla 31: Longitud de rosca útil. Ficha técnica Tormetal.	203
Tabla 32: Extracto de la ficha técnica del actuador neumático.	204
Tabla 33: Dimensiones de la rótula del actuador.	205
Tabla 34: Dimensiones del regulador de presión.	206
Tabla 35: Dimensiones del regulador de presión.	206
Tabla 36: Características del regulador de presión.	206
Tabla 37: Características del presostato.	207

Tabla 38: Características del manómetro k8-10-40.	208
Tabla 39: Presupuesto final para el sistema de cambio de marchas.	211
Tabla 40: Presupuesto final para la pedalera.	212

1. Memoria

1.1. Objetivo:

El objetivo de este trabajo de final de grado es el desarrollo y diseño para la fabricación y puesta en servicio de un sistema de cambio de marchas y una pedalera para un prototipo de Formula Student.

1.2. Alcance

Entrando más en materia los sistemas sobre los que se va a trabajar en este proyecto son el sistema de cambio de marchas o “shifter” en inglés y pedalera que son dos sistemas de control de la maquina (vehículo en este caso). En la mecapedia dentro de la descripción de los cuatro tipos de sistemas principales que pueden componer una máquina, define como:

“Sistemas de control, que permiten regular el funcionamiento de la máquina, que pueden ser casi inexistentes en máquinas manuales o muy importantes en máquinas automatizadas.”

(Mecapedia, 2021)

El alcance que va a tener el desarrollo dentro de este proyecto en cada una de las dos partes va a ser:

- Cambio de marchas “shifter”: el objeto de este proyecto es el desarrollo de los mecanismos y/o sistemas que van desde las manos del piloto hasta el accionamiento mecánico sobre la bieleta del cambio.

- Pedalera: abarca todo lo que acciona el piloto con los pies para el control final de tres sistemas; biela del embrague, cilindros maestros de freno y accionamiento de la mariposa del acelerador.

1.3. Antecedentes:

Con el objetivo de situar en contexto y de entender mejor el desarrollo de este proyecto es necesario previamente hacer un breve resumen de la historia de Formula Student, en que consiste la competición y el papel que tiene y que ha tenido UJI Motorsport en esta competición entre universidades de todo el mundo.

1.3.1. Historia de la competición:

La Formula Student en los inicios conocida como Formula FSAE, es una competición estudiantil entre universidades que hoy en día tiene un alcance internacional y tiene representación y competiciones oficiales en los cinco continentes.

Para ir a los orígenes de la competición tenemos que remontarnos al año 1980 en Estados Unidos donde Ron Matthews entonces profesor adjunto en la universidad de Texas había empezado a dar clases un mes atrás cuando tres de los nuevos profesores (Mike Best, Robert Edwards y John Tellkamp) le comentaron que habían decidido participar en la competición mini Indy SAE que consistía en carreras de asfalto con un pequeño motor de 5 hp. Lamentablemente la competición ya no se celebraba por lo que decidieron crear su propia competición y llamarla Formula SAE (FSAE).

Es así como en 1981 se celebró la primera competición donde participaron seis equipos, aunque solo cuatro se presentaron. La competición nació ya con unas reglas

Blai Soto Artiga

muy abiertas que no solamente permitían la creatividad, sino que la fomentaban. En sus inicios la competición contaba únicamente con una categoría (vehículos con motores de combustión interna), lo que hoy en día se ha ampliado hasta tres categorías; combustión, eléctricos, y los últimos en llegar, vehículos autónomos.

Hoy en día la competición ha crecido y se ha extendido a todo el mundo lo que ha dado pie a la aparición de nuevos reglamentos basados en el original de FSAE. Por este motivo en la mayoría de las competiciones europeas se usa la normativa alemana de Formula Student Germany aunque también tiene influencia de Imeche del Reino Unido donde se acuñó el término Formula Student. Estas normativas y reglamentos son actualizados y sometidos a cambios anualmente.



Ilustración 1: Competiciones internacionales.

1.3.1.1. En España:

La Formula Student empezó en España como evento oficial en el año 2010, organizado por la STA (Sociedad de Técnicos de Automoción) con la colaboración de

Blai Soto Artiga

instituciones públicas e importantes compañías del sector del automóvil. Este evento se sigue celebrando hasta el día de hoy en el circuito de Montmeló, aunque la participación ha crecido considerablemente hasta lograr albergar a 100 equipos en su edición de 2020.

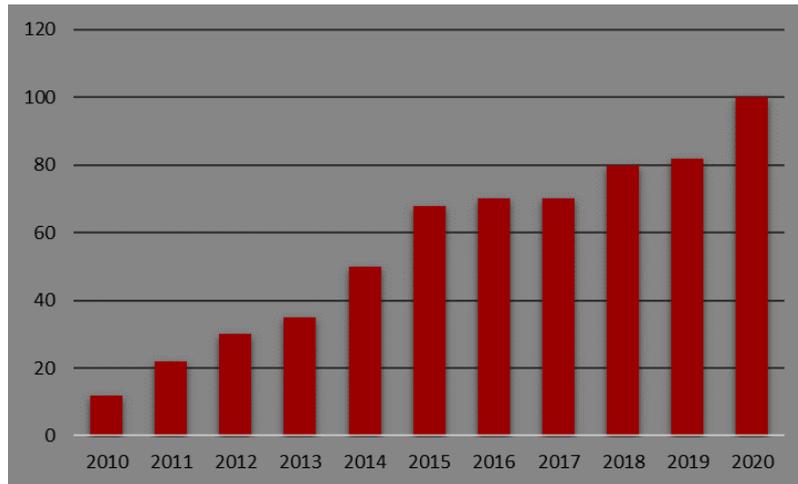


Ilustración 2: Participación en Formula Student Spain.



Ilustración 3: Equipos participantes Formula Student Spain 2018.

1.3.1.2. Uji Motorsport:

El equipo que representa a la UJI en esta competición se fundó en el año 2015 bajo el nombre Uji Motorsport por un grupo de estudiantes de ingeniería de diferentes ramas con la finalidad de aplicar los conocimientos adquiridos en las aulas.

Para formalizar la petición se presentó el proyecto a los directores de la Escuela Superior de Tecnologías y Ciencias Experimentales (ESTCE). Presentándose por primera vez en una competición oficial en el año 2016 y haciéndolo de nuevo en los dos años siguientes 2017 y 2018. En 2019 hubo un relevo generacional y una renovación completa del diseño siguiendo el equipo activo hasta día de hoy. Este proyecto va a tener en cuenta principalmente los tres primeros prototipos ya que fueron desarrollados cada uno como una evolución técnica del anterior.



Ilustración 4: Equipo junto a prototipos 2016 y 2017 respectivamente.



Ilustración 5: Uji Motorsport Montmeló 2018.

1.3.2. Objetivo de la competición

El objetivo de esta competición es promover la excelencia entre los estudiantes de ingeniería, aunque hoy en día la competición engloba muchas otras carreras universitarias ya que el único requisito para participar como alumno es estar matriculado en una universidad.

También cabe destacar que la gestión de un equipo requiere de muchas otras especialidades que poco tienen que ver con la ingeniería.

Para entender y conocer con más detalle se describe a continuación como sería un año en la competición para un equipo, así como las pruebas en las que compiten los prototipos:

1. El primer paso para formar un equipo es conseguir que un grupo de alumnos este interesado en participar, así como también tiene que haber un profesor que esté implicado en el proyecto ya que así lo exige la normativa. A partir de ahí se constituye un equipo que puede estar vinculado jurídicamente de distintas formas a la universidad.
2. El siguiente paso es elegir la categoría en la que se quiere participar, aunque hay equipos que desarrollan un prototipo para cada categoría lo habitual es participar en una. En caso de participar en la categoría de combustión interna es recomendable elegir el propulsor que se va a utilizar ya que puede condicionar mucho los siguientes pasos. También es importante decidir a las competiciones donde se quiere participar ya que de ello dependerá la normativa que se deberá seguir en el diseño. En esta fase también se debe de hacer un estudio económico para tener claros los recursos económicos

necesarios y posteriormente conseguir la financiación necesaria. Lo normal es que la financiación sea en parte proveniente de la universidad y la otra parte de patrocinadores externos que pueden apoyar también aportando material.

3. A continuación, se organiza el equipo. La mayoría de los equipos tienen una organización muy similar, esta consta de una organización por departamentos donde se agrupan los miembros dependiendo la tarea que van a realizar. Una organización habitual por orden jerárquico sería:

- Jefe de equipo: es el máximo responsable
- Equipo de organización: se dedica a las tareas de búsqueda de patrocinadores, gestiones con la universidad, gestión económica, marketing, informática etc.
- Director técnico: dirige el equipo de diseño y fabricación.
- Departamento de Motor: se dedican al desarrollo del motor.
- Departamento de chasis: desarrollan y fabrican el chasis.
- Departamento de dinámica: se encargan de todos los elementos que no estén presentes en los dos departamentos anteriores.

4. Para continuar se pasa a la fase de diseño donde se desarrollan y validan los diseños siempre teniendo en cuenta la normativa. Para que no haya errores después en la fase de fabricación es necesaria una comunicación lo más fluida posible entre los departamentos.

5. A mitad de temporada, en Europa en enero, se realizan las pruebas de entrada a las competiciones. Estas pruebas las realizan todos los equipos a la vez y de forma telemática y sirven para seleccionar a los equipos que podrán participar en cada competición ya que hay un número de plazas limitadas.

Cualquier equipo puede presentarse a cualquier competición a la que desee acceder.

6. Una vez validados los diseños pasamos a la fabricación del prototipo. Para este proceso los equipos suelen contar con el apoyo de los patrocinadores y de las herramientas disponibles en la universidad. Este proceso es complejo al tener muchos componentes que se tienen que fabricar con procesos de mecanizado en centros CNC o tornos. Es necesario no perder de vista que al finalizar el proceso todos los componentes del prototipo deben encajar y cumplir su función en el vehículo.
7. Con el prototipo funcional lo que sigue son las pruebas dinámicas del mismo. Es muy importante esta fase y es uno de los errores en los que caen los equipos principiantes. Es muy importante dedicar tiempo al “rodaje” ya que por mucho cuidado que se haya tenido en las etapas anteriores siempre aparecerán imprevistos que hay que solventar, a parte de todos los componentes que hay que ajustar dinámicamente como por ejemplo los elementos que componen la suspensión.
8. Para finalizar el equipo se presenta a la competición o competiciones a las que haya accedido. Un evento de competición tiene normalmente una duración de cinco días y consta de las pruebas que se describen a continuación:

Pruebas estáticas:

- a. Design event: se valora sobre el papel, o lo que se pueda observar en el vehículo parado, el trabajo de ingeniería desarrollado por el equipo.
- b. Cost & Manufacturing Analysis Event: se valora el control que ha tenido el equipo a la hora de llevar las cuentas y el inventario de

piezas y componentes. Para ello hay unas plantillas de precios y un modelo estandarizado que se debe de seguir.

- c. Presentation evento: es un evento donde participan uno o dos representantes del equipo y es una prueba donde se evalúan las capacidades comerciales del equipo para convencer a los jueces.

Pruebas dinámicas:

- d. Verificaciones técnicas (scrutineering): es una prueba que no puntúa para la clasificación pero que es indispensable pasar para poder participar en las pruebas dinámicas. En ella se verifica que se cumplen todos los requerimientos presentes en la normativa y se comprueba que el prototipo es seguro para circular.
- e. Acceleration event: es una prueba que consiste en recorrer en línea recta desde parado una distancia de 75 metros en el menor tiempo posible.
- f. Skidpad event: se disputa en un circuito en forma de ocho y consiste en completar el circuito en ambos sentidos en el menor tiempo posible.
- g. Autocross event: consiste en recorrer en el menor tiempo posible un circuito delimitado por conos, muy revirado y con una longitud de unos ochocientos metros.
- h. Endurance event: en un circuito similar al del autocross pero con un longitud superior, se dan vueltas hasta recorrer una distancia de veintidós kilómetros. En esta prueba el objetivo es evaluar la fiabilidad del prototipo.
- i. Fuel economy: se puntúa sobre el consumo de combustible (en el caso de la categoría de combustión) que se ha hecho en la prueba del endurance.

1.3.3. Caracterización y punto de partida

Como punto de partida para empezar el diseño en este proyecto se van a tomar los sistemas montados en el prototipo del año 2018 que implementaba las soluciones técnicas que se desarrollan a continuación para cada uno de los dos sistemas objeto de este trabajo.

Cambio de marchas:

La función de este sistema es la de accionar mecánicamente el cambio de marchas cuando el piloto pulsa una leva situada en volante. Para cumplir con esta función en la elección del sistema anterior también se tuvieron en cuenta otras alternativas; como accionar directamente a través de un sistema de palancas como en la mayoría de los vehículos de turismo con cambio manual. Esta opción se descartó debido a que forzaba al piloto a retirar una de las manos del volante lo que se traducía en una pérdida de tiempo y de seguridad.

La transmisión está integrada en el motor instalado originalmente en una motocicleta Suzuki modelo SV 650 variante K5.

Sobre la transmisión actúa el sistema que se quiere implementar a través de la bieleta del cambio.

La transmisión es de seis velocidades con sincronizadores de tipo secuencial, lo que significa que se tienen que engranar las marchas una detrás de otra sin posibilidad de saltarse ninguna. En este sistema de transmisión únicamente se necesita para accionar el cambio un actuador al contrario que en una transmisión no secuencial en la que se necesitarían dos. Para caracterizar un poco mejor el tipo de transmisión sobre la que se está trabajando, apuntar también que el accionamiento de los sincronizadores es mediante un tambor en el cual están mecanizadas las pistas en las que encajan los usillos que accionan los sincronizadores.



Ilustración 6: Mecanismo y sincronizadores de una caja de cambios secuencial de motocicleta.

El sistema que se instaló en el vehículo se basaba en un sistema de actuación neumática pilotado eléctricamente y con autoabastecimiento de presión neumática. Más adelante en este documento se especificará en que consiste este sistema.

Pedalera:

La función de la pedalera es homónima a la de cualquier pedalera instalada en un vehículo de calle.

La pedalera que precede al diseño que se va a desarrollar es enteramente de fabricación propia (exceptuando piezas estándar como tornillos, tuercas etc.), y consta

Blai Soto Artiga

de tres pedales; acelerador freno y embrague. Fabricada en aluminio y acero, principalmente y utilizando en su fabricación procesos de mecanizado por arranque de viruta, corte de chapa por láser, doblado de chapa y soldadura.

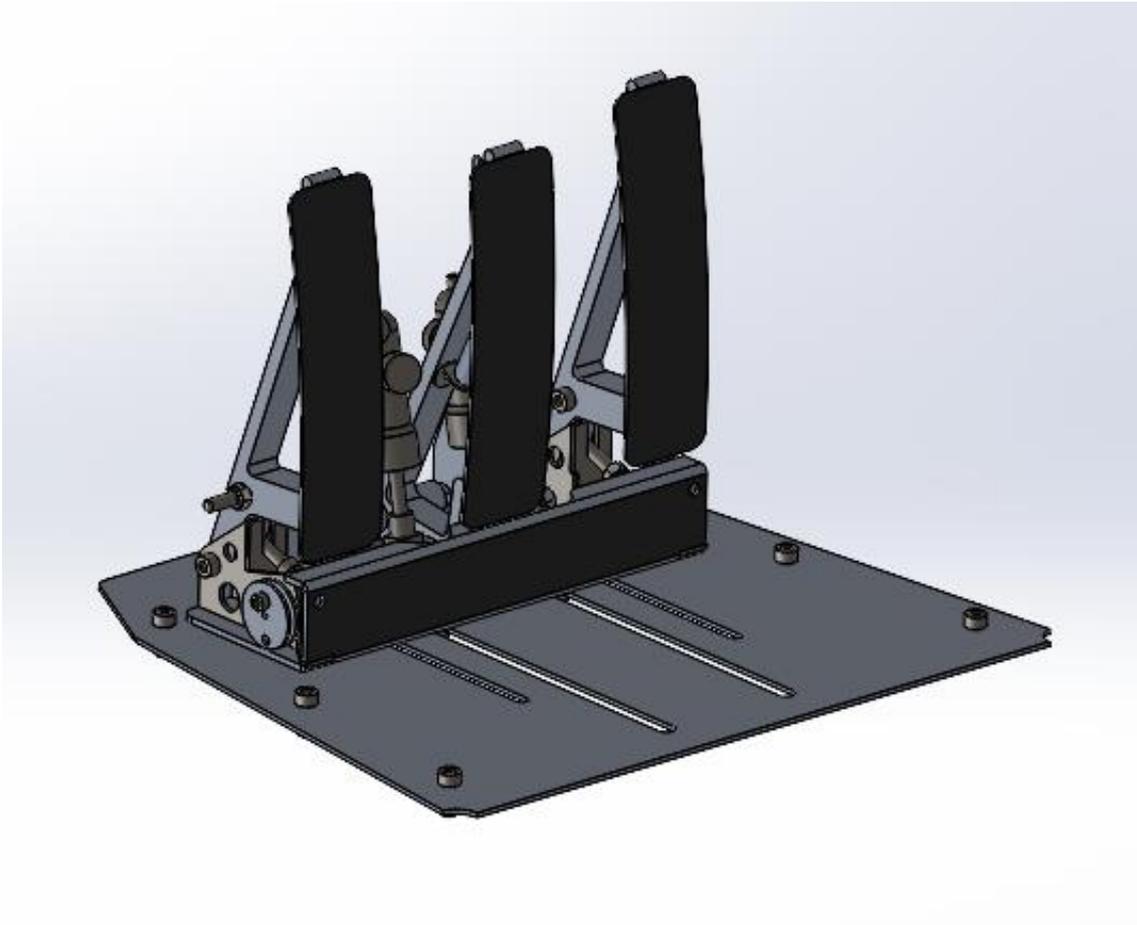


Ilustración 7: Pedalera de prototipo 2018.

1.4. Requisitos de diseño

1.4.1. Requerimientos normativos.

Para poder participar en la competición es necesario cumplir las normas que se aplican en el año que se va a competir. La normativa actual es de libre acceso y está disponible en la página web de la organización. En este caso como la intención del equipo es participar en competiciones europeas, en su mayoría regidas por la adaptación de la normativa elaborada por Formula Student Germa (FSG), nos ceñiremos a esta adaptación.

Como aclaración hay que saber que esta adaptación de FSG no contradice a la normativa general de FSAE simplemente es complementaria ya que el objetivo de la competición es que cualquier equipo de alrededor del mundo pueda participar en cualquier competición.

Al no considerarse el cambio de marchas y/o “shifter” un elemento vinculado con la seguridad no hay prácticamente normativa que aplique a este sistema por lo que hay bastante libertad en el diseño.

En documento adjunto a esta memoria Normativa se puede encontrar en el apartado normativa específica de Formula Student, la normativa aplicable a estos sistemas.

1.4.2. Limitaciones del entorno y geométricas.

Las limitaciones geométricas generales para tener en cuenta en el diseño son las siguientes.

Pedalera:

- La longitud máxima del conjunto regulable pedales más soporte, en la dirección longitudinal del vehículo, debe ser inferior a 200 mm. Esto es debido a que para cumplir con la normativa es necesario que pueda entrar en el vehículo la plantilla que representa el percentil 95.
- La altura máxima de 300 mm y anchura máxima del conjunto ajustable de 310 mm.

Cambio de marchas:

- Recorrido necesario del actuador (cilindro neumático): 100 mm.
- Alojamiento de las levas de accionamiento comprendido en la parte posterior del volante.

1.4.3. Requerimientos mecánicos.

En este apartado se enumeran las hipótesis de esfuerzos mecánicos que tendrán que soportar los componentes de este proyecto. A la hora de aplicar las fuerzas no se tendrán en cuenta los esfuerzos de fatiga entendido que al ser un prototipo los ciclos que deberán soportar los componentes serán escasos.

Cambio de marchas:

- Fuerza ejercida por el actuador sobre el cambio: ver la sección “Puesta en servicio del sistema de cambio” de esta memoria.
- Esfuerzos producidos por el gas a presión: se comprueban mediante ficha técnica del componente.

Pedalera:

- Fuerza de 2KN aplicada sobre el pedal del freno especificada en la normativa.

1.4.4. Aspectos susceptibles de mejora

Debido a que este proyecto se basa en una evolución/mejora de los sistemas que ya se han montado y han estado en funcionamiento durante la vida útil del prototipo, se pueden extraer de ello puntos débiles que habrá que mejorar en el diseño de los nuevos sistemas. Los puntos de mejora son dos y se enumeran a continuación:

- El conjunto soporte y base de la pedalera han sufrido deformación debido a los esfuerzos aplicados sobre el freno.
- Falta de fiabilidad de los compresores que suministran la presión neumática.

1.5. Análisis de soluciones técnicas

A continuación, se plantearán las diferentes soluciones técnicas y se elegirán las más adecuadas teniendo en cuenta los resultados obtenidos de un AMFE de diseño, el método de decisión multicriterio y el estudio de viabilidad económica de cada una de las alternativas. También se evaluará en esta parte si es necesario o conveniente la fabricación de cada una de las partes o ya existen en el mercado piezas que pudieran cumplir los requisitos de diseño exigidos.

1.5.1. Alternativas de sistemas

A continuación, se enumerarán las alternativas de tipos de sistemas que pueden sustituir al sistema sobre los que se quiere hacer la evolución. Las alternativas que se han tenido en cuenta en esta selección están extraídas tanto de lo que aplican otros

equipos de la misma competición en sus prototipos como de ideas que se plantearon a la hora de diseñar los sistemas anteriores.

Cambio de marchas:

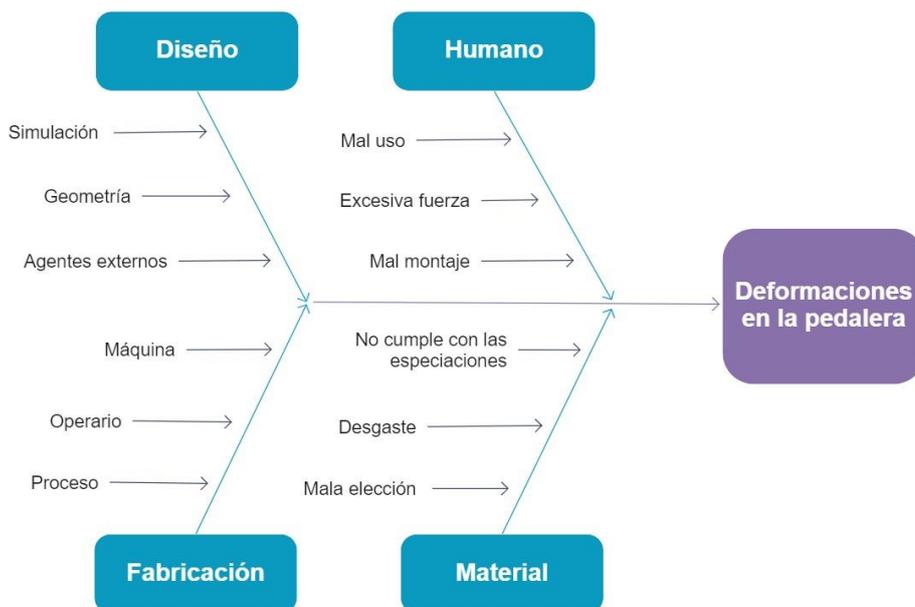
- Sistema neumático con compresores.
- Sistema neumático sin compresores (la presión se obtiene de un calderín de alta presión)
- Sistema eléctrico con solenoides.

Pedalera:

- Pedalera de fabricación propia.
- Pedalera comprada a un fabricante.

1.5.2. Diagramas de Ishikawa

En este apartado se pretende encontrar las causas más probables de los defectos encontrados en el diseño anterior y mencionados en el apartado 1.4.4.



miro

Ilustración 8: Diagrama de Ishikawa para las deformaciones en la pedalera.

Blai Soto Artiga

Para las deformaciones sufridas por la pedalera, las causas más probables de fallo son:

- La simulación no se ha llevado a cabo correctamente.
- El material no cumple con las especificaciones que se han simulado.

En el caso del material la solución sería analizar mediante probetas el material suministrado y comprobar que cumple con las especificaciones proyectadas.

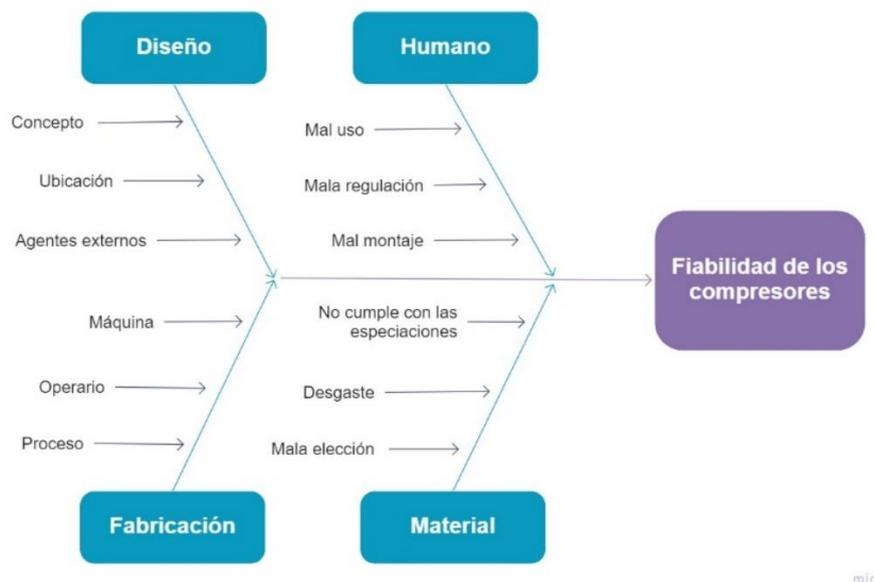


Ilustración 9: Diagrama de Ishikawa para la fiabilidad de los compresores.

En cuanto a la fiabilidad de los compresores, se observó que el fallo es recurrente y se encuentra en las mangueras de la salida de los compresores que trasladan la presión hasta el siguiente elemento del sistema neumático. Estas mangueras están prensadas directamente a la salida del compresor y son indivisibles de éste, por lo que se considera que el fallo es del conjunto. El fallo es consecuencia del desgaste y de que los componentes que forman los compresores no son de una calidad elevada. No se plantea la posibilidad de cambiarlos por unos de mayor calidad debido a la diferencia en el coste que supone.

1.5.3. AMFE (Análisis modal de fallos y efectos)

El análisis modal de fallos y efectos es un procedimiento concebido para determinar fallos en distintos procesos dentro de la industria manufacturera en el caso que nos ocupa el AMFE sería de diseño. Dentro del propio procedimiento se usa una ponderación numérica para caracterizar e incidir en el punto más crítico del fallo. Las tres características que se ponderan son; severidad (S), frecuencia (F) y detectabilidad (D). Y con esto se calcula un número de prioridad de riesgo que nos sirve para entender cuáles son las causas potenciales con más riesgo, así como las acciones más eficaces para solucionar el problema.

$$NPR = S \times F \times D$$

El método para ponderar que se ha utilizado está basado en las tablas que se muestran a continuación:

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el usuario ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al usuario. Probablemente, éste observaría un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	Entre 2 y 3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el usuario. El usuario observará deterioro en el rendimiento del sistema.	Entre 4 y 6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	Entre 7 y 8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10.	Entre 9 y 10

Tabla 1: Tabla de referencia para la clasificación de la severidad en el AMFE.

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	Entre 2 y 3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	Entre 4 y 5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	Entre 6 y 8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	Entre 9 y 10

Tabla 2: Tabla de referencia para la clasificación de la frecuencia en el AMFE.

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	Entre 2 y 3
Mediana	El defecto es detectable. Posiblemente se detecte en posteriores controles.	Entre 4 y 6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	Entre 7 y 8
Improbable	El defecto no puede detectarse.	Entre 9 y 10

Tabla 3: Tabla de referencia para la clasificación de la detectabilidad en el AMFE.

Sistema	Requerimiento	Modo de fallo potencial	Efecto potencial del fallo	S e v (S)	Causas potenciales de fallo	F r e (F)	Procesos de control actuales	D e t (D)	N P R	Acciones recomendadas	Resp.	Resultado de las acciones				
												Fecha de actuación	S e v	F r e	D e t	N P R
Base de la pedalera	Mantener la integridad estructural de los elementos	Deformación de la base	Perdida de geometría	9	Simulación de esfuerzos incorrecta	10	Inspección visual	1	90	Mejorar la simulación	Blai Soto	09/10/2021	7	6	1	42
				9	Material no cumple con las especificaciones	7	Inspección visual	1	63	Aumentar el coeficiente de seguridad	Blai Soto	09/10/2021	7	6	1	42
			Perdida de resistencia	10	Simulación incorrecta	10	Inspección visual	1	100	Mejorar la simulación	Blai Soto	09/10/2021	10	6	1	60
				10	Material no cumple con las especificaciones	7	Inspección visual	1	70	Aumentar el coeficiente de seguridad	Blai Soto	09/10/2021	10	6	1	60

Tabla 4: AMFE de diseño para las deformaciones en la pedalera.

Sistema	Requerimiento	Modo de fallo potencial	Efecto potencial del fallo	S e v (S)	Casusa potenciales de fallo	F r e (F)	Procesos de control actuales	D e t (D)	N P R	Acciones recomendadas	Resp.	Resultado de las acciones				
												Fecha de actuación	S e v	F r e	D e t	N P R
Compresores (cambio de marchas)	Proporcionar presión neumática	Perdida de presión por fallo en los compresores	Fallo total del sistema	8	Rotura de uno de los compresores	5	Inspección visual	7	280	Válvula antirretorno a la salida de los compresores	Blai Soto	09/10/2021	8	2	7	112
				8	Rotura de ambos compresores a la vez	2	Inspección visual	7	112	Compresores con mayor fiabilidad	Blai Soto	09/10/2021	10	1	7	70

Tabla 5: AMFE de diseño para la fiabilidad de los compresores.

Después del análisis AMFE de diseño se extraen las conclusiones siguientes:

En cuanto a la pedalera y la deformación sufrida en la base se concluye que las acciones recomendadas son una mejora en la simulación por elementos finitos y un aumento del coeficiente de seguridad.

Por otra parte, en el cambio de marchas la acción recomendada será implementar dos válvulas antirretornos a la salida de cada compresor. De este modo el fallo en alguno de los compresores no supone un fallo en el sistema por lo que la probabilidad estadística del fallo es mucho menor. Si tomamos $f(t)$ como la probabilidad de fallo de un compresor podemos afirmar que la probabilidad de fallo del sistema será $F(t)$ y viene dada por la expresión siguiente.

$$F(t) = f(t) \times f(t)$$

1.5.4. Estimación económica y decisión multicriterio

1.5.4.1. Estimación económica

Para poder realizar una comparativa justa y decidir cuál es la solución técnica que más se ajusta a las necesidades y recursos existentes, será necesario previamente realizar una estimación económica de cada una de las alternativas mencionadas en el punto 5.1.

En primer lugar, fijándonos en la pedalera nos damos cuenta de que no hay duda en cuanto a la elección debido al acceso sin coste económico que el equipo tiene a herramientas de mecanizado.

El precio de la pedalera de fabricación propia se ha obtenido del "Cost Report" del año 2018. Ninguno de los dos precios incluye las bombas de freno.

De fabricación propia	Unidad	Precio/unidad	Precio
Material	1	167,25 €	167,25 €
Impuestos	1	35,12 €	35,12 €
		TOTAL	202,37 €

Tabla 6: Precio pedalera de fabricación propia.

Comprada a un fabricante	Unidad	Precio/unidad	Precio
Formula seven pedal box	1	1.250,00 €	1.250,00 €
Envío	1	46,50 €	46,50 €
Impuestos	1	275,00 €	275,00 €
		TOTAL	1.571,50 €

Tabla 7: Precio de pedalera comprada en Formula seven.

Por otra parte, a la hora de comparar los diferentes tipos de cambios de marchas no está tan clara la elección directa atendiendo a un criterio económico, por ello nos serviremos del método de decisión multicriterio para elegir el sistema que más se adapte a los criterios elegidos.

Sistema neumático con compresores	Unidades	Precio/unidad	Precio
Actuador pistón neumático + rótula + rac.	1	73,47 €	73,47 €
Mangueras de distribución 6mm, 20 m	1	22,81 €	22,81 €
Válvula neumática 5/3 pilotada eléctricamente + conectores	1	110,80 €	110,80 €
Regulador de presión	1	24,33 €	24,33 €
Calderín	1	109,83 €	109,83 €
Presostato	1	55,55 €	55,55 €
Manómetro	1	8,34 €	8,34 €
Compresor neumático	2	23,49 €	46,98 €
Racor recto	8	2,54 €	20,32 €
		TOTAL	472,43 €

Tabla 8: Estimación económica sistema de cambio de marchas neumático con compresores.

Sistema eléctrico con solenoides	Unidades	Precio/unidad	Precio
Kit Kliktronic system	1	939,68 €	939,68 €
Gastos de envío	1	117,69 €	117,69 €
Impuestos	1	187,94 €	187,94 €
		TOTAL	1.245,31 €

Tabla 9: Estimación económica sistema de cambio de marchas eléctrico.

Sistema neumático sin compresores	Unidades	Precio/unidad	Precio
Actuador pistón neumático + rótula + rac.	1	73,47 €	73,47 €
Mangueras de distribución 6mm, 20 m	1	22,81 €	22,81 €
Válvula neumática 5/3 pilotada eléctricamente + conectores	1	110,80 €	110,80 €
Calderín	1	56,95 €	56,95 €
Manómetro	1	8,34 €	8,34 €
Racor recto	8	2,54 €	20,32 €
Regulador de baja	1	163,35 €	163,35 €
Estación de carga	1	45,00 €	45,00 €
Botella cargada 10kg	1	224,99 €	224,99 €
		TOTAL	726,03 €

Tabla 10: Estimación económica sistema de cambio de marchas neumático sin compresores.

1.5.4.2. Decisión multicriterio

Para tomar una decisión se ordenan las características de los sistemas por orden de preferencia de mayor a menor importancia precio, disponibilidad de recambios, fiabilidad y facilidad de instalación. Las tres últimas características se evalúan subjetivamente con una nota del uno al diez. Uno es el peor y diez el mejor. Estas notas se han asignado basándose en la experiencia propia y la de otros equipos.

Blai Soto Artiga

	Precio (€)	Disponibilidad de recambios	Fiabilidad	Facilidad de instalación
Sistema neumático con compresores	472,43 €	9	7	7
Sistema eléctrico con solenoides	1.245,31 €	7	9	9
Sistema neumático sin compresores	726,03 €	8	8	8

Tabla 11: Clasificación de sistemas para el método de decisión multicriterio.

Basándonos método la solución técnica que mayor compatibilidad tiene con los criterios seleccionadas es el sistema neumático con compresores.

Sistema neumático con compresores	88,5%
Sistema eléctrico con solenoides	11,5%
Sistema neumático sin compresores	61,7%

Tabla 12: Resultado de la decisión multicriterio.

1.6. Diseños definitivos

1.6.1. Principio de funcionamiento del cambio de marchas.

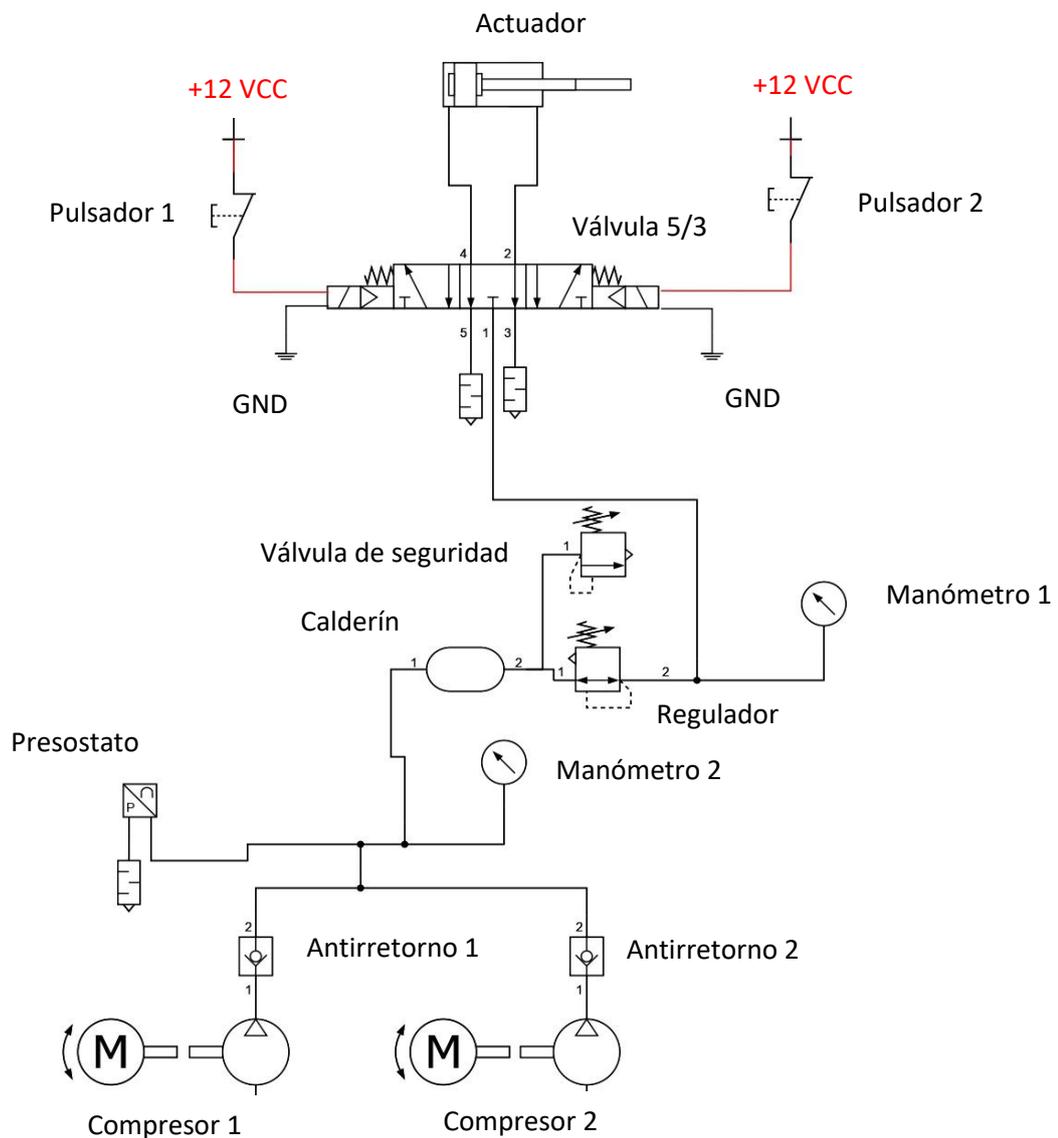


Ilustración 10: Esquema neumático del sistema de accionamiento del cambio.

El funcionamiento del sistema está basado en el accionamiento de un pistón neumático de doble efecto (actuador) sobre la biela de la caja de cambios. Este actuador está comandado por una electroválvula de cinco vías y tres posiciones (válvula 5/3) pilotada eléctricamente a través de dos pulsadores, ubicados en el volante del vehículo, que envían una señal de 12 voltios; pulsador 1 para bajar de marcha y pulsador 2 para subir de marcha.

La electroválvula recibe la presión de un regulador de presión (regulador), que nos permite regular la presión que le llega al conjunto válvula - pistón y con ello regular también la fuerza que ejerce el actuador. El regulador incorpora también un manómetro (manómetro 1) para poder controlar la presión a la que está trabajando el actuador. Además de incorporar en la entrada, antes de la regulación, una válvula de sobrepresión (válvula de seguridad) que evita que el sistema alcance una presión elevada en caso de que fallara el presostato, liberando la presión al ambiente.

En el circuito de alta presión, antes del regulador nos encontramos un calderín de 0,75 litros (calderín) que sirve para acumular aire y aumentar los intervalos de funcionamiento de los compresores. El elemento encargado de controlar estos intervalos es el presostato (presostato) que desconecta eléctricamente los compresores cuando se ha alcanzado la presión de 8 bares y los vuelve a conectar cuando el circuito desciende de 6 bares. La presión mínima en el circuito de alta presión debe ser superior a la presión de trabajo del actuador que es 4 bares. Además, en el circuito de alta presión también tenemos un manómetro (manómetro 2) que nos sirve para verificar el funcionamiento del presostato.

Por último, nos encontramos el grupo de dos compresores (compresor 1 y 2) que están movidos por un motor eléctrico de 12 VCC cada uno. A la salida de los compresores se ha colocado como se ha mencionado anteriormente una válvula antirretorno para aumentar la fiabilidad del conjunto.

1.6.2. Despiece de componentes de cambio de marchas

A continuación, se muestran más en detalle los componentes que forman el sistema. Se han seleccionado los más importantes y que aportan información relevante para el correcto funcionamiento del sistema. Para más información para estos y el resto de los componentes consultar el apartado de Fichas técnicas de este documento.

1.6.2.1. Actuador (pistón neumático)



Ilustración 11: Actuador neumático normalizado de la marca SMC.

El pistón neumático es el actuador final del sistema y es el encargado de transmitir el trabajo mecánico al mecanismo del cambio de marchas que a través de una biela. La referencia concreta es CD85N 20 – 80 – B del catálogo de la marca SMC. El diámetro interior que se ha seleccionado es de 20 mm. El área interior del pistón influye directamente en la fuerza desarrollada por este. La elección de este diámetro se ha hecho por recomendación del proveedor.

Hay que destacar también que se encuentra dentro del rango de las presiones con las que vamos a trabajar con una presión de trabajo máxima de 10 MPa.

El anclaje del pistón neumático es biarticulado con el movimiento contenido en un plano. Para realizar el anclaje biarticulado se usa un pasador M8 sobre casquillo de bronce en la parte de la carcasa del pistón y una rótula con pasador M8 sobre el lado del vástago. La rótula libera las restricciones en los planos que no son el plano de trabajo

Blai Soto Artiga

del pistón, esto tiene importancia teniendo en cuenta que esta parte está sujeta al conjunto motor que transmite vibraciones en su funcionamiento normal, lo que además también hace que sea muy difícil la perfecta perpendicularidad del pistón con el tornillo pasante.

La parte de la carcasa se ancla sobre un tubo de acero del chasis del vehículo, de 30 mm de diámetro exterior y 2 mm de pared, que se considera indeformable bajo las fuerzas que ejerce el actuador. En esta parte también es importante dejar holgura entre la pared perpendicular al agujero pasante y la pared del soporte, que permitirá un mínimo movimiento axial del pistón sobre el eje del pasador para permitir el autoalineamiento de este.

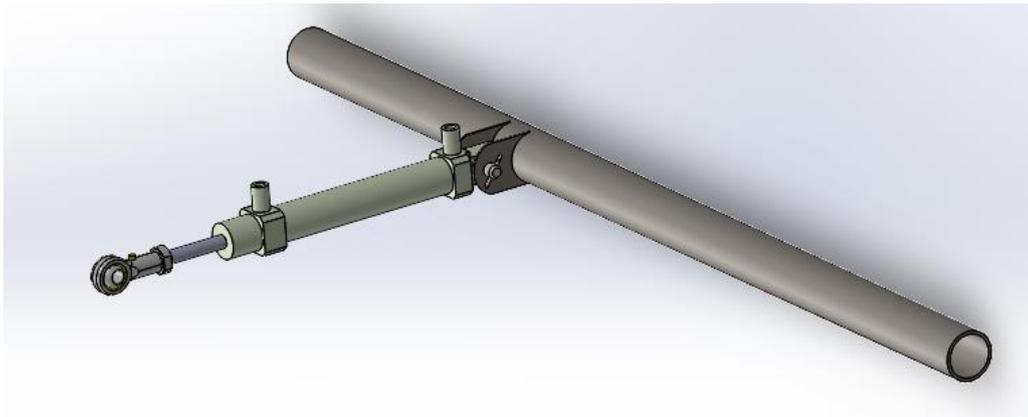


Ilustración 13: Anclaje del actuador a barra del chasis. Vista lateral.

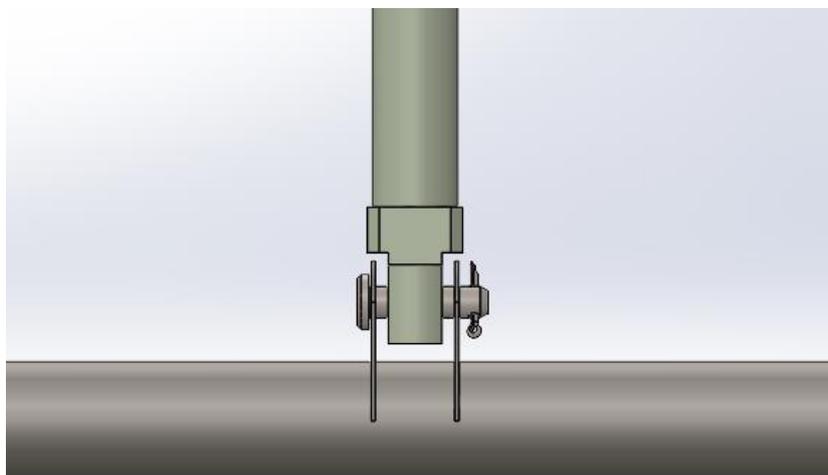


Ilustración 12: Anclaje del actuador a barra del chasis. Vista planta.

Para verificar que el soporte diseñado mantiene la integridad bajo los esfuerzos a lo que es sometido. Se ha realizado una simulación usando el programa Solid Works. Como hipótesis de fuerza aplicada se ha usado 157 N. Fuerza máxima del actuador a una presión de 5 bares que es la presión máxima de trabajo del sistema. Los resultados de esta simulación se pueden encontrar en el Anexo de calculos del cambio de marchas.

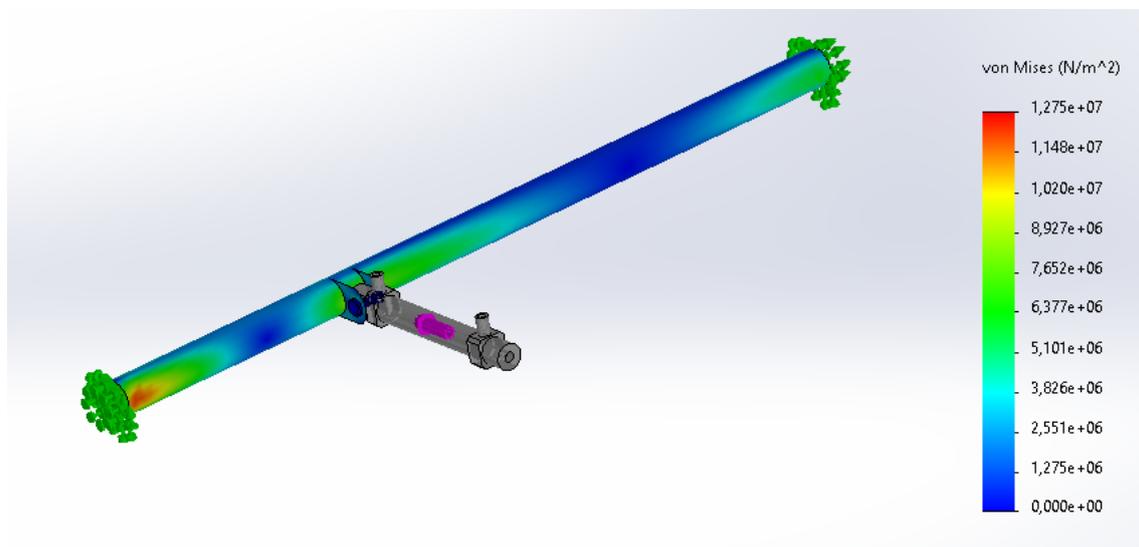


Ilustración 14: Anclaje del actuador a barra del chasis. Simulación. Von Mises.

La rotula presente en el catalogo de SMC con la referencia KJ8D es normalizada y corresponde con la norma DIN 24335. Más información en el documento de Fichas técnicas.

1.6.2.2. Electroválvula 5/3

La electroválvula empleada aparece en el catálogo de SMC con la referencia SY5420-6LOU-C6F-Q.

Las características importantes para tener en cuenta sobre la electroválvula se encuentran en la tabla siguiente.

Nº de vías	5 vías
Tipo de función	3 posiciones con el centro a escape
Conexiones de entrada	conexión rápida 6 mm
Rango de presión de trabajo	Entre 2 y 7 bares
Tensión nominal de la bobina	12 V
Consumo de la bobina	0,45 W

Tabla 13: Características de la electroválvula.

1.6.2.3. Calderín

Referencia en el catálogo de Festo CRVZS – 0,75.

Se ha elegido el volumen del calderín comprobando de forma empírica que acumule el suficiente volumen de aire como para cambiar cuatro veces de marcha sin necesidad de que se pongan en marcha los compresores. Cuatro cambios de marcha son los que se efectúan durante la prueba de aceleración en línea recta y no es conveniente que se pongan en marcha los compresores porque supondrían una demanda de corriente al generador que al estar mecánicamente acoplado al motor térmico del vehículo y repercutiría en una pequeña pérdida de potencia. En esta prueba la potencia del motor tiene especial influencia.



Ilustración 15: Calderín.

Rosca	1/4"
Capacidad	0,75 litros
Presión máxima	16 bar

Tabla 14: Características del calderín.

Debido a que la rosca es de 1/4" será necesario un acople para reducirlo a 1/8" y acoplar los enganches rápidos.



Ilustración 16: Acople de 1/4" a 1/8".

1.6.2.4. Compresor

El compresor elegido es un compresor concebido para hinchar los neumáticos de los vehículos o cualquier otro propósito donde se necesite aire comprimido y se disponga de una toma de 12 VCC.

El motivo por el cual se ha elegido este tipo de compresor es que principalmente su bajo coste, pero también que al contrario que otros modelos más caros, es muy fácil de conseguir debido a su amplia red de distribución.

Presión máxima	20 bar
Motor	CC
Velocidad de rotación	50 rpm (aprox.)
Voltaje nominal	12 Voltios
Intensidad	5,5 A
Consumo	66 W

Tabla 15: Características del compresor neumático.



Ilustración 17: Compresor neumático. Con carcasa de plástico.

1.6.2.5. Válvula antirretorno y válvula de seguridad.

Con el fin de aumentar la fiabilidad del sistema como se ha explicado en el punto 1.5.3. se instala una válvula antirretorno a la salida de cada compresor. El dato más importante para tener en cuenta será que la válvula tenga el suficiente poder de cierre en sentido inverso como para aguantar la presión de trabajo.

Blai Soto Artiga

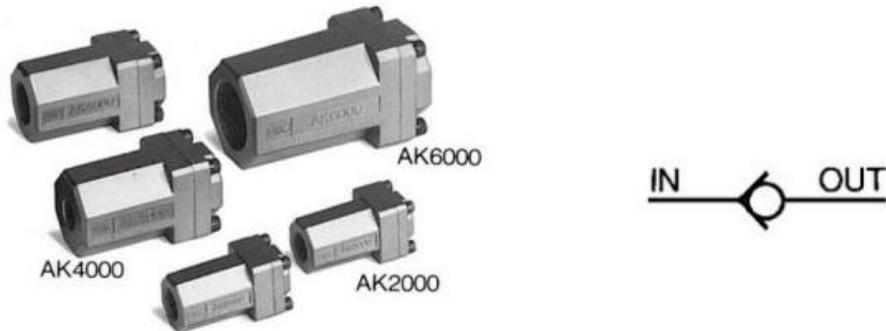


Ilustración 18: Imagen de válvula antirretorno y representación en esquema neumático.

Fluido	Aire
Presión segura	15 bares
Máxima presión de trabajo	10 bares
Mínima presión de trabajo	0,02 bares

Tabla 16: Características de válvula antirretorno.

Por otra parte, es muy importante en un circuito neumático de estas características instalar una válvula de seguridad que libere la presión al ambiente del circuito en el caso de que la presión aumente por encima de los límites establecidos por cualquier causa. En esta ocasión el elemento elegido es de la marca Norgren con referencia V72G-2K-NMN



Ilustración 19: Válvula de seguridad.

Importante comprobar que el caudal de evacuación de la válvula es mayor que el proporcionado por los compresores

$$Q_{\text{compresores}} = 2 \times V_{\text{compresor}} \times w \times EV$$

donde:

$V_{\text{compresor}}$ = volumen de un compresor.

w = velocidad de rotación (ciclos/tiempo)

EV = eficiencia volumétrica.

$$V_{\text{compresor}} = \text{carrera} \times \left(\frac{\text{diámetro}}{2}\right)^2 \times \pi$$

$$V_{\text{compresor}} = 0,006283 \text{ mm}^3$$

Teniendo en cuenta una eficiencia volumétrica del 100 % la cual no es real, pero nos sitúa del lado de la seguridad tenemos que:

$$Q_{\text{compresores}} = 0,0523 \text{ dm}^3/\text{s}$$

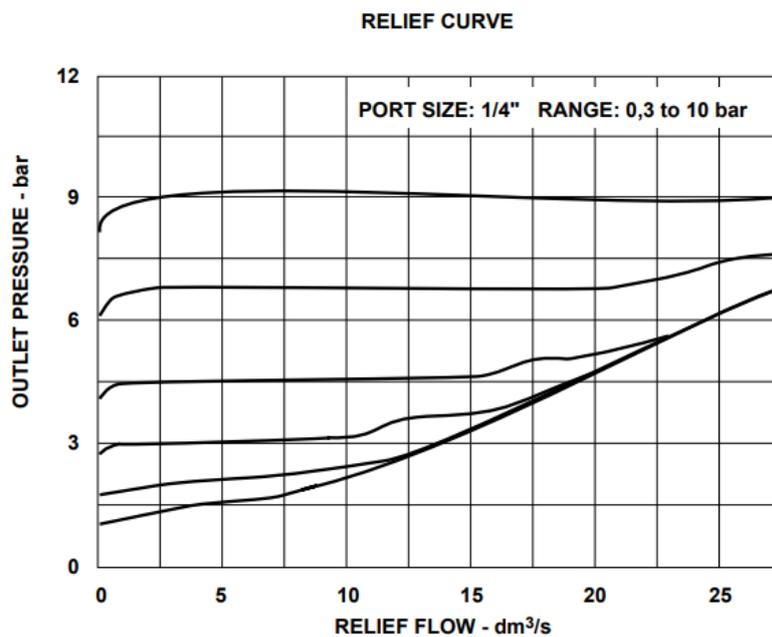


Ilustración 20: Curva de funcionamiento de la válvula de seguridad.

Como podemos comprobar si miramos el grafico veremos que a una presión de 8 bares que es la presión a la que tararemos la válvula (1 bar por encima de la presión a la que corta el presostato) el caudal que es capaz de evacuar la válvula es de más de 25 dm³/s lo que está muy por encima de los 0,0523 dm³/s que se ha calculado que suministran los compresores.

Blai Soto Artiga

1.6.2.6. Líneas y racorería.

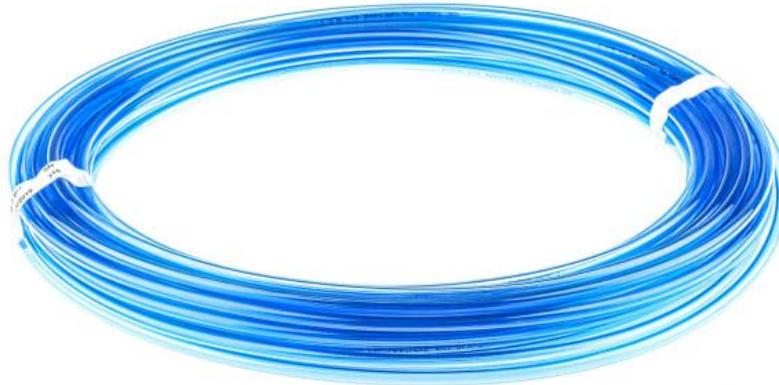


Ilustración 21: Tubo para neumática.

Fluido	Aire, Agua
Presión de trabajo máx. 20°C	0.8 MPa
Presión de estallido	Consulte las curvas de presión de estallido
Temperatura de trabajo -20 a 60°C	(Agua: 0 a 40°C) (Sin congelación)

Tabla 17: Características de tubo neumático.

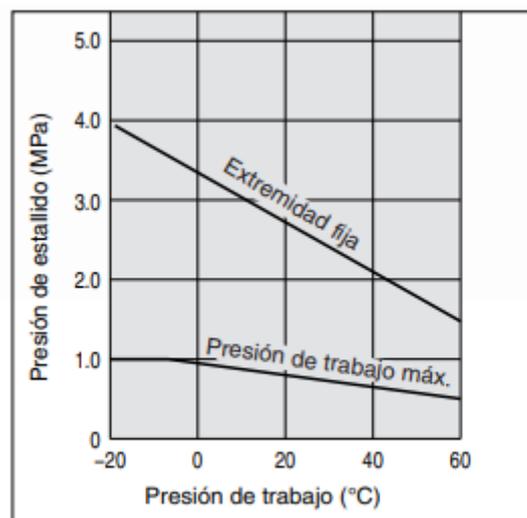


Ilustración 22: Curva de presión de estallido y presión de trabajo.

Blai Soto Artiga

Las líneas de presión neumática elegidas son de poliuretano (PUR) y tienen un diámetro exterior de 6mm y un diámetro interior de 4mm. La presión máxima de trabajo está en torno a los 8 bares por eso es el componente que marca la presión máxima a la que se tarará la válvula de seguridad. No se le aplica factor de seguridad a este valor ya que no es peligroso que estalle una línea, sino que estalle algún otro componente metálico o que se rompa algún componente con mayor coste económico.

Para la recorrería se usa en la medida de las posibles conexiones de enganche rápido que permiten reparar una avería y desmontar cualquier componente en un tiempo muy contenido. La medida que vamos a usar y que viene marcada por el resto de los componentes es 6 mm de diámetro en la parte del enganche rápido y rosca de 1/8 en la parte roscada.

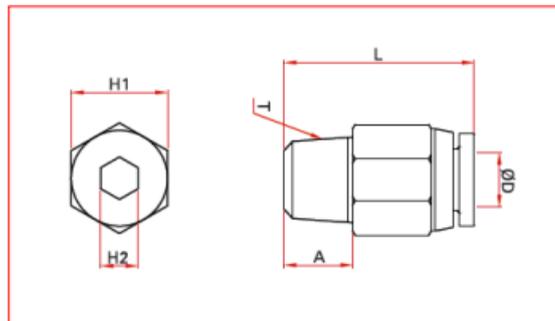


Ilustración 23: Racor recto.

RS Article	∅D	T (Thread)	L	A	H 1(Hex)	H 2(Hex)
9160697	4	M5xP0.8	20	3.5	10	2
9160707	4	PT 1/8	20.5	8	10	3
9160700	4	PT 1/4	19	10	14	3
9160704	6	M5xP0.8	21	3.5	12	2
9160713	6	PT 1/8	21.3	8	12	4

Tabla 18: Dimensiones racor recto.

Bien es cierto que a la salida de los compresores será necesario acoplar un racor de espiga a causa de que ya vienen con una salida de un tubo de caucho.



Ilustración 24: Racor de espiga.

1.6.2.7. Parte eléctrica.

Tanto la electroválvula como los compresores funcionan utilizando energía eléctrica y eso implica que tenemos que tener un circuito de alimentación y mando.

El mando de las electroválvulas se hacen a través de dos levas, fabricadas a través de un proceso de impresión 3D y ubicadas en el volante que accionan sendos pulsadores.

El alojamiento de las levas y los pulsadores está fabricado mediante un proceso de mecanizado, en aluminio 7075. Y se encuentra ubicado entre el volante y el sistema de enganche rápido de la dirección. Las conexiones eléctricas entre los elementos del volante y el resto de la instalación se hace a través de un cable en espiral para permitir tanto el movimiento normal del volante como la extracción de este cuando sea necesario.

Blai Soto Artiga



Ilustración 25: Cable en espiral.



Ilustración 26: Pulsador de accionamiento del cambio.

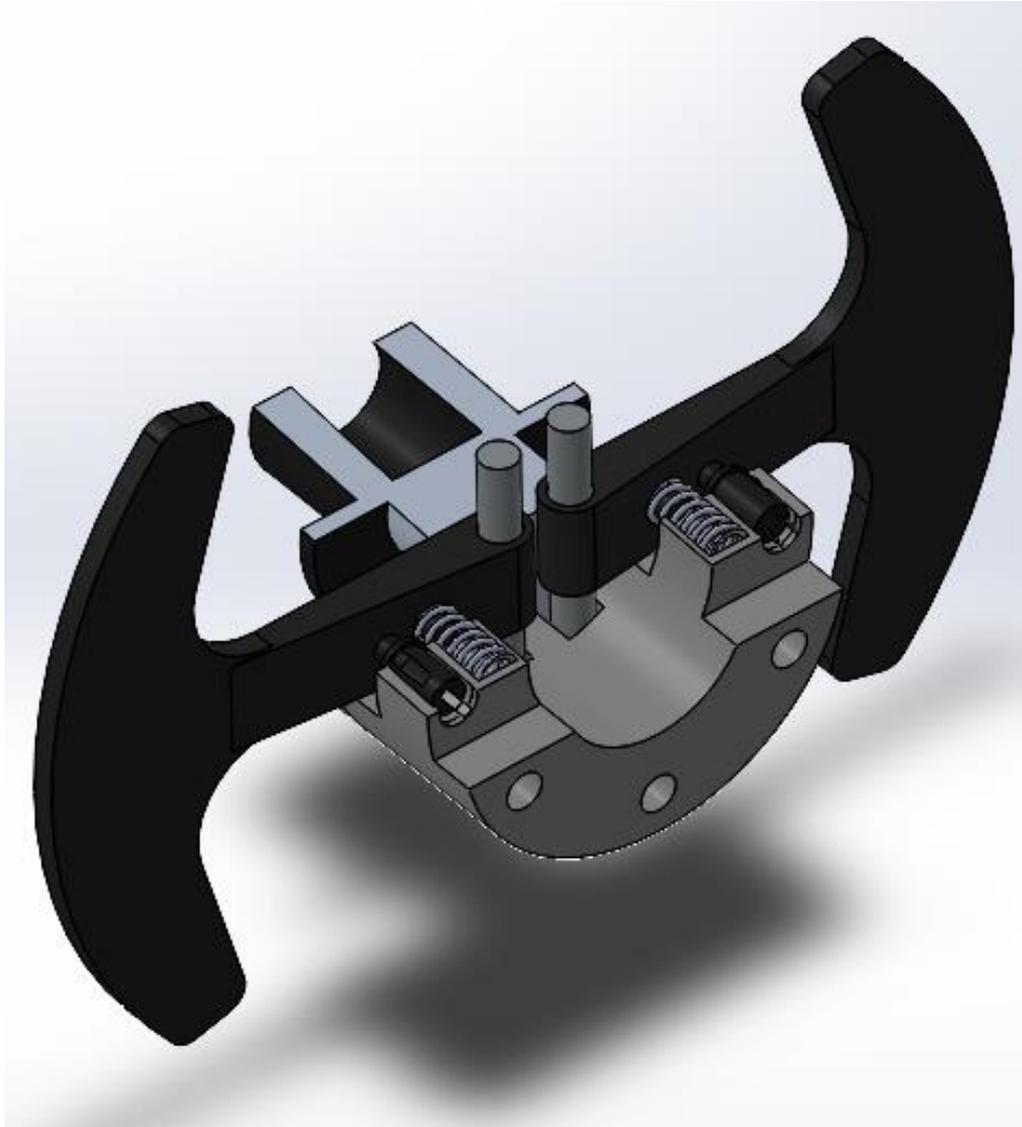


Ilustración 27: Sección del mecanismo de levas.

En cuanto al circuito eléctrico se integra dentro de la instalación eléctrica de todo el vehículo. Como se puede observar en la imagen el cableado del sistema está protegido por un fusible y alimentado, a través de un relé, por un interruptor que desactiva todo el sistema. Aunque el dimensionado del cableado y de las protecciones (fusible) quede fuera del alcance de este proyecto, si se debe tener en cuenta el sumatorio del consumo de los elementos para comprobar que no superarán la potencia suministrada por el generador. Lo que causaría que la batería perdiera carga.

Salida máxima del generador	375 W a 5000 rpm
Consumo bobina de relé	1,2 W
Consumo electroválvula	0,45 W
Consumo compresores	132 W

Tabla 19: Consumos eléctricos.

Como se puede observar en la tabla anterior la potencia utilizada es 133,65 W. Lo que podemos considerar adecuado teniendo en cuenta que los compresores tienen un funcionamiento intermitente y que el generador proveniente de la motocicleta está diseñado para suministrar potencia a las luces que tienen un consumo de 130 W y que no vamos a montar en el vehículo.

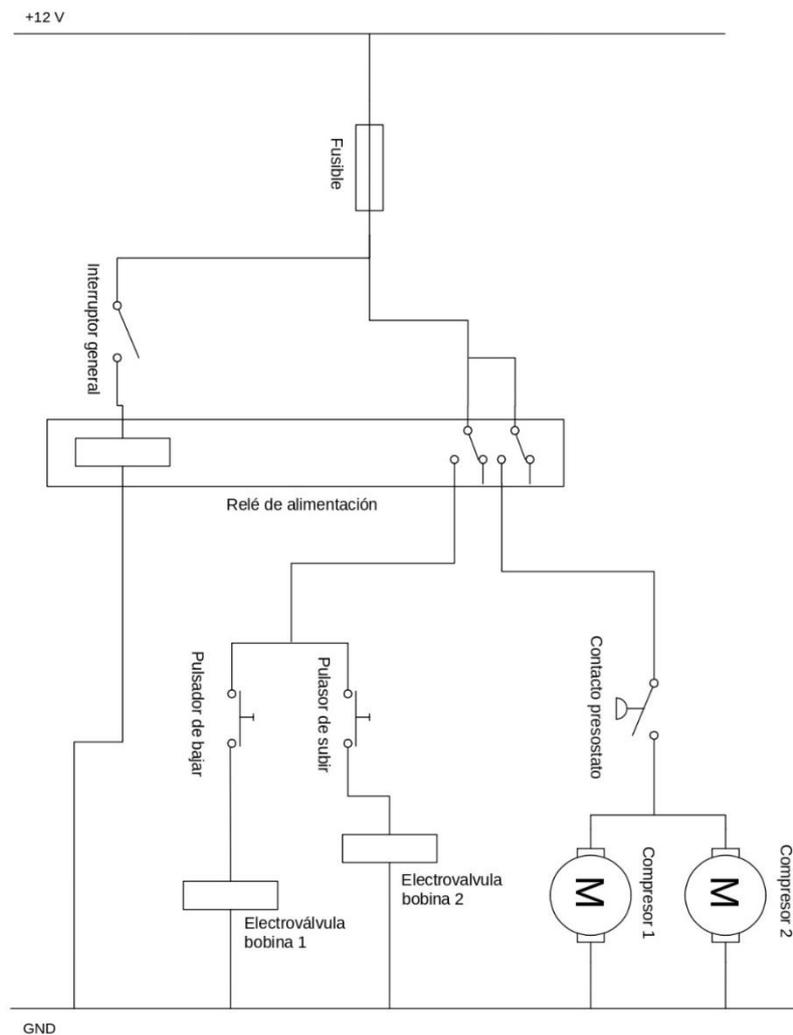


Ilustración 28: Esquema eléctrico del sistema.

1.6.3. Puesta en servicio del sistema de cambio

La puesta en servicio del sistema de cambio una vez montados todos los elementos sobre el vehículo consta de tres pasos:

Regulación de válvula de seguridad:

Esta regulación se debe efectuar, por cuestiones de seguridad, antes de montar la válvula en el circuito, mediante una toma de presión externa donde podamos controlar y regular la presión aplicada para ello iremos incrementando la presión hasta que la válvula salte y libere la presión. A continuación, subiremos o bajaremos la presión dependiendo si esta por encima o por debajo de 8 bares (apartado 5.2.9.). Repetiremos la operación hasta llegar a la presión indicada.

Regulación de presostato:



Ilustración 29: Vista de presostato sin tapa.

El presostato que se ha elegido es de contacto normalmente abierto y cuenta con dos muelles sobre los que se actúa, aumentando o disminuyendo su pretensión, para su regulación. El muelle grande (muelle A) tiene la función de cerrar el contacto en el momento que se baja de la presión estipulada para el arranque de los compresores mientras que el muelle pequeño (muelle B) tiene la función de regular el intervalo en el que el contacto está cerrado.

Para la regulación del presostato, hay que seguir los pasos siguientes, para este procedimiento es necesario también usar una fuente de presión externa:

- Quitar la alimentación del sistema y desconectar todas las conexiones eléctricas del presostato y abrir la tapa de este.
- Presurizar el sistema con la presión de arranque de los compresores deseada (5 bares) que se tiene que mantener.
- Soltar el muelle B completamente y apretar el muelle A al máximo.
- Midiendo la continuidad del contacto soltar el muelle A hasta que haya continuidad.
- Elevar la presión hasta la presión de paro de los compresores (7 bares) y apretar el muelle de B hasta que cese la continuidad en los contactos.
- Volver a conectar eléctricamente el presostato y cerrar la tapa.

Regulación de la presión de actuación del pistón:

En este último paso es impórtate tener en cuenta que la presión de actuación del pistón debe estar por debajo de la presión de arranque de los compresores con el fin de mantener una regulación y por consiguiente una fuerza constante en el actuador. Si se necesita más presión habría que repetir el procedimiento anterior para dejar la presión de arranque más alta.

Para empezar, ponemos el sistema en funcionamiento y esperamos a que se paren los compresores. Bajamos la presión con el regulador de presión de actuación hasta la presión mínima de funcionamiento del actuador (0,8 bares).

Blai Soto Artiga

Arrancamos el motor del vehículo y probamos estática y dinámicamente a engranar todas las marchas. Si las marchas no entran correctamente con un uso normal a un ritmo moderado, aumentar la presión hasta conseguir un funcionamiento adecuado. Tener en cuenta que la fuerza es ligeramente mayor en el movimiento de extensión que en el de contracción, esto es debido a que el vástago al anclarse al embolo por uno de los lados reduce el área sobre la que actúa la presión neumática.

Este procedimiento es muy importante para mantener la integridad de los componentes mecánicos internos del cambio de marchas que podría dañarse si la fuerza del actuador es demasiado alta

Presión de arranque de compresores	5 bares
Presión de paro de los compresores	7 bares
Presión de activación de válvula de seguridad	8 bares

Tabla 20: Presiones de referencia.

1.6.4. Piezas fabricadas en el cambio de marchas.

Para las piezas fabricadas del cambio de marchas servirán las mismas especificaciones de tolerancias que se definen en el punto 6.5. de esta memoria.

1.6.4.1. Mecanizados, corte laser y soldadura.

Pieza	Unidades	Material
Soporte de mecanismos	1	Al 7075
Pasador leva	2	DIN 12367
Soporte de actuador	2	DIN 1,0301

Tabla 21: Lista de piezas fabricadas para el cambio de marchas.

Blai Soto Artiga

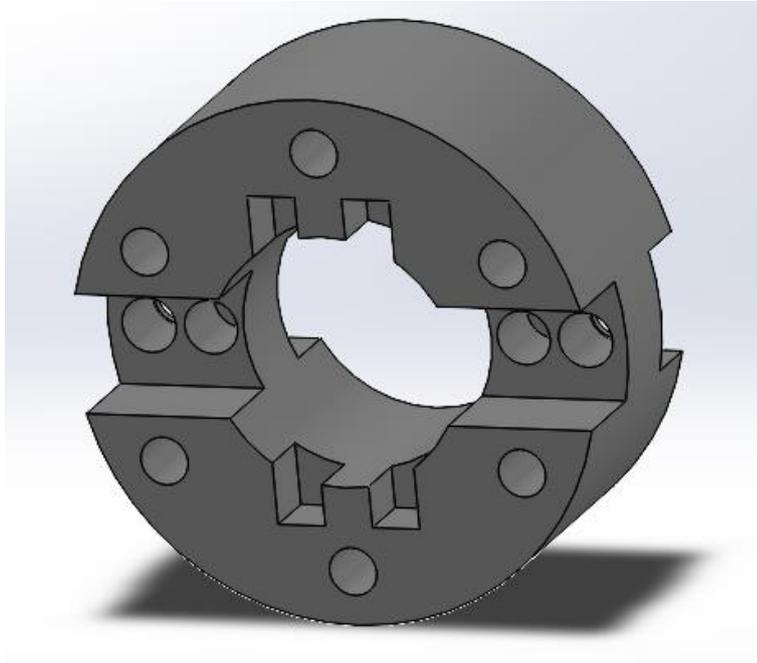


Ilustración 30: Soporte de mecanismo. Vista trasera.

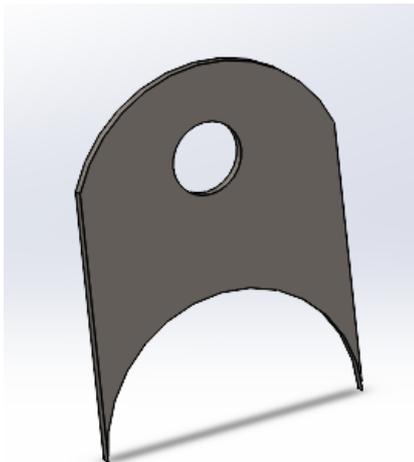


Ilustración 31: Soporte de actuador.



Ilustración 32: Pasador de leva.

Blai Soto Artiga

El proceso de soldadura que se realiza en la unión entre el soporte del actuador y la barra del chasis de vehículo se efectuara conforme a la normativa norteamericana usando un electrodo E60 y realizando un cordón por cada lado de la chapa a tope con el tubo. Para más información acudir a al [anexo de cálculos del cambio de marchas](#) y a los [planos](#).

1.6.4.2. Impresión 3D

El proceso de fabricación aditiva (impresión 3D) está basado en la adición de capas de un hilo plástico por medio de un extrusor alimentado con una bobina de hilo. En este caso para la fabricación de esta pieza se usará como material el termoplástico ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno). Al no ser esta pieza crítica para la seguridad y a la variabilidad de la resistencia del material resultante dependiendo del equipo y de las condiciones de fabricación, el dimensionado de esta pieza se desarrollará en el proceso de pruebas del sistema mediante el método ensayo error.

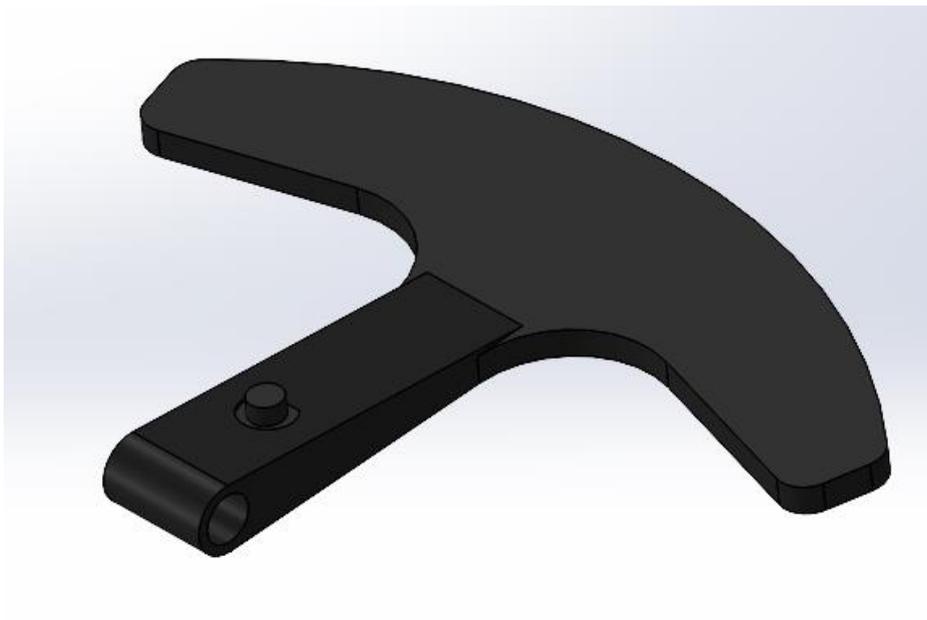


Ilustración 33: Leva.

1.6.5. Diseño final y fabricación de la pedalera

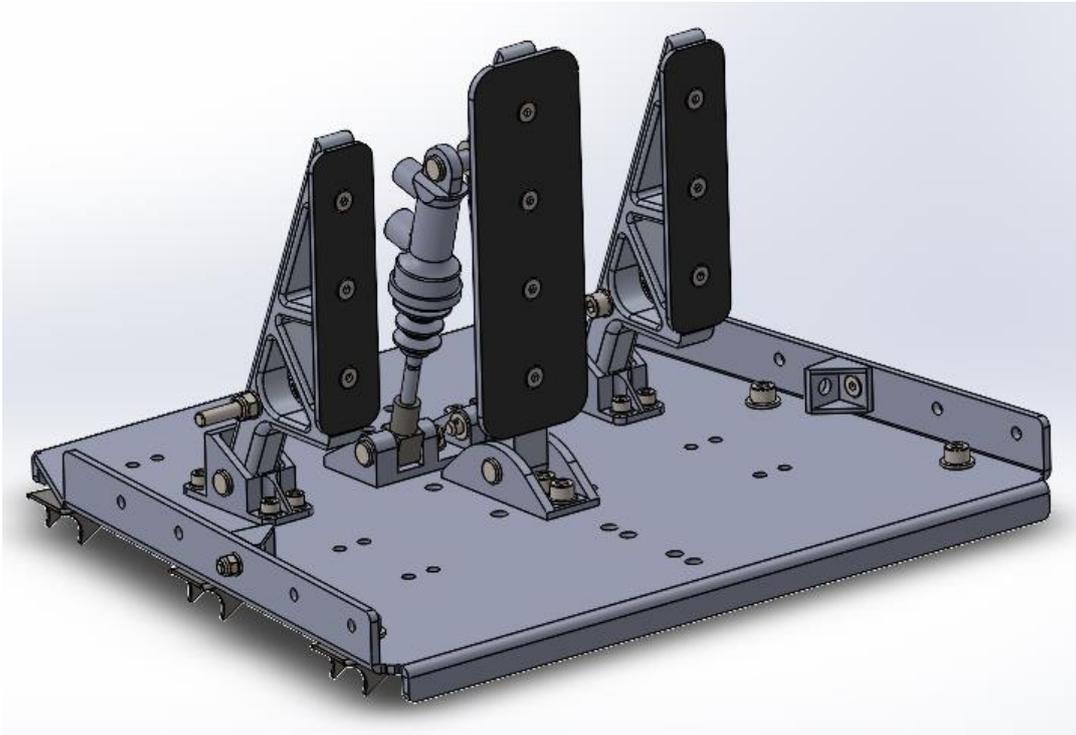


Ilustración 34: Ensamblaje completo de la pedalera. Vista frontal.

1.6.5.1. Mecanizados.

Las piezas mecanizadas son todas en aluminio 7075 utilizando para ello un centro de mecanizado CNC. Las tolerancias generales si no se especifican en los planos serán según norma UNE 22768. Tomando la clase de tolerancia media (m) para las tolerancias dimensionales y K para las geométricas.

A continuación, se detalla una tabla con los diferentes mecanizados presentes en el diseño, así como las unidades que es necesario fabricar, el material de la pieza y las operaciones de mecanizado que son necesarias. Las operaciones necesarias se tienen en cuenta a la hora de realizar el presupuesto.

Ilustración 35: Lista de mecanizados de la pedalera.

Pieza	Material	Operaciones
Soporte cable	Al 7075	Fresado 1 cambio de amarre
Soporte del pedal acelerador_embrague	Al 7075	Fresado 1 cambio de amarre
Pedal acelerador_embrague	Al 7075	Fresado 1 cambio de amarre
soporte bombas trasero	Al 7075	Fresado 1 cambio de amarre
Soporte freno delantero	Al 7075	Fresado 1 cambio de amarre
Puntera de la bomba	Acero inoxidable forjado	Fresado 1 cambio de amarre
Casquillo	Acero inoxidable forjado	Torneado 1 cambio de amarre
Pasador 8x50	DIN 1,2367	Torneado 1 cambio de amarre
Pasador 8x45	DIN 1,2367	Torneado 1 cambio de amarre
Pasador 8x80	DIN 1,2367	Torneado 1 cambio de amarre
Pasador 8x40	DIN 1,2367	Torneado 1 cambio de amarre

1.6.5.2. Corte laser y doblado de chapa.

Todas las chapas del diseño serán cortadas por corte laser siguiendo las directivas de la normativa ISO 9013. Todos los agujeros donde se va a alojar un tornillo se han diseñado con un margen de 1 mm, atendiendo a las recomendaciones del proveedor de corte por láser. Esto significa que los agujeros para tornillos de M8 serán de diámetro 9 mm y los agujeros para tornillos M6 serán de 7 mm. Dando este margen al error de la maquina y a los posibles defectos de fabricación como las rebabas, no será necesario aplicar tolerancias en estas dimensiones.

El doblado de chapa no se interpone entre dimensiones importantes por lo que no será necesario aplicar recomendaciones adicionales de tolerancias.

1.6.5.3. Uniones atornilladas y pasadores.

La tipología de uniones atornilladas que contiene el ensamblaje es la siguiente:

M6:

- Tornillos ISO 4762 con tuercas ISO 7040.
- Tornillo ISO 10642 roscado sobre pieza de aluminio.
- Tornillo ISO 10642 con tuercas ISO 7040.

M8:

- Tornillos ISO 4762 con tuercas ISO 7040.

Las uniones atornillas se han dimensionado tomando tornillos de calidad 8.8 pretensados con un par de apriete calculado según norma UNE 17108.

Par de apriete para tornillo ISO 10642 M6	10,6 Nm
Par de apriete para tornillo ISO 4762 M6	9,64 Nm
Par de apriete para tornillo ISO 4762 M8	22,77 Nm

Tabla 22: Par de apriete para los tornillos de la pedalera.

El límite elástico se ha obtenido de la norma UNE 898 y tiene un valor de 640 MPa. Para verificar que todas las uniones atornillas resisten a las fuerzas sometidas se han incluido dentro de la simulación del ensamblaje. Como requisito se ha impuesto un factor de seguridad de al menos 1,5.

En cuanto a los pasadores tienen las dimensiones del pasador normalizado ISO 2341 y se mecanizarán a partir de un bruto de material DIN 1.2367 debido a que son las piezas más críticas se fabricarán por duplicado.

1.6.5.4. Componentes de catálogo.

Las bombas de frenos son dos debido a la normativa que obliga a tener dos circuitos de freno separados para más seguridad en caso de fallo. Se ha elegido dos bombas específicas diseñadas por AP Racing para la categoría de Formula Student. La referencia de estas bombas es CP7855.

La elección disposición y requerimientos de las bombas se escapa del alcance de este proyecto y entraría dentro del desarrollo de los frenos. Más información sobre las características de la bomba véase el apartado de [fichas técnicas](#).



Ilustración 36: Bomba de freno AP Racing CP7855.

1.6.6. Análisis de fuerzas.

La hipótesis del análisis de fuerzas sobre la pedalera se basa en el apartado de la normativa T 5.1.8., véase en el apartado normativa en la sección normativa específica de Formula Student. Lo que significa que se aplica una fuerza de 2 KN sobre la superficie del pedal del freno y se comprueba según el criterio de Von Mises que todas las piezas del ensamblaje tengan un coeficiente de seguridad mayor a uno. Se incluye en este análisis, como se ha mencionado anteriormente, las uniones, pernos y pasadores.

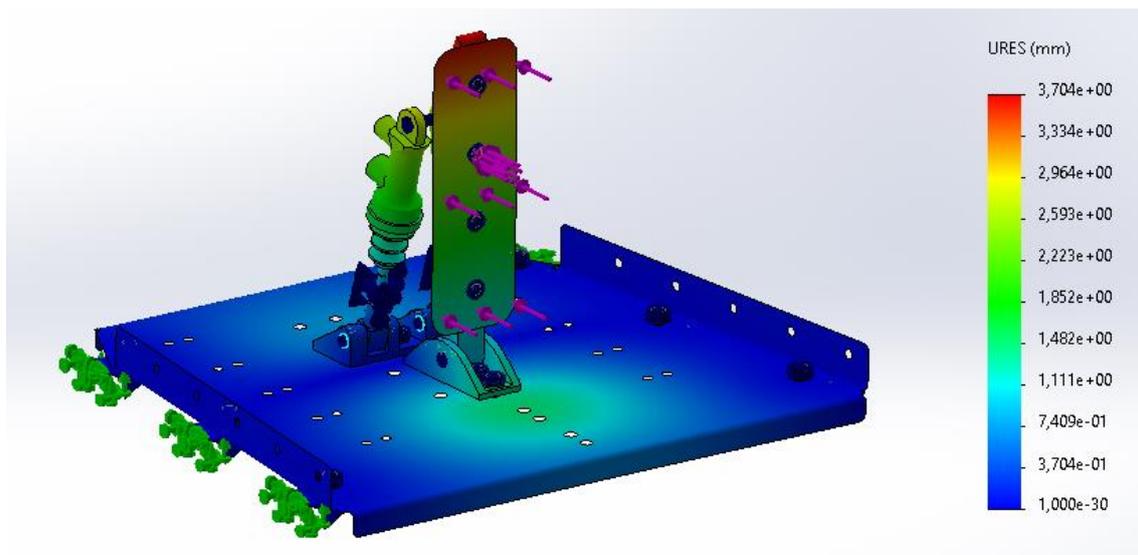
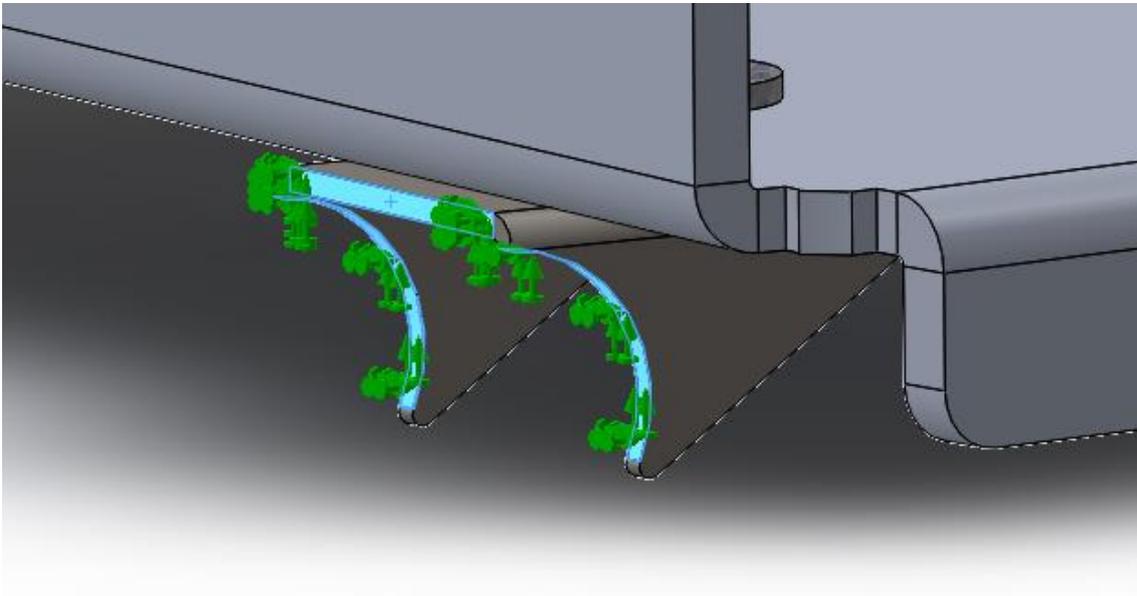


Ilustración 37: Análisis estático del pedal del freno. Desplazamientos.

Se ha considerado que la sujeción al vehículo es una unión rígida en la superficie de los seis soportes que serán soldados a los tubos del chasis.



Il·lustració 38: Detalle de sujeción para análisis estático.

Sobre la posición del pedal se ha comprobado que de todas las regulaciones posibles está es la más desfavorable.

Se ha realizado una simulación con teniendo en cuenta las mismas condiciones que en el análisis anterior, pero con el pedal en la posición de máximo recorrido de las bombas.

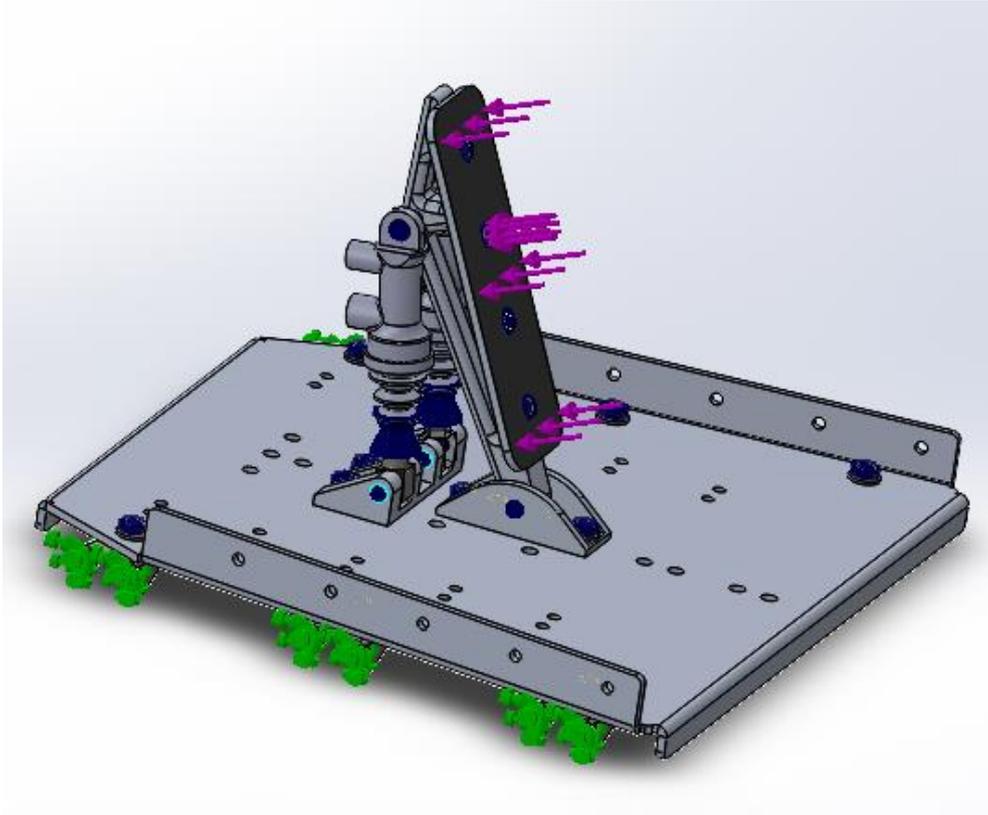


Ilustración 39: Hipótesis con el pedal de freno en el máximo recorrido.

Los resultados de estas simulaciones se pueden consultar en el anexo de cálculos de la pedalera.

1.7. Bibliografía

Aenormás. (14 de 11 de 2021). Obtenido de <http://aenormas.aenor.es/>

F7 PRO Pedal Box - 3 pedals version - Formula Seven. (14 de 11 de 2021). Obtenido de Formula Seven: <http://www.formula-seven.com/shop-products/f7-pro-pedal-box-3-pedals-version/>

FSAE History. (2021 de 11 de 2021). Obtenido de FSAEOnline.com: <https://www.fsaeonline.com/page.aspx?pageid=c4c5195a-60c0-46aa-acbf-2958ef545b72>

History of Formula Student. (14 de 11 de 2021). Obtenido de Institution of Mechanical Engineers - IMechE: <https://www.imeche.org/events/formula-student/about-formula-student/history-of-formula-student>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (14 de 11 de 2021). Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba

Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales. II. (14 de 11 de 2021). Obtenido de Google Books.

Kliktronic Electric Shifter Gear Change System | Kliktronic. (14 de 11 de 2021). Obtenido de Kliktronic Ltd: <https://www.kliktronic.co.uk/the-kliktronic-system/>

Mecapedia. (14 de 11 de 2021). Obtenido de <http://www.mecapedia.uji.es/maquina.htm>

Suzuki, m. c. (2003). Manual de servicio SV650/S.

2. Anexo de cálculos del cambio de marchas.

2.1. Simulación de anclaje del actuador

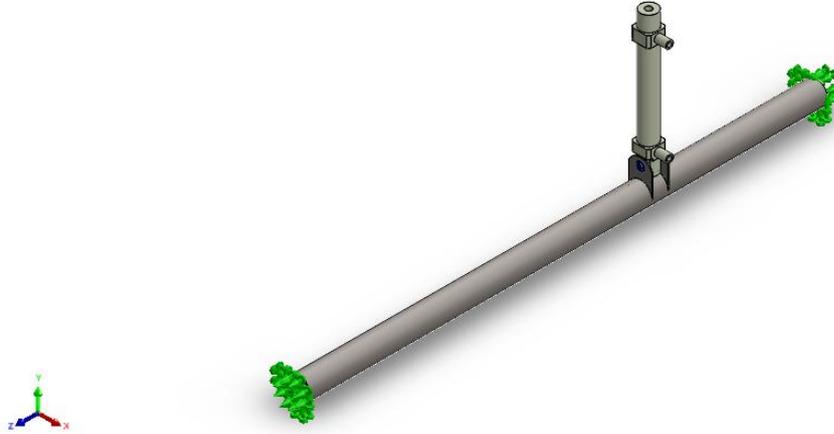


Fecha: martes, 2 de noviembre de 2021

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Análisis estático 1

Tipo de análisis: Análisis estático



Nombre del modelo: Anclaje actuador

Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
 <p>Saliente-Extruir1</p>	Sólido	<p>Masa:0,927657 kg</p> <p>Volumen:0,000117873 m³</p> <p>Densidad:7.870 kg/m³</p> <p>Peso:9,09104 N</p>	<p>C:\Users\Propietario\Desktop\UJI\TFG\Diseño Solid\RIUS\UFS03\UFS03_19_02_00\Tubo de 30 mm.SLDPRT</p> <p>Oct 29 20:04:31 2021</p>

Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla mixta
Efecto térmico:	Activar

Blai Soto Artiga

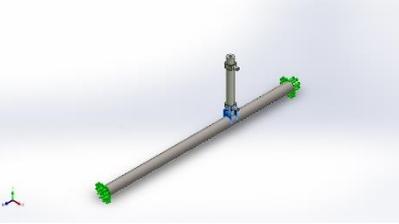
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	

Unidades

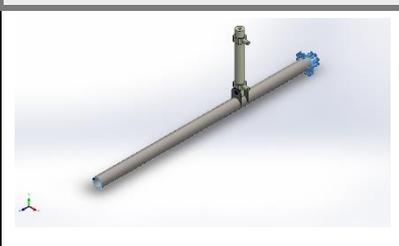
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Blai Soto Artiga

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 1010 Barra de acero laminada en caliente</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 1,8e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 3,25e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,29</p> <p>Densidad: 7.870 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 8e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1,2e-05 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Brida base2)(Soporte de actuador-3),</p> <p>Sólido 1(Brida base2)(Soporte de actuador-4)</p>
Datos de curva:N/A		
	<p>Nombre: AISI 1020 Acero laminado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 3,5e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4,2e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2,05e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,29</p> <p>Densidad: 7.870 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 8e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1,2e-05 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Tubo de 30 mm-1)</p>
Datos de curva:N/A		

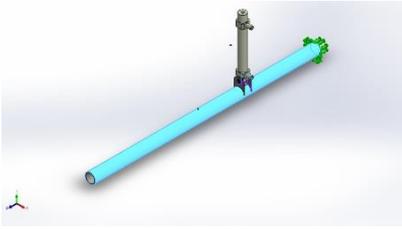
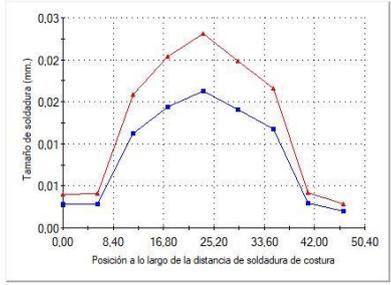
Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-2		Entidades:	2 cara(s)	
		Tipo:	Geometría fija	
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	1,90735e-06	157	1,33514e-05	157
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	1e-33

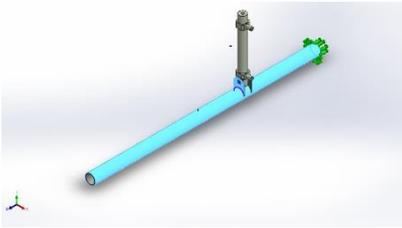
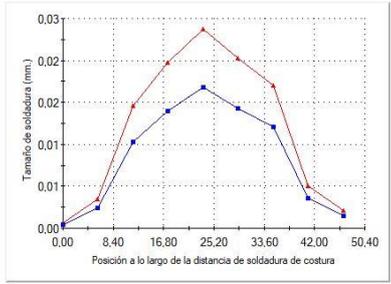
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades:	1 cara(s)	
		Tipo:	Aplicar fuerza normal	
		Valor:	157 N	

Conector de soldar por aristas

Referencia de modelo	Detalles del conector	Gráfico de tamaño de soldadura de arista
----------------------	-----------------------	--

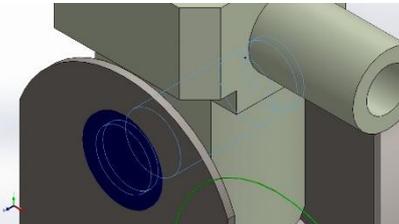
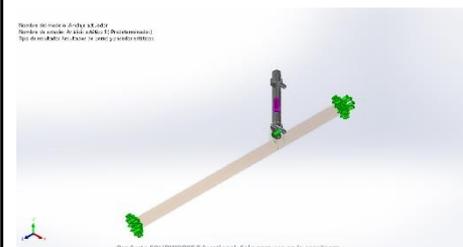
 <p>Conector de soldar por aristas-1</p>	<p>Tipo: Ranura, de doble lado</p> <p>Estándar: Estándar norteamericano</p> <p>Factor de seguridad: 3</p> <p>Electrodo: E60</p> <p>Fuerza de soldadura: $2.73032e+08N/m^2$</p> <p>Tamaño de soldadura: 0,25mm</p> <p>Terminando pieza: Soporte de actuador-3</p> <p>Pieza con relación de posición: Tubo de 30 mm-1</p>	<p>Trazado de tamaño de soldadura de arista</p>  <p>0, 0</p>
---	--	--

Fuerzas del conector			
Tipo	Mín.	Máx.	Media
Tamaño de soldadura (m)	2,838E-06	2,3076E-05	1,2317E-05
Tamaño de garganta de soldadura (m)	2,0067E-06	1,6317E-05	8,7093E-06
Fuerza conjunta normal (N)	-2.082,3	221,99	-1.038,7
Fuerza del eje de corte-soldadura (N)	-1.411,5	1.384,7	-41,375
Fuerza normal de corte-superficie (N)	0	0	0
Momento flector (N.m)	0,030118	0,44211	0,13206

 <p>Conector de soldar por aristas-2</p>	<p>Tipo: Ranura, de doble lado</p> <p>Estándar: Estándar norteamericano</p> <p>Factor de seguridad: 3</p> <p>Electrodo: E60</p> <p>Fuerza de soldadura: $2.73032e+08N/m^2$</p> <p>Tamaño de soldadura: 0,25mm</p>	<p>Trazado de tamaño de soldadura de arista</p>  <p>0, 0</p>
---	--	--

	Terminando pieza:	Soporte de actuador-4	
	Pieza con relación de posición:	Tubo de 30 mm-1	
Fuerzas del conector			
Tipo	Mín.	Máx.	Media
Tamaño de soldadura (m)	5,7932E-07	2,3711E-05	1,1825E-05
Tamaño de garganta de soldadura (m)	4,0964E-07	1,6766E-05	8,3618E-06
Fuerza conjunta normal (N)	-2.255,6	-33,724	-1.088,7
Fuerza del eje de corte-soldadura (N)	-1.357,9	1.308,5	-21,696
Fuerza normal de corte-superficie (N)	0	0	0
Momento flector (N.m)	0,0082187	0,39715	0,1008

Conector de pasador/perno/rodamiento

Referencia de modelo	Detalles del conector	Detalles de resistencia						
 <p>Conector tipo Pasador-1</p>	Entidades: 3 cara(s) Tipo: Pasador Con anillo de retención (sin traslación): Sí Con clave (sin rotación): No Tipo de conexión: Distribuida Unidades: SI Valor de rigidez rotacional: 0 Nombre del material: AISI 316 Barra de acero inoxidable recocido (SS) Módulo de Young: 1,93e+11 N/m ²	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de pasador:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>5,67175</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>2</td> </tr> </table> 	Comprobación de pasador:	Aceptar	FDS calculado:	5,67175	FDS deseado:	2
	Comprobación de pasador:	Aceptar						
FDS calculado:	5,67175							
FDS deseado:	2							

	Coefficiente de Poisson: 0,3 Zona del límite de tensión: 8 mm ² Resistencia del pasador: 137,895 N/mm ² (MPa) Factor de seguridad: 2	
--	---	--

Fuerzas del conector Junta 1

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-0	-0	-0,61396	-0,61396
Fuerza cortante (N)	-0,0041173	-78,502	0	78,502
Torsión (N.m)	0	0	1,316e-14	1,316e-14
Momento flector (N.m)	0,003733	-3,9717e-05	0	0,0037333

Fuerzas del conector Junta 2

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-0	-0	-0,61396	-0,61396
Fuerza cortante (N)	-0,0041173	-78,502	0	78,502
Torsión (N.m)	0	0	4,0965e-16	4,0965e-16
Momento flector (N.m)	0,83749	-0,0089103	0	0,83754

Fuerzas del conector Junta 3

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-0	-0	-0,61395	-0,61395
Fuerza cortante (N)	-0,0041171	-78,498	0	78,498
Torsión (N.m)	-0	-0	-8,5701e-15	-8,5701e-15
Momento flector (N.m)	0,0036929	-3,9289e-05	0	0,0036931

Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		<p>Tipo: Sin penetración (Superficie a superficie)</p> <p>Componentes: 1 componente(s)</p>

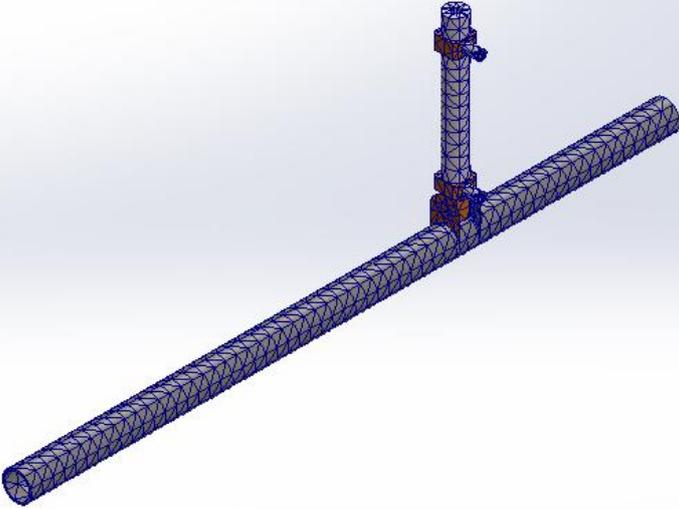
Información de malla

Tipo de malla	Malla mixta
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 Puntos
Verificación jacobiana para el vaciado	Activar
Tamaño de elementos	11,7416 mm
Tolerancia	0,587079 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	7253
-----------------------	------

Blai Soto Artiga

Número total de elementos	3592
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:06
Nombre de computadora:	PC-1607977704
<p>Nombre del modelo: Anclaje actuador Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Predeterminado-) Tipo de malla: Malla mixta</p>  <p>Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.</p>	

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	1,90735e-06	157	1,33514e-05	157

Momentos de reacción

Blai Soto Artiga

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	1e-33

Fuerzas de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-5,48363e-06	0,000109196	-1,73412e-05	0,0001107

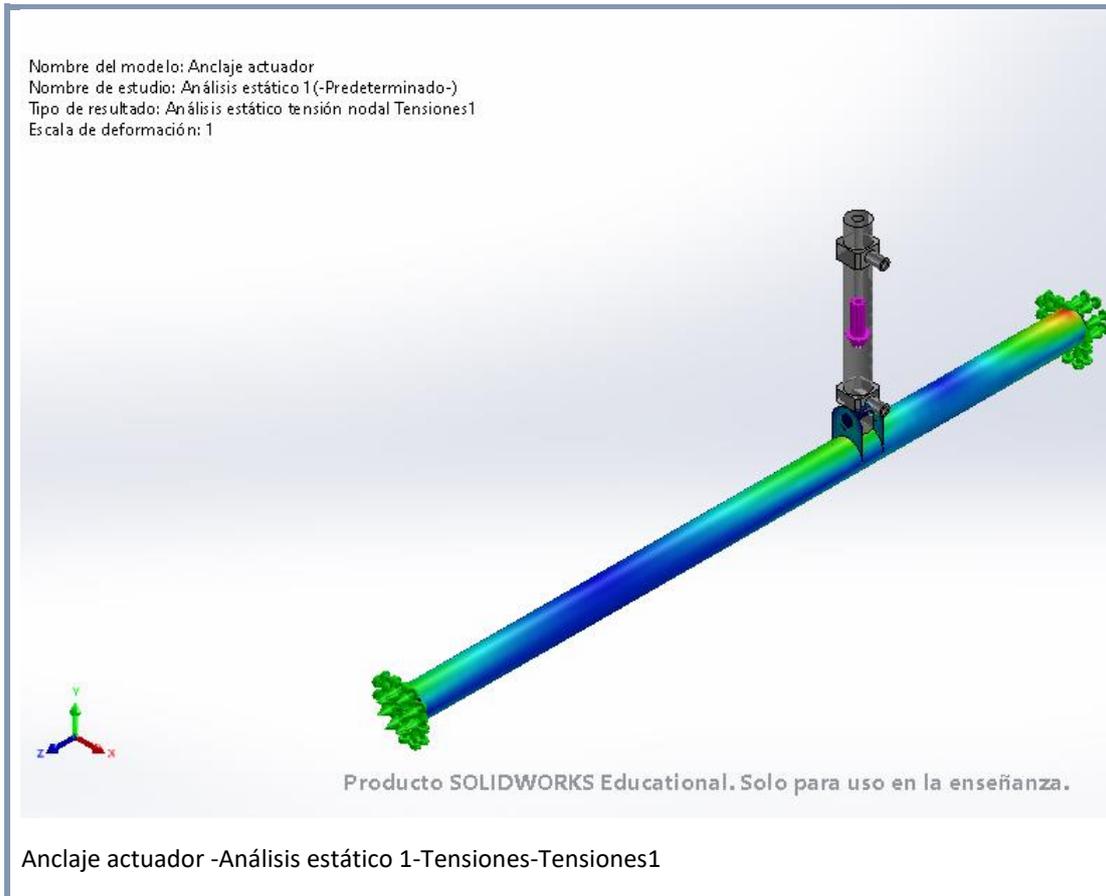
Momentos de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0,00108576	-0,000282052	0,000408146	0,00119374

Resultados del estudio

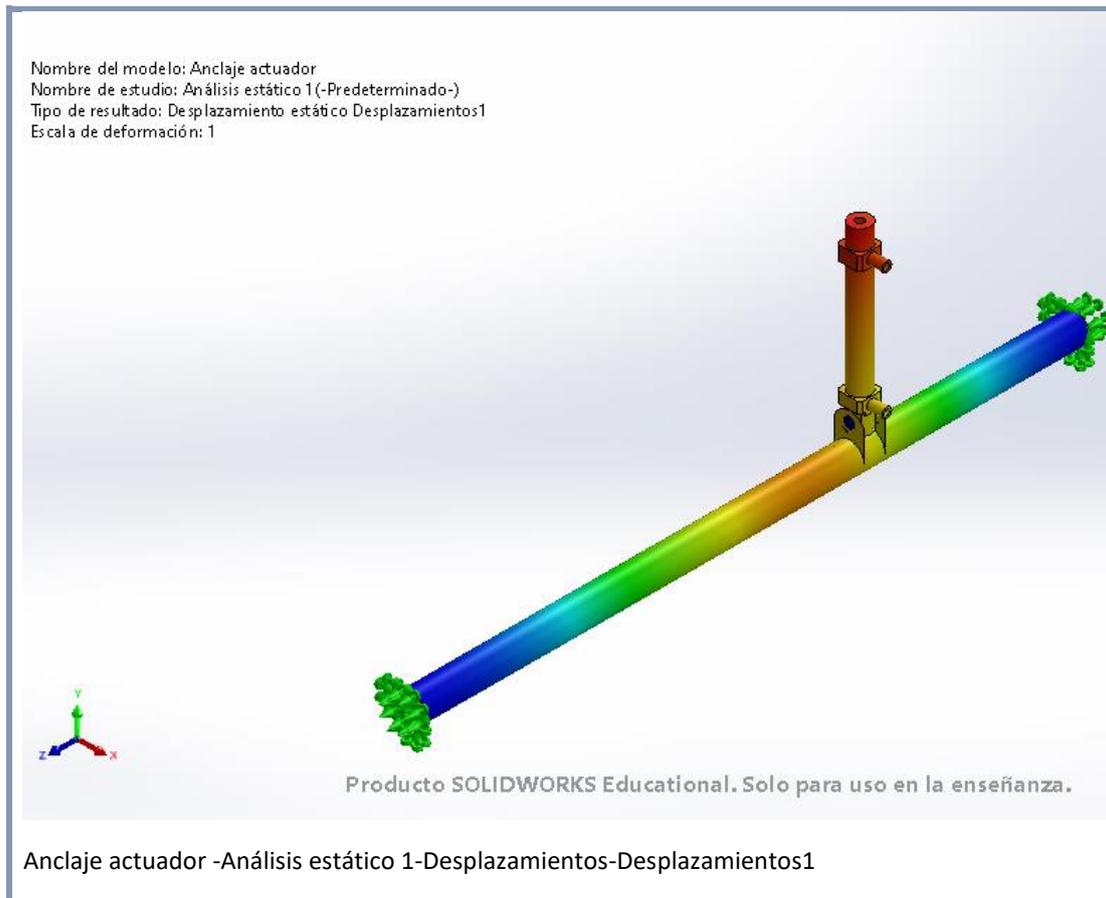
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0,000e+00N/m ² Nodo: 5402	1,085e+07N/m ² Nodo: 835

Blai Soto Artiga



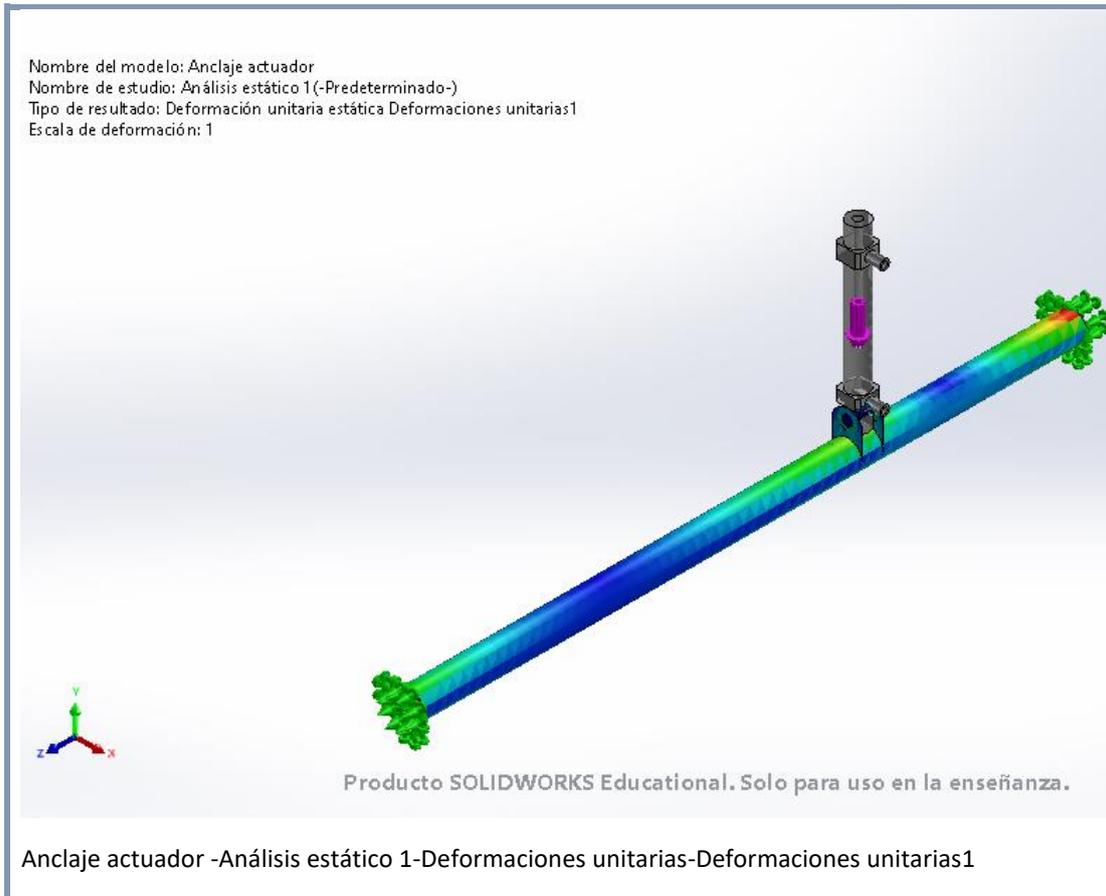
Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00mm Nodo: 1	5,047e-02mm Nodo: 6412

Blai Soto Artiga



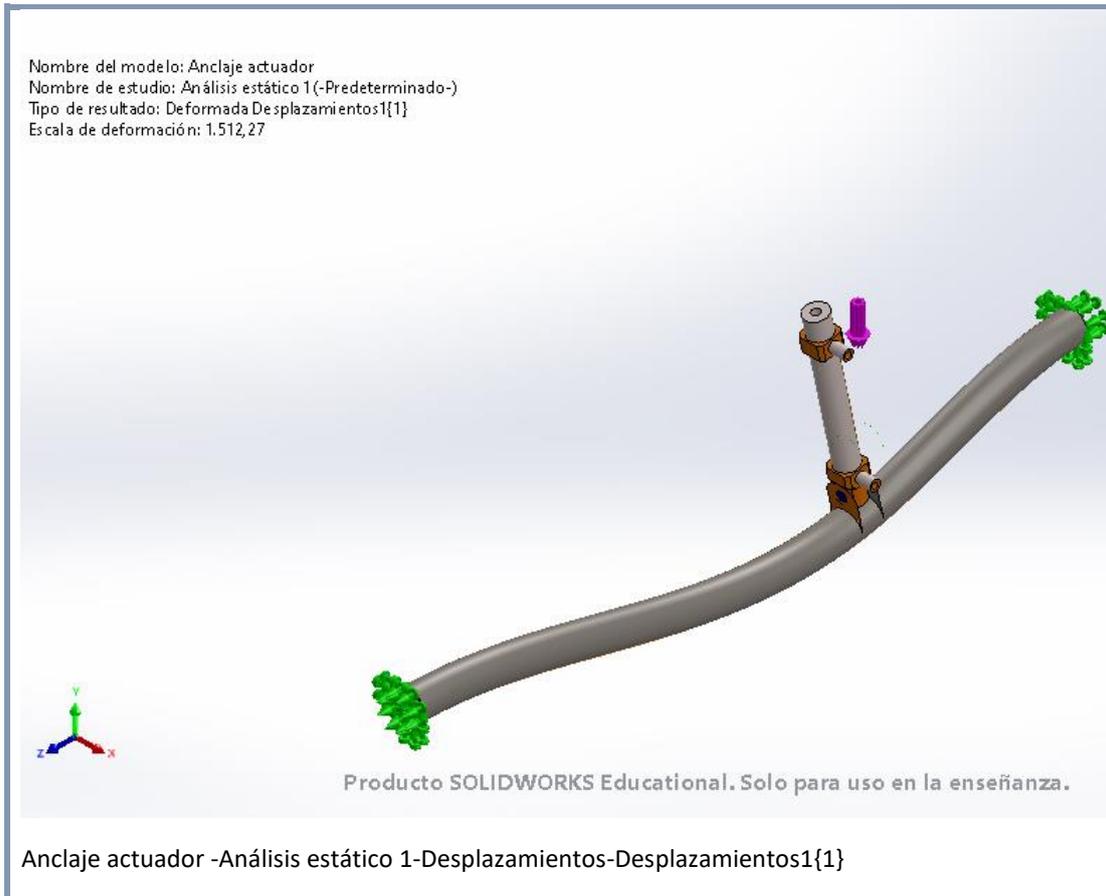
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0,000e+00 Elemento: 2691	4,163e-05 Elemento: 1653

Blai Soto Artiga



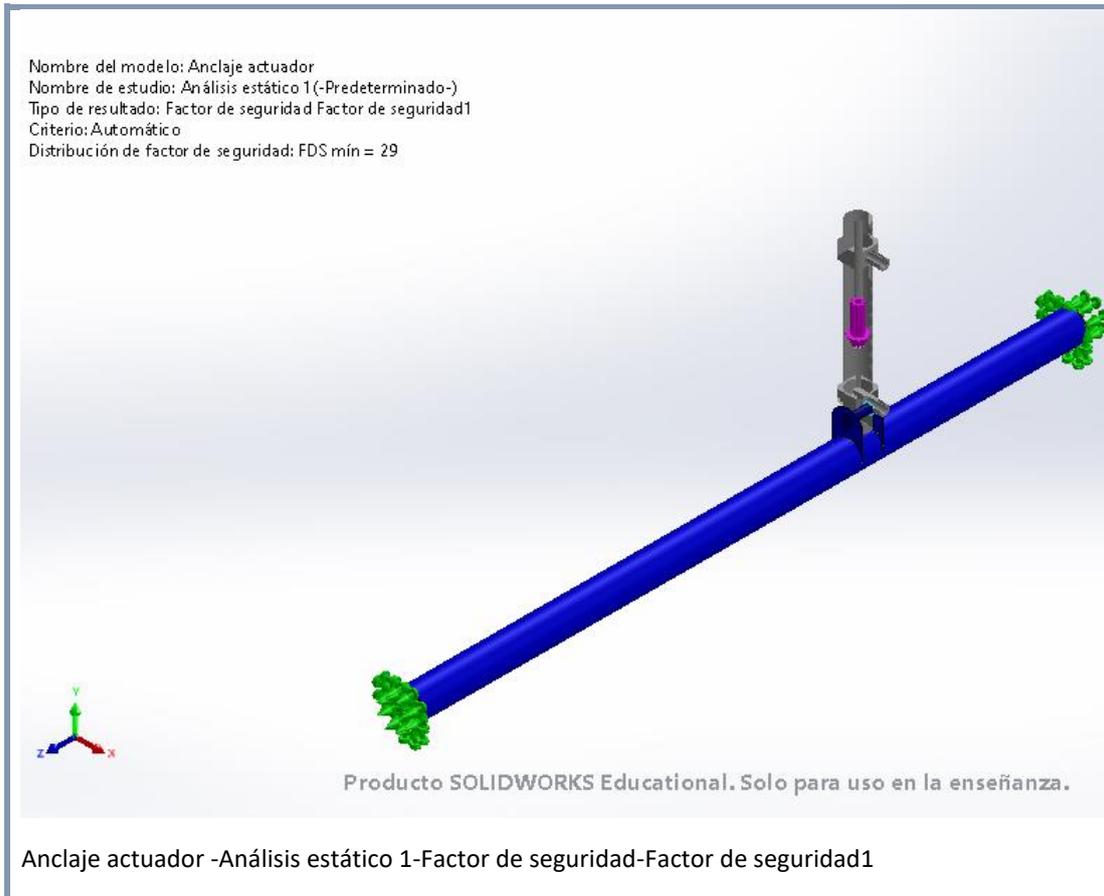
Nombre	Tipo
Desplazamientos1{1}	Deformada

Blai Soto Artiga



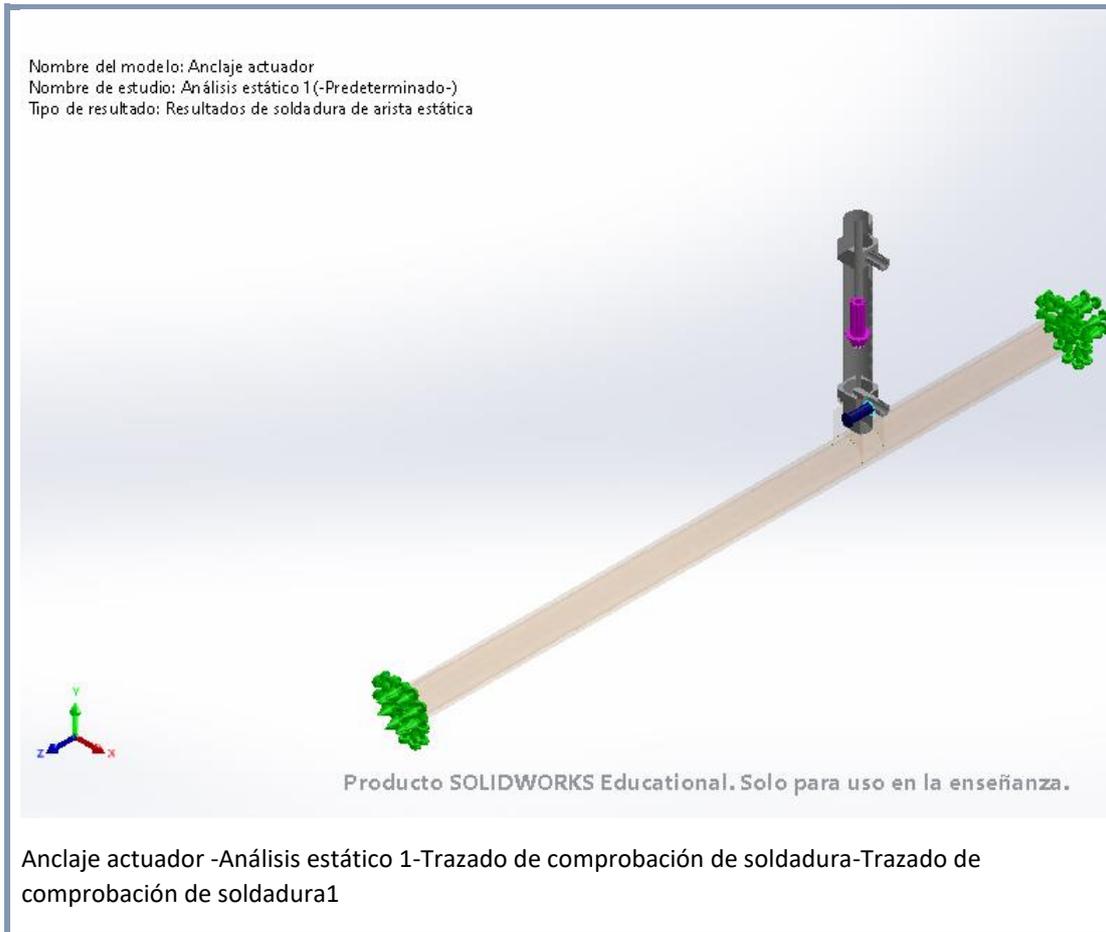
Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Factor de seguridad1	Automático	2,915e+01	7,150e+03
		Nodo: 7166	Nodo: 4034

Blai Soto Artiga



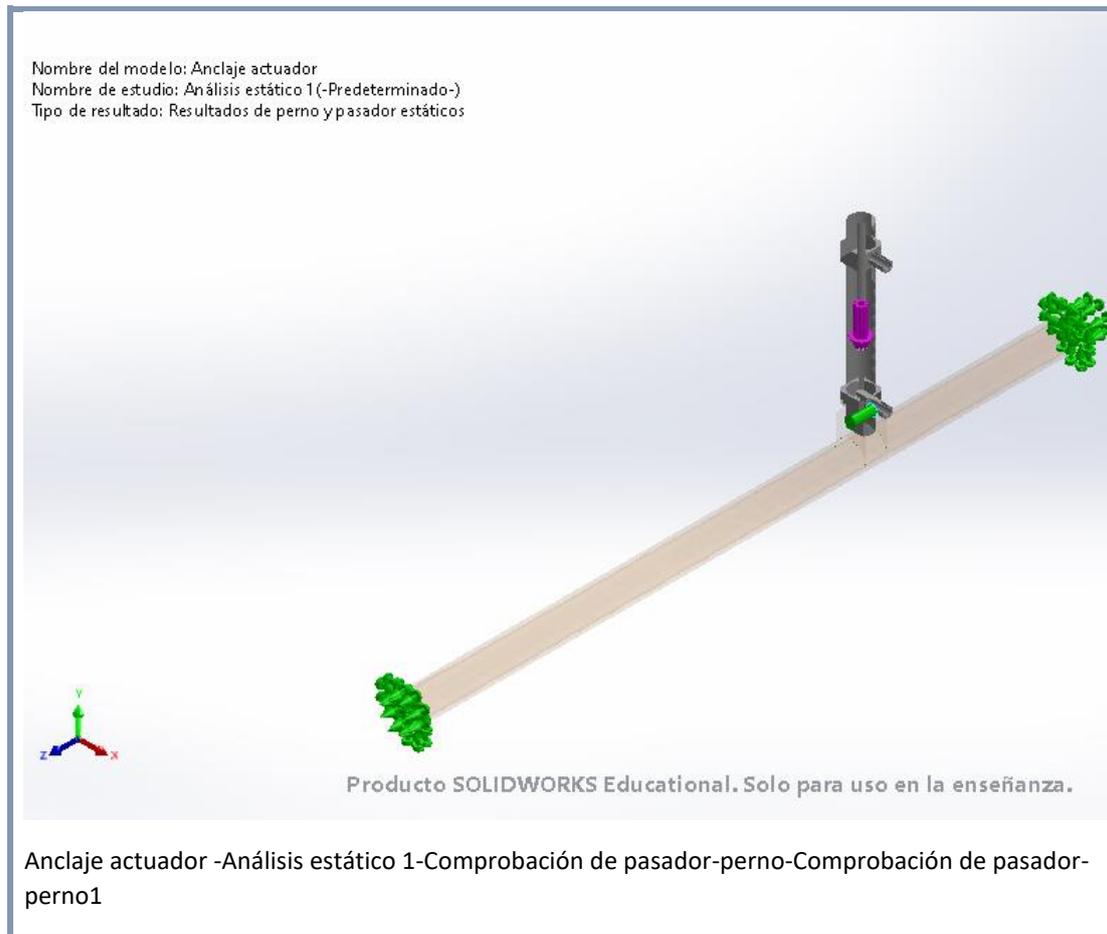
Nombre	Tipo
Trazado de comprobación de soldadura1	Trazado de comprobación de soldadura

Blai Soto Artiga



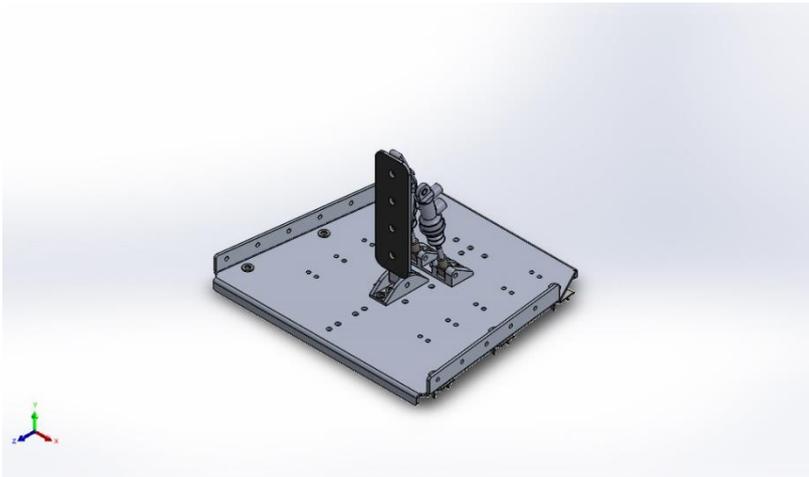
Nombre	Tipo
Comprobación de pasador/perno1	Resultados de perno y pasador estáticos

Blai Soto Artiga



3. Anexo de cálculos de la pedalera

3.1. Simulación de fuerza sobre el pedal de freno recto.



Fecha: domingo, 7 de noviembre de 2021

Diseñador: Blai Soto Artiga

Nombre de estudio: Análisis estático 1

Tipo de análisis: Análisis estático

Propiedades de estudio

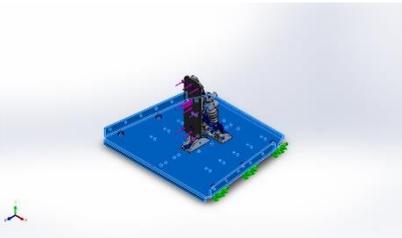
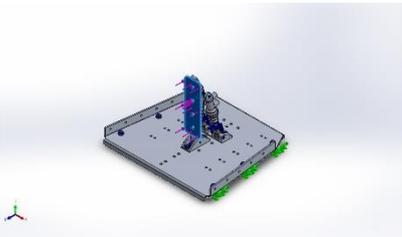
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla mixta
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	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	

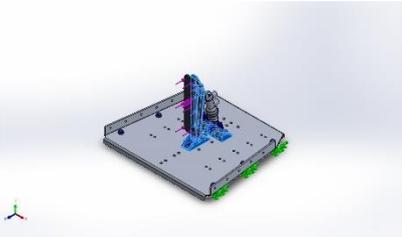
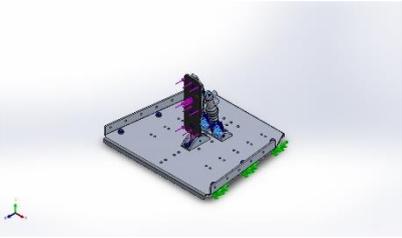
Unidades

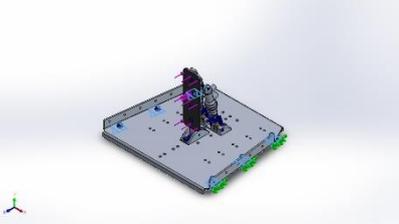
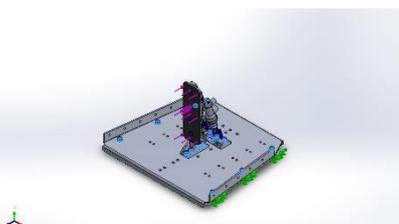
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm

Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

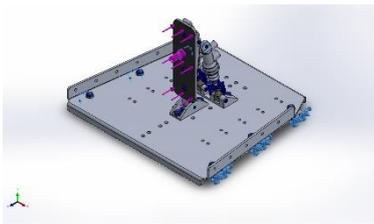
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: 3.3535 (EN-AW 5754)</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 2,5e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 2,9e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 7e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,3897</p> <p>Densidad: 2.660 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 2,7e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 2,4e-05 /Kelvin</p>	Sólido 1(Diámetro de taladro Ø8.0 (MatrizL6)(Base -1)
Datos de curva:N/A		
	<p>Nombre: 1060-H12</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 7,5e+07 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 8,5e+07 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 6,9e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,33</p> <p>Densidad: 2.705 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 2,6e+10 N/m²</p>	Sólido 1(Avellanado para tornillo con cabeza plana avellanada de M61)(Frontal freno-1)

	Coefficiente de dilatación térmica:	2,36e-05 /Kelvin	
Datos de curva:N/A			
	Nombre:	7075-T6 (SN)	Sólido 1(Diámetro de taladro Ø6.0 (Redondeo4)(Pedal de freno-1),
	Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal	Sólido 1(Redondeo3)(Soporte freno delantero-1),
	Criterio de error predeterminado:	Tensión de von Mises máx.	Sólido 1(Diámetro de taladro Ø8.0 (Redondeo1)(soporte bombas trasero-1)
	Límite elástico:	5,05e+08 N/m ²	
	Límite de tracción:	5,7e+08 N/m ²	
	Módulo elástico:	7,2e+10 N/m ²	
	Coefficiente de Poisson:	0,33	
	Densidad:	2.810 kg/m ³	
	Coefficiente de dilatación térmica:	2,36e-05 /Kelvin	
Datos de curva:N/A			
	Nombre:	Acero inoxidable forjado	Sólido 1(Diámetro de taladro 5/16 (0.3125)1)(Puntera de la bomba-1),
	Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal	Sólido 1(Diámetro de taladro 5/16 (0.3125)1)(Puntera de la bomba-2)
	Criterio de error predeterminado:	Desconocido	
	Límite elástico:	2,06807e+08 N/m ²	
	Límite de tracción:	5,17017e+08 N/m ²	
	Módulo elástico:	2e+11 N/m ²	
	Coefficiente de Poisson:	0,26	
	Densidad:	8.000 kg/m ³	
	Coefficiente de dilatación térmica:	1,1e-05 /Kelvin	
Datos de curva:N/A			

	<p>Nombre: AISI 1020 Acero laminado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 3,5e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4,2e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2,05e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,29</p> <p>Densidad: 7.870 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 8e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1,2e-05 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Soporte a chasis-1),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Soporte a chasis-2),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Soporte a chasis-3),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Soporte a chasis-4),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Soporte a chasis-5),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Soporte a chasis-6)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		
	<p>Nombre: Acero galvanizado</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 2,03943e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 3,56901e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,29</p> <p>Densidad: 7.870 kg/m³</p>	<p>Sólido 1(Base-Extrude)(plain washer 10673 type snl_iso-4),</p> <p>Sólido 1(Base-Extrude)(plain washer 10673 type snl_iso-5),</p> <p>Sólido 1(Base-Extrude)(plain washer 10673 type snl_iso-6),</p> <p>Sólido 1(Base-Extrude)(plain washer 10673 type snl_iso-7),</p> <p>Sólido 1(Base-Extrude)(plain washer 10673 type snl_iso-8),</p> <p>Sólido 1(Base-Extrude)(plain washer 10673 type snl_iso-9),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-1),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-2),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-3),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-4),</p>

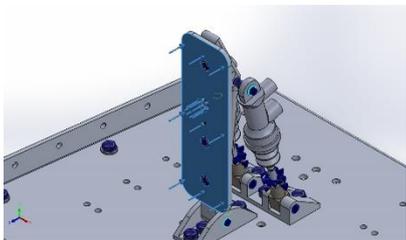
		<p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-5),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-6),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-7),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-8),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-9),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer small grade a_iso-10),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer small grade a_iso-12),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer small grade a_iso-3),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer small grade a_iso-5),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer small grade a_iso-6),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer small grade a_iso-8),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer small grade a_iso-9)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		

Cargas y sujeciones

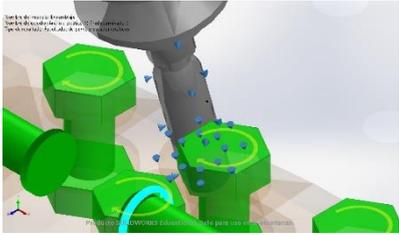
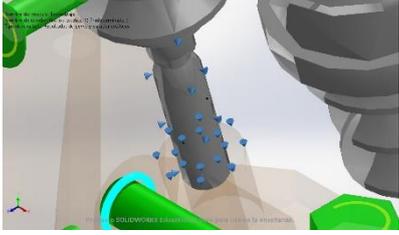
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción	
Fijo-1		<p>Entidades:</p> <p>Tipo:</p>	<p>18 cara(s)</p> <p>Geometría fija</p>

Fuerzas resultantes

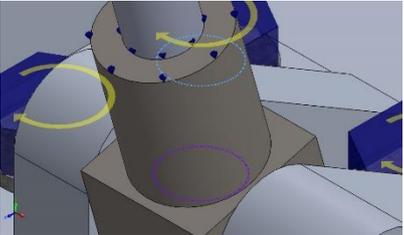
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0,000244141	-0,000823975	1.999,98	1.999,98
Momento de reacción(N.m)	0,256152	-0,169287	0,0918402	0,320479

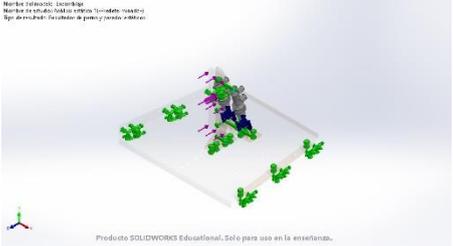
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga	
Fuerza-2		Entidades:	1 cara(s)
		Tipo:	Aplicar fuerza normal
		Valor:	2.000 N

Definiciones de conector

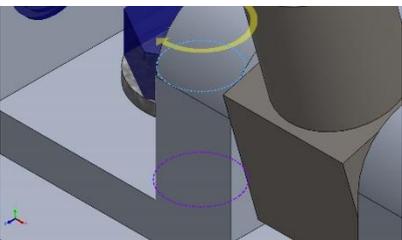
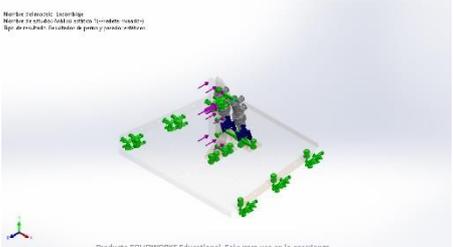
Nombre de conector	Detalles del conector		Imagen del conector
Conector tipo Unión rígida-1	Entidades: Tipo:	2 cara(s) Unión rígida	 <p>Conector tipo Unión rígida-1</p>
Conector tipo Unión rígida-2	Entidades: Tipo:	2 cara(s) Unión rígida	 <p>Conector tipo Unión rígida-2</p>

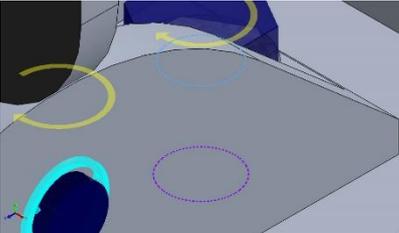
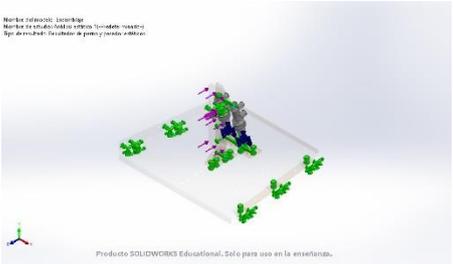
Conector de pasador/perno/rodamiento

Referencia de modelo	Detalles del conector		Detalles de resistencia							
 <p>Tornillo refrentado-1</p>	Entidades:	2 arista(s)	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,80864</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table>		Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,80864	FDS deseado:	1,5
	Comprobación de perno:	Aceptar								
FDS calculado:	1,80864									
FDS deseado:	1,5									
Tipo:	Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)	Tipo de conexión:	Unión rígida							
Diámetro de cabeza:	13 mm	Diámetro de tuerca:	13 mm							

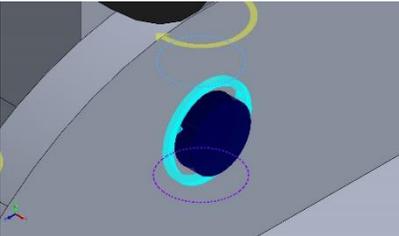
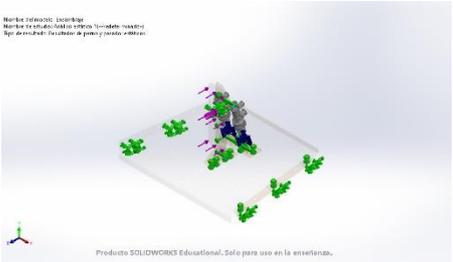
	Diámetro del vástago nominal: 8 mm Nombre del material: Acero aleado Módulo de Young: 2,1e+11 N/m ² Coefficiente de Poisson: 0,28 Número de roscas: 1 roscas/mm Resistencia del perno: 640 N/mm ² (MPa) Factor de seguridad: 1,5 Precarga (Torsión): 22,77 N.m Factor de fricción (K): 0,2 Ajuste exacto: No	 <p>Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.</p>
--	---	--

Fuerzas del conector				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.357	0	14.357
Fuerza cortante (N)	-31,216	0	-17,372	35,724
Momento flector (N.m)	0,1367	0	-0,27092	0,30345

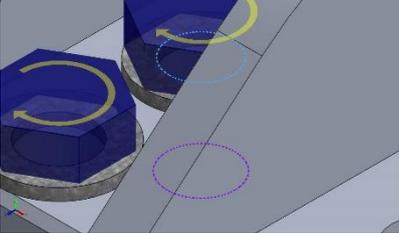
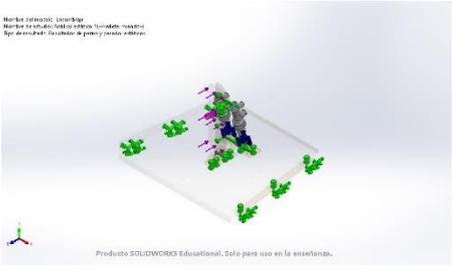
 <p>Tornillo refrentado-2</p>	Entidades: 2 arista(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado) Tipo de conexión: Distribuida Diámetro de cabeza: 13 mm Diámetro de tuerca: 13 mm Diámetro del vástago nominal: 8 mm Nombre del material: Acero aleado Módulo de Young: 2,1e+11 N/m ² Coefficiente de Poisson: 0,28 Número de roscas: 1 roscas/mm	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,81632</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table>  <p>Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.</p>	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,81632	FDS deseado:	1,5
Comprobación de perno:	Aceptar							
FDS calculado:	1,81632							
FDS deseado:	1,5							

	Resistencia del perno: 640 N/mm ² (MPa) Factor de seguridad: 1,5 Precarga (Torsión): 22,77 N.m Factor de fricción (K): 0,2 Ajuste exacto: No								
Fuerzas del conector									
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante					
Fuerza axial (N)	0	14.278	0	14.278					
Fuerza cortante (N)	-16,232	0	-51,331	53,836					
Momento flector (N.m)	0,2347	0	-0,22295	0,32371					
 <p>Tornillo refrentado-3</p>	Entidades:	2 arista(s)							
	Tipo:	Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)							
	Tipo de conexión:	Distribuida							
	Diámetro de cabeza:	13 mm							
	Diámetro de tuerca:	13 mm							
	Diámetro del vástago nominal:	8 mm							
	Nombre del material:	Acero aleado							
	Módulo de Young:	2,1e+11 N/m ²							
	Coefficiente de Poisson:	0,28							
	Número de roscas:	1 roscas/mm							
Resistencia del perno:	640 N/mm ² (MPa)								
Factor de seguridad:	1,5								
Precarga (Torsión):	22,77 N.m								
Factor de fricción (K):	0,2								
Ajuste exacto:	No								
			<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,80974</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table>	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,80974	FDS deseado:	1,5
Comprobación de perno:	Aceptar								
FDS calculado:	1,80974								
FDS deseado:	1,5								
			 <p>Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.</p>						

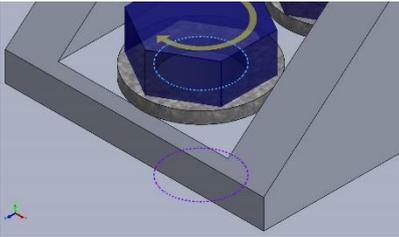
Fuerzas del conector				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.161	0	14.161
Fuerza cortante (N)	-10,948	0	-401,23	401,38
Momento flector (N.m)	0,47303	0	-0,23691	0,52904

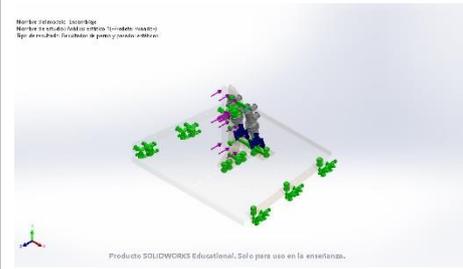
 <p>Tornillo refrentado-4</p>	Entidades:	2 arista(s)	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,782</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table> 	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,782	FDS deseado:	1,5
	Comprobación de perno:	Aceptar							
	FDS calculado:	1,782							
	FDS deseado:	1,5							
	Tipo:	Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)							
	Tipo de conexión:	Distribuida							
	Diámetro de cabeza:	13 mm							
	Diámetro de tuerca:	13 mm							
	Diámetro del vástago nominal:	8 mm							
	Nombre del material:	Acero aleado							
Módulo de Young:	2,1e+11 N/m ²								
Coefficiente de Poisson:	0,28								
Número de roscas:	1 roscas/mm								
Resistencia del perno:	640 N/mm ² (MPa)								
Factor de seguridad:	1,5								
Precarga (Torsión):	22,77 N.m								
Factor de fricción (K):	0,2								
Ajuste exacto:	No								

Fuerzas del conector				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.240	0	14.240
Fuerza cortante (N)	-2,448	0	-429,86	429,86
Momento flector (N.m)	0,69322	0	-0,15443	0,71021

 <p>Tornillo refrentado-5</p>	<p>Entidades: 2 arista(s)</p> <p>Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)</p> <p>Tipo de conexión: Distribuida</p> <p>Diámetro de cabeza: 13 mm</p> <p>Diámetro de tuerca: 13 mm</p> <p>Diámetro del vástago nominal: 8 mm</p> <p>Nombre del material: Acero aleado</p> <p>Módulo de Young: 2,1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,28</p> <p>Número de roscas: 1 roscas/mm</p> <p>Resistencia del perno: 640 N/mm² (MPa)</p> <p>Factor de seguridad: 1,5</p> <p>Precarga (Torsión): 22,77 N.m</p> <p>Factor de fricción (K): 0,2</p> <p>Ajuste exacto: No</p>	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,82001</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table> 	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,82001	FDS deseado:	1,5
	Comprobación de perno:	Aceptar						
FDS calculado:	1,82001							
FDS deseado:	1,5							

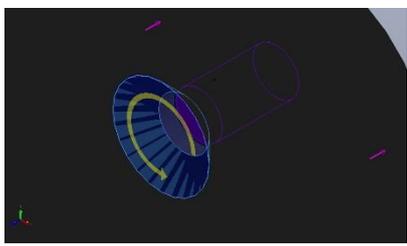
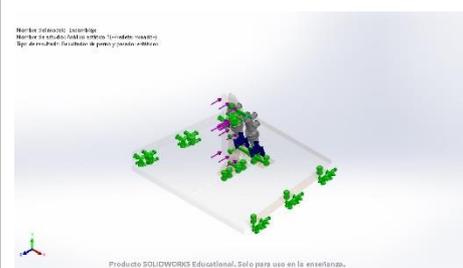
Fuerzas del conector				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.140	0	14.140
Fuerza cortante (N)	52,521	0	-11,372	53,738
Momento flector (N.m)	0,12682	0	0,43831	0,45629

 <p>Tornillo refrentado-6</p>	<p>Entidades: 2 arista(s)</p> <p>Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)</p> <p>Tipo de conexión: Distribuida</p> <p>Diámetro de cabeza: 13 mm</p>	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,83687</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table>	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,83687	FDS deseado:	1,5
	Comprobación de perno:	Aceptar						
FDS calculado:	1,83687							
FDS deseado:	1,5							

	<p>Diámetro de tuerca: 13 mm</p> <p>Diámetro del vástago nominal: 8 mm</p> <p>Nombre del material: Acero aleado</p> <p>Módulo de Young: 2,1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,28</p> <p>Número de roscas: 1 roscas/mm</p> <p>Resistencia del perno: 640 N/mm² (MPa)</p> <p>Factor de seguridad: 1,5</p> <p>Precarga (Torsión): 22,77 N.m</p> <p>Factor de fricción (K): 0,2</p> <p>Ajuste exacto: No</p>	 <p>Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.</p>
--	--	--

Fuerzas del conector

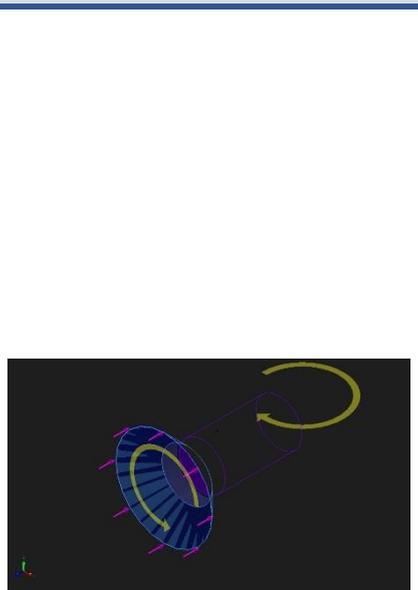
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	13,752	0	13,752
Fuerza cortante (N)	-3,9742	0	84,967	85,06
Momento flector (N.m)	-0,76195	0	-0,080676	0,76621

 <p>Tornillo avellanado-1</p>	<p>Entidades: 2 cara(s)</p> <p>Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Tornillo avellanado)</p> <p>Tipo de conexión: Distribuida</p> <p>Diámetro de cabeza: 9,9 mm</p> <p>Diámetro del vástago nominal: 6 mm</p> <p>Nombre del material: Acero aleado</p> <p>Módulo de Young: 2,1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,28</p> <p>Número de roscas: 1 roscas/mm</p>	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,73084</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table> <div style="text-align: center;">  <p>Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.</p> </div>	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,73084	FDS deseado:	1,5
Comprobación de perno:	Aceptar							
FDS calculado:	1,73084							
FDS deseado:	1,5							

	Resistencia del perno: 640 N/mm ² (MPa) Factor de seguridad: 1,5 Precarga (Torsión): 10,6 N.m Factor de fricción (K): 0,2 Ajuste exacto: No	
--	---	--

Fuerzas del conector

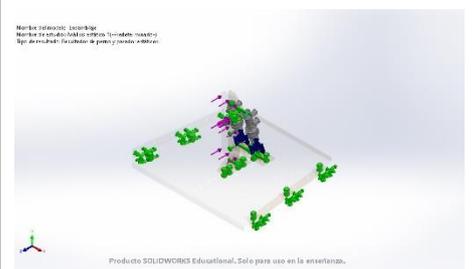
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	0	7.399,4	7.399,4
Fuerza cortante (N)	5,0066	-2,2401	0	5,4849
Momento flector (N.m)	-0,038554	-0,020574	0	0,0437



Tornillo avellanado-2

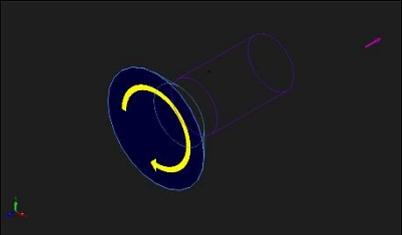
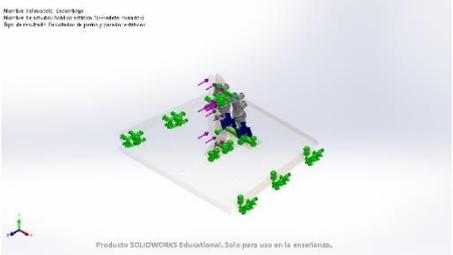
Entidades:	2 cara(s)
Tipo:	Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Tornillo avellanado)
Tipo de conexión:	Distribuida
Diámetro de cabeza:	9,9 mm
Diámetro del vástago nominal:	6 mm
Nombre del material:	Acero aleado
Módulo de Young:	2,1e+11 N/m ²
Coefficiente de Poisson:	0,28
Número de roscas:	1 roscas/mm
Resistencia del perno:	640 N/mm ² (MPa)
Factor de seguridad:	1,5
Precarga (Torsión):	10,6 N.m
Factor de fricción (K):	0,2
Ajuste exacto:	No

Comprobación de perno:	Aceptar
FDS calculado:	1,7146
FDS deseado:	1,5

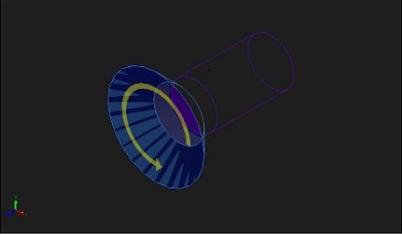
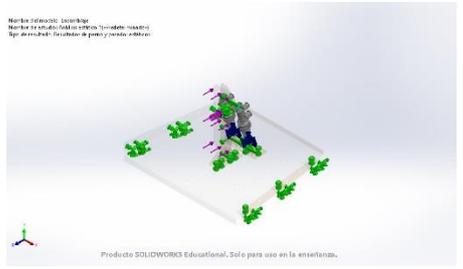


Fuerzas del conector

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	0	7.326,4	7.326,4
Fuerza cortante (N)	8,7204	28,707	0	30,003
Momento flector (N.m)	0,19147	-0,036586	0	0,19493

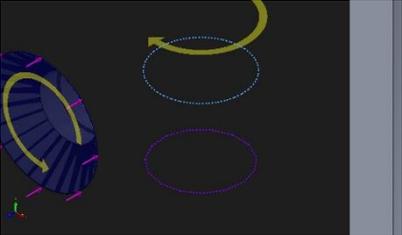
 <p>Tornillo avellanado-3</p>	Entidades: 2 cara(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Tornillo avellanado) Tipo de conexión: Distribuida Diámetro de cabeza: 9,9 mm Diámetro del vástago nominal: 6 mm Nombre del material: Acero aleado Módulo de Young: 2,1e+11 N/m ² Coefficiente de Poisson: 0,28 Número de roscas: 1 roscas/mm Resistencia del perno: 640 N/mm ² (MPa) Factor de seguridad: 1,5 Precarga (Torsión): 10,6 N.m Factor de fricción (K): 0,2 Ajuste exacto: No	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Acceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,73824</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table> 	Comprobación de perno:	Acceptar	FDS calculado:	1,73824	FDS deseado:	1,5
	Comprobación de perno:	Acceptar						
FDS calculado:	1,73824							
FDS deseado:	1,5							

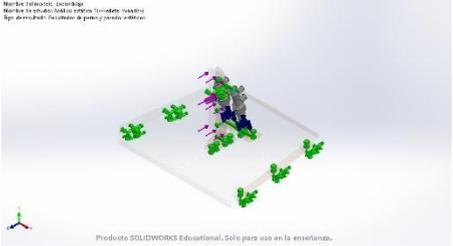
Fuerzas del conector				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	0	7.369,2	7.369,2
Fuerza cortante (N)	6,4576	4,0959	0	7,647
Momento flector (N.m)	0,036746	-0,02058	0	0,042116

 <p>Tornillo avellanado-4</p>	Entidades: 2 cara(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Tornillo avellanado) Tipo de conexión: Distribuida Diámetro de cabeza: 9,9 mm Diámetro del vástago nominal: 6 mm Nombre del material: Acero aleado Módulo de Young: 2,1e+11 N/m ² Coefficiente de Poisson: 0,28 Número de roscas: 1 roscas/mm Resistencia del perno: 640 N/mm ² (MPa) Factor de seguridad: 1,5 Precarga (Torsión): 10,6 N.m Factor de fricción (K): 0,2 Ajuste exacto: No	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,72814</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table> 	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,72814	FDS deseado:	1,5
	Comprobación de perno:	Aceptar						
FDS calculado:	1,72814							
FDS deseado:	1,5							

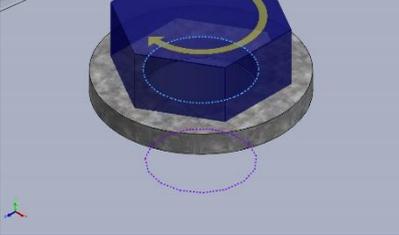
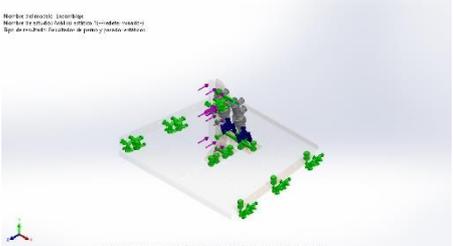
Fuerzas del conector

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	0	7.370,3	7.370,3
Fuerza cortante (N)	6,0471	-9,9445	0	11,639
Momento flector (N.m)	-0,076274	-0,040992	0	0,086591

 <p>Refrentado con tuerca-2</p>	Entidades: 2 arista(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado) Tipo de conexión: Distribuida Diámetro de cabeza: 13 mm Diámetro de tuerca: 13 mm	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,80666</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table>	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,80666	FDS deseado:	1,5
	Comprobación de perno:	Aceptar						
FDS calculado:	1,80666							
FDS deseado:	1,5							

	Diámetro del vástago nominal: 8 mm Nombre del material: Acero aleado Módulo de Young: 2,1e+11 N/m ² Coefficiente de Poisson: 0,28 Número de roscas: 1 roscas/mm Resistencia del perno: 640 N/mm ² (MPa) Factor de seguridad: 1,5 Precarga (Torsión): 22,77 N.m Factor de fricción (K): 0,2 Ajuste exacto: No	 <p>Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.</p>
--	---	--

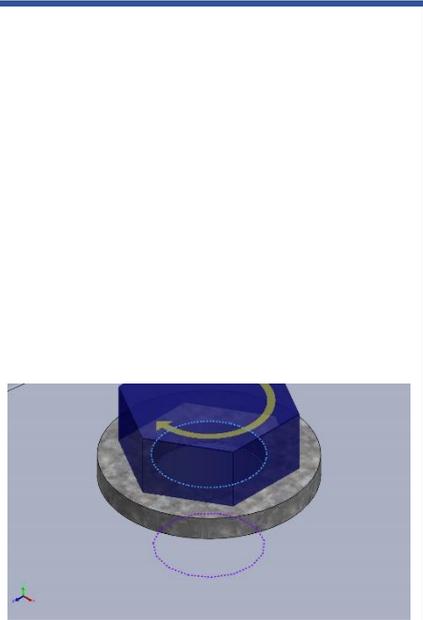
Fuerzas del conector				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.108	0	14.108
Fuerza cortante (N)	-68,194	0	-7,8003	68,639
Momento flector (N.m)	0,2162	0	-0,58701	0,62556

 <p>Refrentado con tuerca-3</p>	Entidades: 2 arista(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado) Tipo de conexión: Distribuida Diámetro de cabeza: 13 mm Diámetro de tuerca: 13 mm Diámetro del vástago nominal: 8 mm Nombre del material: Acero aleado Módulo de Young: 2,1e+11 N/m ² Coefficiente de Poisson: 0,28 Número de roscas: 1 roscas/mm	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,79226</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table>  <p>Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.</p>	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,79226	FDS deseado:	1,5
Comprobación de perno:	Aceptar							
FDS calculado:	1,79226							
FDS deseado:	1,5							

	Resistencia del perno: 640 N/mm ² (MPa) Factor de seguridad: 1,5 Precarga (Torsión): 22,77 N.m Factor de fricción (K): 0,2 Ajuste exacto: No	
--	--	--

Fuerzas del conector

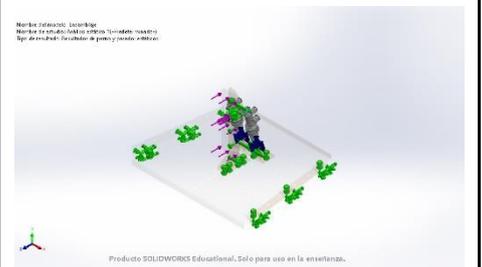
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.314	0	14.314
Fuerza cortante (N)	-62,44	0	-15,654	64,372
Momento flector (N.m)	0,18524	0	-0,48405	0,51829



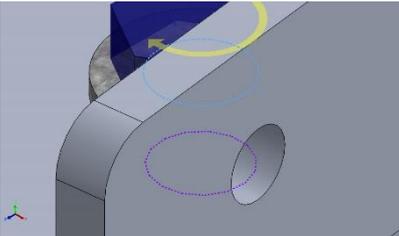
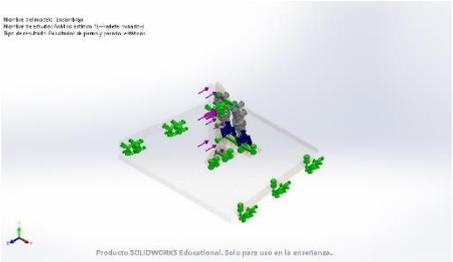
Refrentado con tuerca-4

Entidades:	2 arista(s)
Tipo:	Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)
Tipo de conexión:	Distribuida
Diámetro de cabeza:	13 mm
Diámetro de tuerca:	13 mm
Diámetro del vástago nominal:	8 mm
Nombre del material:	Acero aleado
Módulo de Young:	2,1e+11 N/m ²
Coefficiente de Poisson:	0,28
Número de roscas:	1 roscas/mm
Resistencia del perno:	640 N/mm ² (MPa)
Factor de seguridad:	1,5
Precarga (Torsión):	22,77 N.m
Factor de fricción (K):	0,2
Ajuste exacto:	No

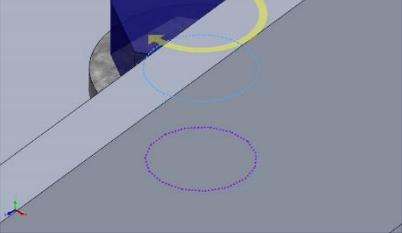
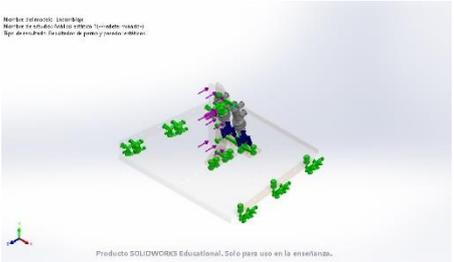
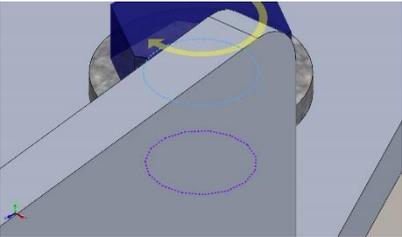
Comprobación de perno:	Aceptar
FDS calculado:	1,77972
FDS deseado:	1,5

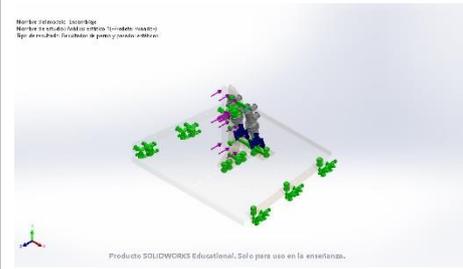


Fuerzas del conector				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.361	0	14.361
Fuerza cortante (N)	-91,907	0	-0,69389	91,909
Momento flector (N.m)	0,014561	0	-0,58713	0,58731

 <p>Refrentado con tuerca-5</p>	Entidades:	2 arista(s)	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,802</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table> 	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,802	FDS deseado:	1,5
	Comprobación de perno:	Aceptar							
	FDS calculado:	1,802							
	FDS deseado:	1,5							
	Tipo:	Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)							
	Tipo de conexión:	Distribuida							
	Diámetro de cabeza:	13 mm							
	Diámetro de tuerca:	13 mm							
	Diámetro del vástago nominal:	8 mm							
	Nombre del material:	Acero aleado							
Módulo de Young:	2,1e+11 N/m ²								
Coefficiente de Poisson:	0,28								
Número de roscas:	1 roscas/mm								
Resistencia del perno:	640 N/mm ² (MPa)								
Factor de seguridad:	1,5								
Precarga (Torsión):	22,77 N.m								
Factor de fricción (K):	0,2								
Ajuste exacto:	No								

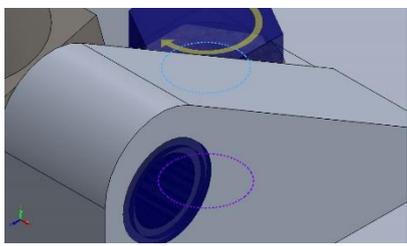
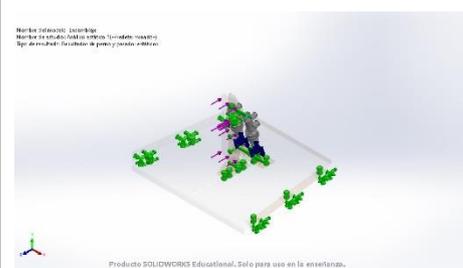
Fuerzas del conector				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.351	0	14.351
Fuerza cortante (N)	-17,983	0	-37,59	41,67
Momento flector (N.m)	0,26475	0	-0,26642	0,3756

 <p>Refrentado con tuerca-6</p>	<p>Entidades: 2 arista(s)</p> <p>Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)</p> <p>Tipo de conexión: Distribuida</p> <p>Diámetro de cabeza: 13 mm</p> <p>Diámetro de tuerca: 13 mm</p> <p>Diámetro del vástago nominal: 8 mm</p> <p>Nombre del material: Acero aleado</p> <p>Módulo de Young: 2,1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,28</p> <p>Número de roscas: 1 roscas/mm</p> <p>Resistencia del perno: 640 N/mm² (MPa)</p> <p>Factor de seguridad: 1,5</p> <p>Precarga (Torsión): 22,77 N.m</p> <p>Factor de fricción (K): 0,2</p> <p>Ajuste exacto: No</p>	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,79966</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table> 	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,79966	FDS deseado:	1,5															
Comprobación de perno:	Aceptar																						
FDS calculado:	1,79966																						
FDS deseado:	1,5																						
<p>Fuerzas del conector</p>																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Componente X</th> <th>Componente Y</th> <th>Componente Z</th> <th>Resultante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fuerza axial (N)</td> <td>0</td> <td>14.255</td> <td>0</td> <td>14.255</td> </tr> <tr> <td>Fuerza cortante (N)</td> <td>-65,229</td> <td>0</td> <td>-13,757</td> <td>66,664</td> </tr> <tr> <td>Momento flector (N.m)</td> <td>-3,375e-05</td> <td>0</td> <td>-0,51658</td> <td>0,51658</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante	Fuerza axial (N)	0	14.255	0	14.255	Fuerza cortante (N)	-65,229	0	-13,757	66,664	Momento flector (N.m)	-3,375e-05	0	-0,51658	0,51658			
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante																			
Fuerza axial (N)	0	14.255	0	14.255																			
Fuerza cortante (N)	-65,229	0	-13,757	66,664																			
Momento flector (N.m)	-3,375e-05	0	-0,51658	0,51658																			
 <p>Refrentado con tuerca-7</p>	<p>Entidades: 2 arista(s)</p> <p>Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)</p> <p>Tipo de conexión: Distribuida</p> <p>Diámetro de cabeza: 13 mm</p>	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,79588</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table>	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,79588	FDS deseado:	1,5															
Comprobación de perno:	Aceptar																						
FDS calculado:	1,79588																						
FDS deseado:	1,5																						

	<p>Diámetro de tuerca: 13 mm</p> <p>Diámetro del vástago nominal: 8 mm</p> <p>Nombre del material: Acero aleado</p> <p>Módulo de Young: 2,1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,28</p> <p>Número de roscas: 1 roscas/mm</p> <p>Resistencia del perno: 640 N/mm² (MPa)</p> <p>Factor de seguridad: 1,5</p> <p>Precarga (Torsión): 22,77 N.m</p> <p>Factor de fricción (K): 0,2</p> <p>Ajuste exacto: No</p>	 <p>Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.</p>
--	--	--

Fuerzas del conector

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.112	0	14.112
Fuerza cortante (N)	-127,07	0	-14,157	127,86
Momento flector (N.m)	0,2266	0	-0,69196	0,72812

 <p>Tornillo refrentado-11</p>	<p>Entidades: 2 arista(s)</p> <p>Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)</p> <p>Tipo de conexión: Distribuida</p> <p>Diámetro de cabeza: 13 mm</p> <p>Diámetro de tuerca: 13 mm</p> <p>Diámetro del vástago nominal: 8 mm</p> <p>Nombre del material: Acero aleado</p> <p>Módulo de Young: 2,1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,28</p>	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,76464</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table> <div style="text-align: center;">  <p>Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.</p> </div>	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,76464	FDS deseado:	1,5
Comprobación de perno:	Aceptar							
FDS calculado:	1,76464							
FDS deseado:	1,5							

	Número de roscas: 1 roscas/mm Resistencia del perno: 640 N/mm ² (MPa) Factor de seguridad: 1,5 Precarga (Torsión): 22,77 N.m Factor de fricción (K): 0,2 Ajuste exacto: No	
--	--	--

Fuerzas del conector

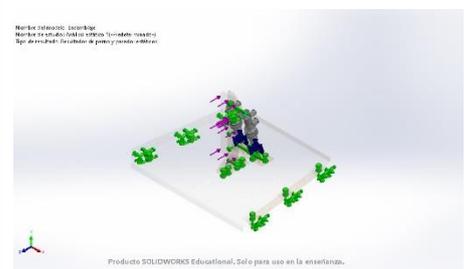
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.420	0	14.420
Fuerza cortante (N)	-70,65	0	-49,776	86,423
Momento flector (N.m)	0,32099	0	-0,58844	0,67029



Tornillo refrentado-12

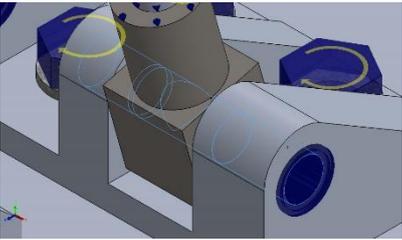
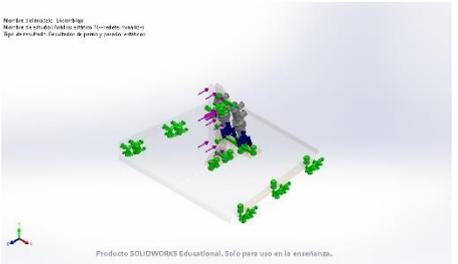
Entidades:	2 arista(s)
Tipo:	Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)
Tipo de conexión:	Distribuida
Diámetro de cabeza:	13 mm
Diámetro de tuerca:	13 mm
Diámetro del vástago nominal:	8 mm
Nombre del material:	Acero aleado
Módulo de Young:	2,1e+11 N/m ²
Coefficiente de Poisson:	0,28
Número de roscas:	1 roscas/mm
Resistencia del perno:	640 N/mm ² (MPa)
Factor de seguridad:	1,5
Precarga (Torsión):	22,77 N.m
Factor de fricción (K):	0,2

Comprobación de perno:	Aceptar
FDS calculado:	1,80082
FDS deseado:	1,5



	Ajuste exacto:	No
--	-----------------------	----

Fuerzas del conector				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.365	0	14.365
Fuerza cortante (N)	-28,662	0	-38,778	48,221
Momento flector (N.m)	0,17365	0	-0,32738	0,37058

 <p>Conector tipo Pasador-6</p>	Entidades: 3 cara(s) Tipo: Pasador Con anillo de retención (sin traslación): Sí Con clave (sin rotación): No Tipo de conexión: Distribuida Unidades: SI Valor de rigidez rotacional: 0 Nombre del material: 1.2367 (X38CrMoV5-3) Módulo de Young: 0 N/m ² Coefficiente de Poisson: 0 Zona del límite de tensión: 8 mm ² Resistencia del pasador: 2.120 N/mm ² (MPa) Factor de seguridad: 2	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de pasador:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>7,15145</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>2</td> </tr> </table> 	Comprobación de pasador:	Aceptar	FDS calculado:	7,15145	FDS deseado:	2
	Comprobación de pasador:	Aceptar						
FDS calculado:	7,15145							
FDS deseado:	2							

Fuerzas del conector Junta 1				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-89,285	-0	-0	-89,285
Fuerza cortante (N)	0	-731,74	-416,14	841,8
Torsión (N.m)	1,1807e-10	0	0	1,1807e-10

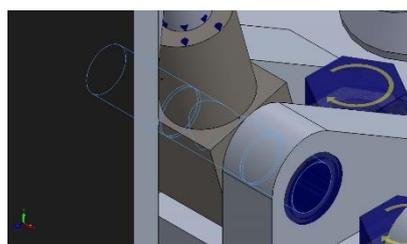
Momento flector (N.m)	0	1,1568	-0,050726	1,1579
-----------------------	---	--------	-----------	--------

Fuerzas del conector Junta 2

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	190,89	0	0	190,89
Fuerza cortante (N)	0	-660,3	-375,51	759,61
Torsión (N.m)	1,2554e-10	0	0	1,2554e-10
Momento flector (N.m)	0	11,583	-0,50791	11,594

Fuerzas del conector Junta 3

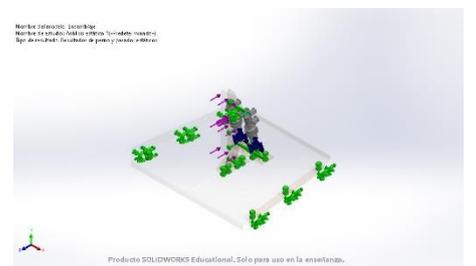
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	190,89	0	0	190,89
Fuerza cortante (N)	0	-660,3	-375,51	759,61
Torsión (N.m)	-1,2105e-10	-0	-0	-1,2105e-10
Momento flector (N.m)	0	1,6159	-0,070857	1,6174

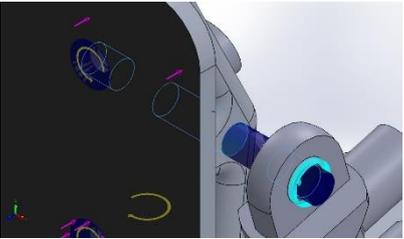


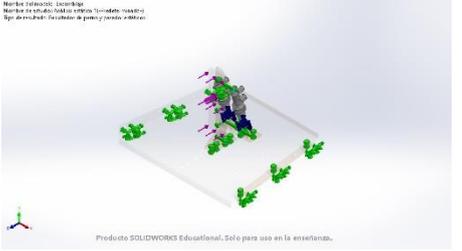
Conector tipo Pasador-7

Entidades:	3 cara(s)
Tipo:	Pasador
Con anillo de retención (sin traslación):	Sí
Con clave (sin rotación):	No
Tipo de conexión:	Distribuida
Unidades:	SI
Valor de rigidez rotacional:	0
Nombre del material:	1.2367 (X38CrMoV5-3)
Módulo de Young:	0 N/m ²
Coefficiente de Poisson:	0
Zona del límite de tensión:	8 mm ²

Comprobación de pasador:	Aceptar
FDS calculado:	5,81705
FDS deseado:	2



	Resistencia del pasador:	2.120 N/mm ² (MPa)		
	Factor de seguridad:	2		
Fuerzas del conector Junta 1				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-192,99	-0	-0	-192,99
Fuerza cortante (N)	0	-644,43	-843,94	1.061,8
Torsión (N.m)	1,0818e-10	0	0	1,0818e-10
Momento flector (N.m)	0	9,3737	1,638	9,5158
Fuerzas del conector Junta 2				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-145,92	-0	-0	-145,92
Fuerza cortante (N)	0	-676,48	-885,9	1.114,6
Torsión (N.m)	1,4527e-10	0	0	1,4527e-10
Momento flector (N.m)	0	12,516	2,187	12,706
Fuerzas del conector Junta 3				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-145,92	-0	-0	-145,92
Fuerza cortante (N)	0	-676,48	-885,9	1.114,6
Torsión (N.m)	-1,1234e-10	-0	-0	-1,1234e-10
Momento flector (N.m)	0	4,5023	0,78672	4,5705
 <p>Conector tipo Pasador-8</p>	Entidades:	3 cara(s)		
	Tipo:	Pasador		
	Con anillo de retención (sin traslación):	Sí		
	Con clave (sin rotación):	No		
	Tipo de conexión:	Distribuida		
	Unidades:	SI		
			Comprobación de pasador:	Acceptar
			FDS calculado:	2,27063
			FDS deseado:	1,5

	<p>Valor de rigidez rotacional: 0</p> <p>Nombre del material: 1.2367 (X38CrMoV5-3)</p> <p>Módulo de Young: 0 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0</p> <p>Zona del límite de tensión: 8 mm²</p> <p>Resistencia del pasador: 2,12e+09 N/m²</p> <p>Factor de seguridad: 1,5</p>	 <p style="font-size: small;">Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.</p>
--	--	--

Fuerzas del conector Junta 1

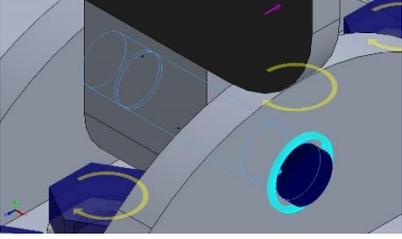
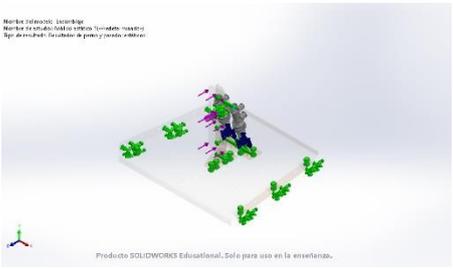
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	38,021	-0	-0	-38,021
Fuerza cortante (N)	0	-1.552,1	-647,39	1.681,7
Torsión (N.m)	1,4578e-10	-0	-0	-1,4578e-10
Momento flector (N.m)	0	-3,2452	6,2108	7,0075

Fuerzas del conector Junta 2

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	47,07	-0	-0	-47,07
Fuerza cortante (N)	0	-1.624,6	-677,61	1.760,2
Torsión (N.m)	1,3925e-10	-0	-0	-1,3925e-10
Momento flector (N.m)	0	-20,428	39,095	44,11

Fuerzas del conector Junta 3

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	47,07	-0	-0	-47,07
Fuerza cortante (N)	0	-1.624,6	-677,61	1.760,2
Torsión (N.m)	-1,4523e-10	0	0	1,4523e-10
Momento flector (N.m)	0	-4,5063	8,6244	9,7307

 <p>Conector tipo Pasador-9</p>	Entidades: 3 cara(s) Tipo: Pasador Con anillo de retención (sin traslación): Sí Con clave (sin rotación): No Tipo de conexión: Distribuida Unidades: SI Valor de rigidez rotacional: 0 Nombre del material: 1.2367 (X38CrMoV5-3) Módulo de Young: 0 N/m ² Coefficiente de Poisson: 0 Zona del límite de tensión: 8 mm ² Resistencia del pasador: 2,12e+09 N/m ² Factor de seguridad: 2	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de pasador:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>3,3057</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>2</td> </tr> </table> 	Comprobación de pasador:	Aceptar	FDS calculado:	3,3057	FDS deseado:	2
	Comprobación de pasador:	Aceptar						
FDS calculado:	3,3057							
FDS deseado:	2							

Fuerzas del conector Junta 1

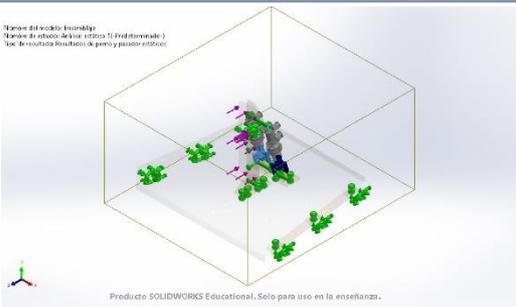
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-408,15	0	0	408,15
Fuerza cortante (N)	0	1.539,8	-460,69	1.607,3
Torsión (N.m)	1,3555e-10	-0	-0	-1,3555e-10
Momento flector (N.m)	0	-0,67256	-1,0984	1,288

Fuerzas del conector Junta 2

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-417,2	0	0	417,2
Fuerza cortante (N)	0	1.684,7	-504,02	1.758,4
Torsión (N.m)	1,5316e-10	-0	-0	-1,5316e-10
Momento flector (N.m)	0	-12,491	-20,4	23,92

Fuerzas del conector Junta 3				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-417,2	0	0	417,2
Fuerza cortante (N)	0	1.684,7	-504,02	1.758,4
Torsión (N.m)	-1,3621e-10	0	0	1,3621e-10
Momento flector (N.m)	0	-0,54864	-0,89602	1,0506

Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		<p>Tipo: Unión rígida</p> <p>Componentes: 1 componente(s)</p> <p>Valor de fricción: 0,9</p> <p>Opciones: Mallado incompatible</p>

Información de malla

Tipo de malla	Malla mixta
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 Puntos
Verificación jacobiana para el vaciado	Activar
Tamaño de elementos	21,9809 mm

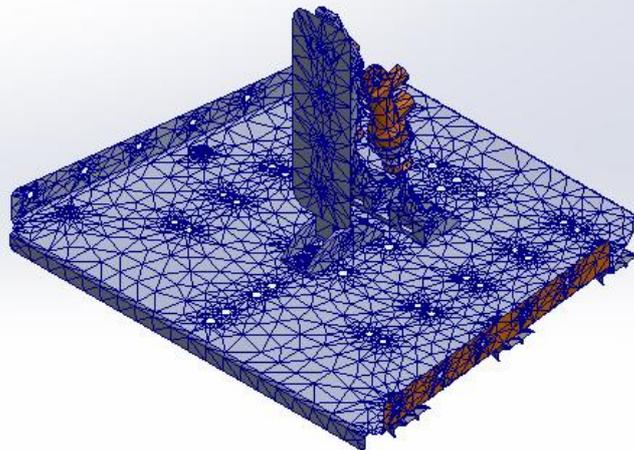
Blai Soto Artiga

Tolerancia	1,09904 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	25938
Número total de elementos	11815
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:01:25
Nombre de computadora:	PC-1607977704

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



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0,000244141	-0,000823975	1.999,98	1.999,98

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0,256152	-0,169287	0,0918402	0,320479

Fuerzas de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0,00019455	0,0140634	-0,00243378	0,0142737

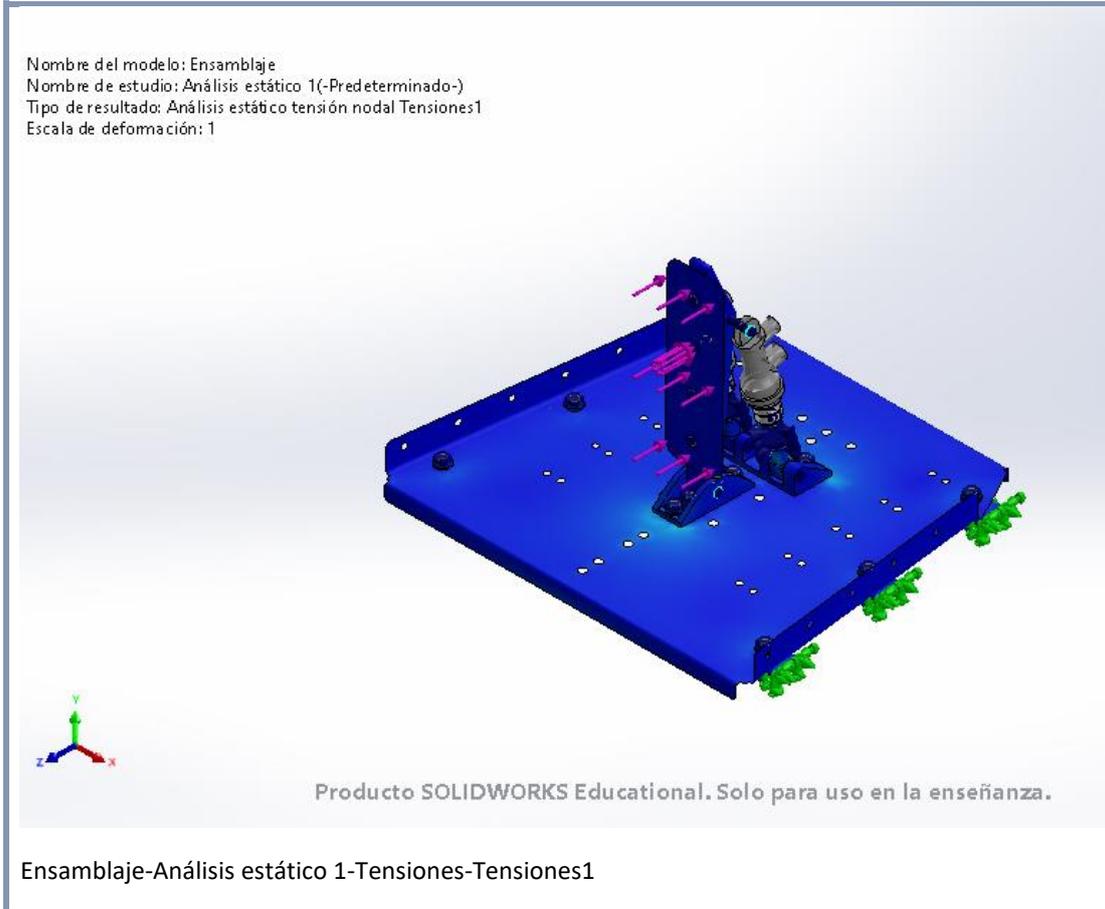
Momentos de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	-0,0459741	0,118087	0,160492	0,204489

Resultados del estudio

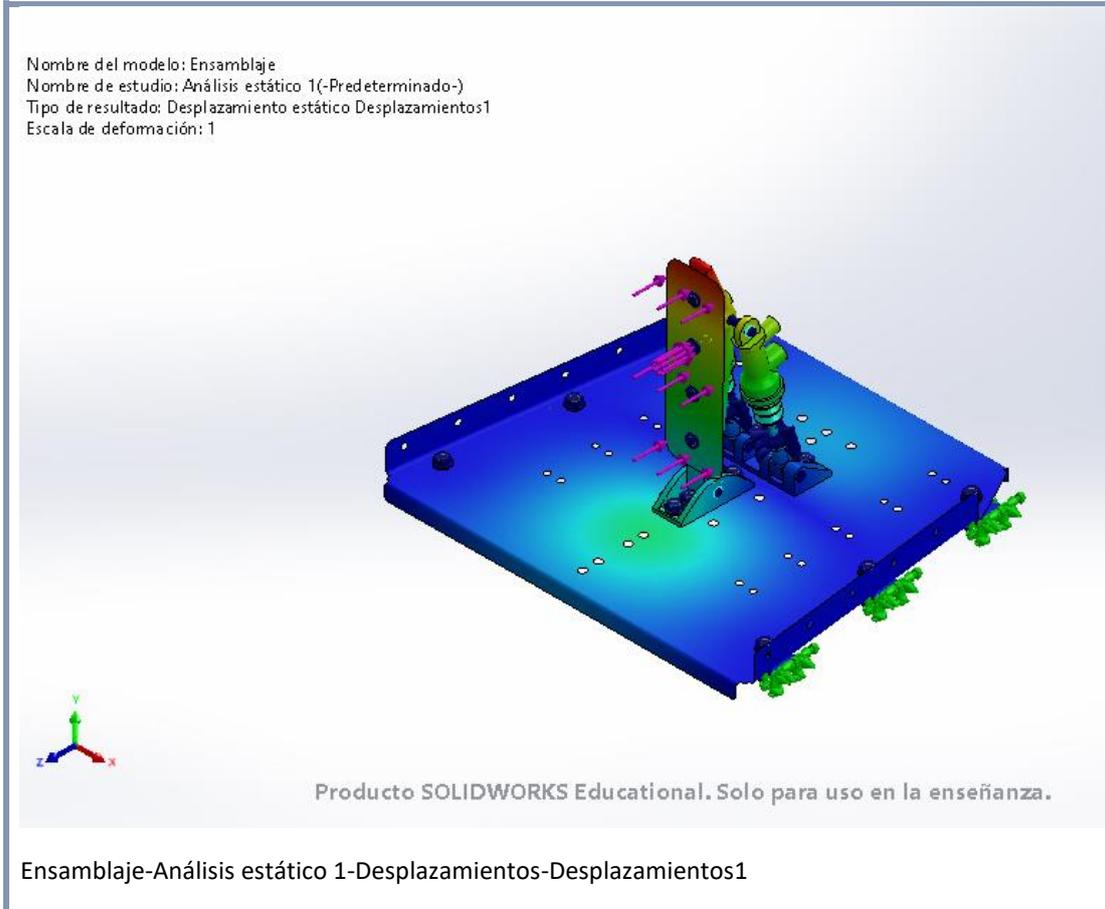
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0,000e+00N/m ² Nodo: 12447	5,845e+08N/m ² Nodo: 7462

Blai Soto Artiga



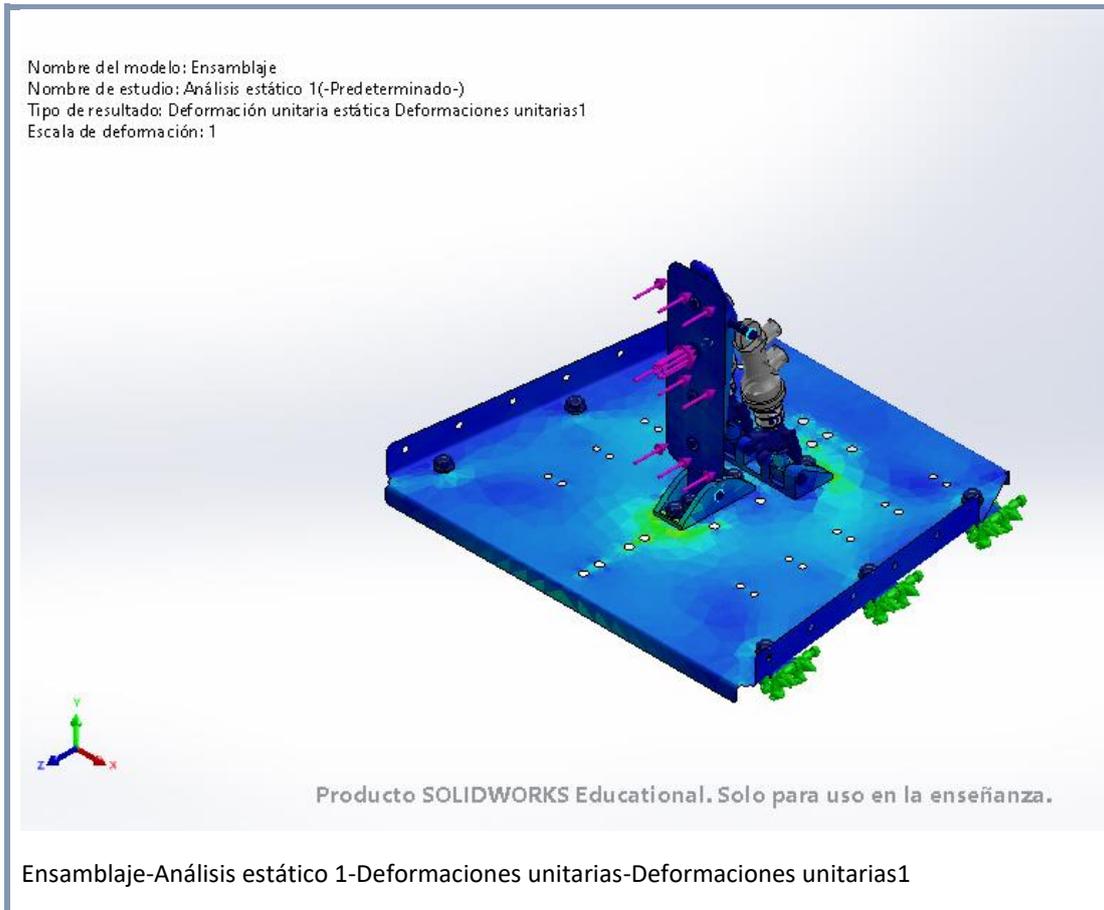
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00mm Nodo: 24947	3,704e+00mm Nodo: 153

Blai Soto Artiga



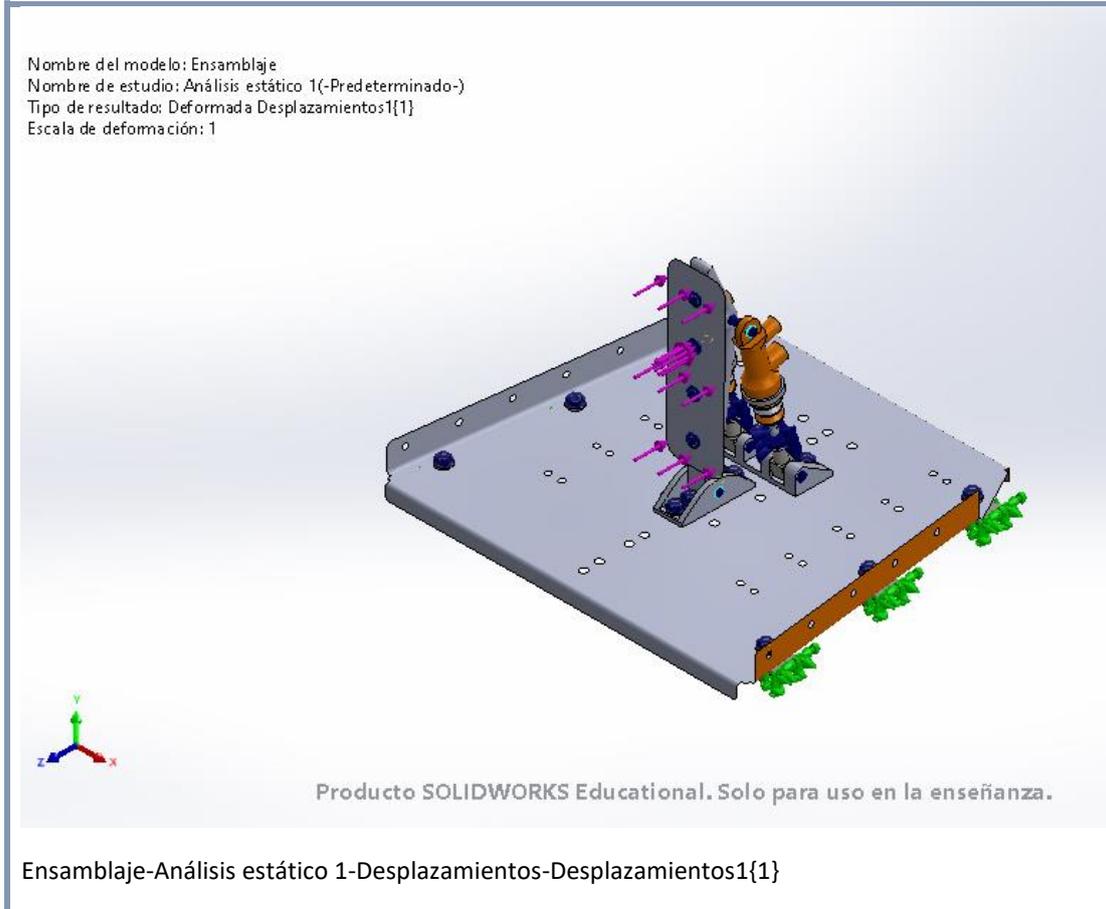
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0,000e+00 Elemento: 5456	1,448e-03 Elemento: 3916

Blai Soto Artiga



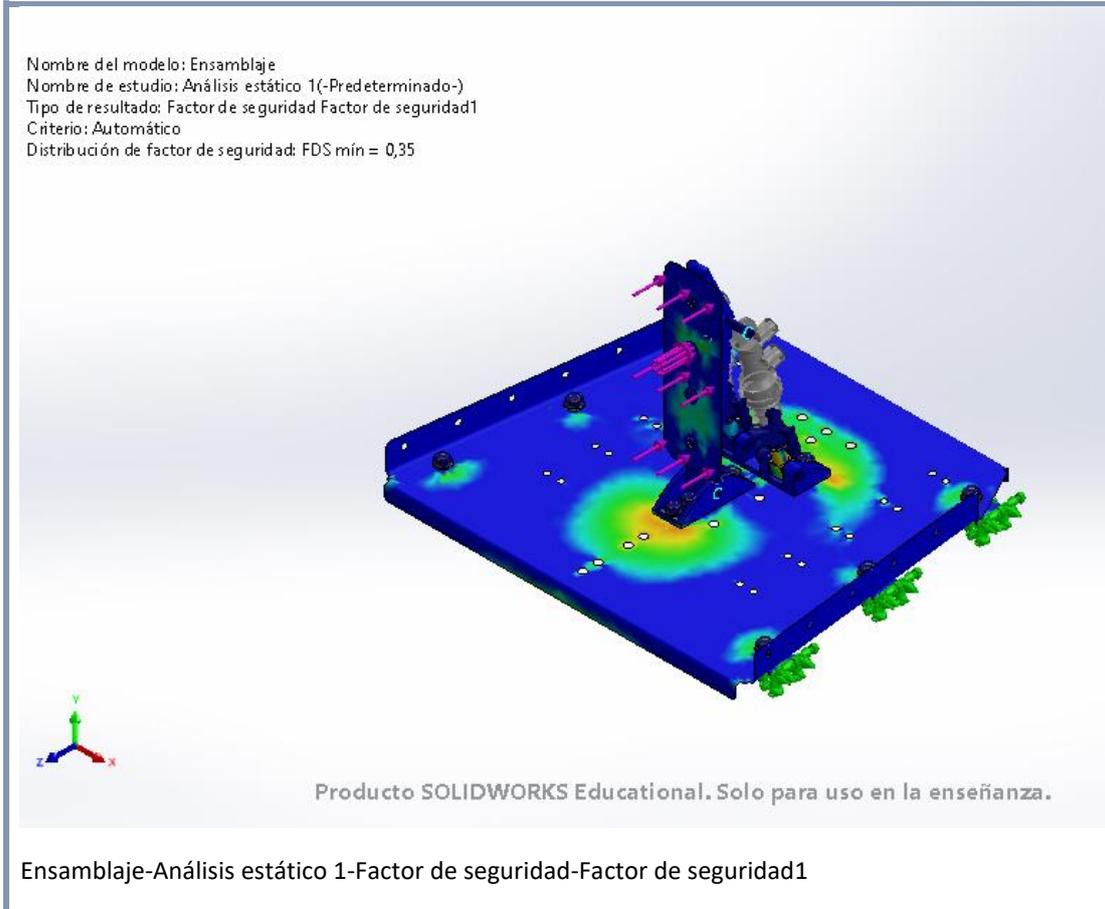
Nombre	Tipo
Desplazamientos1{1}	Deformada

Blai Soto Artiga



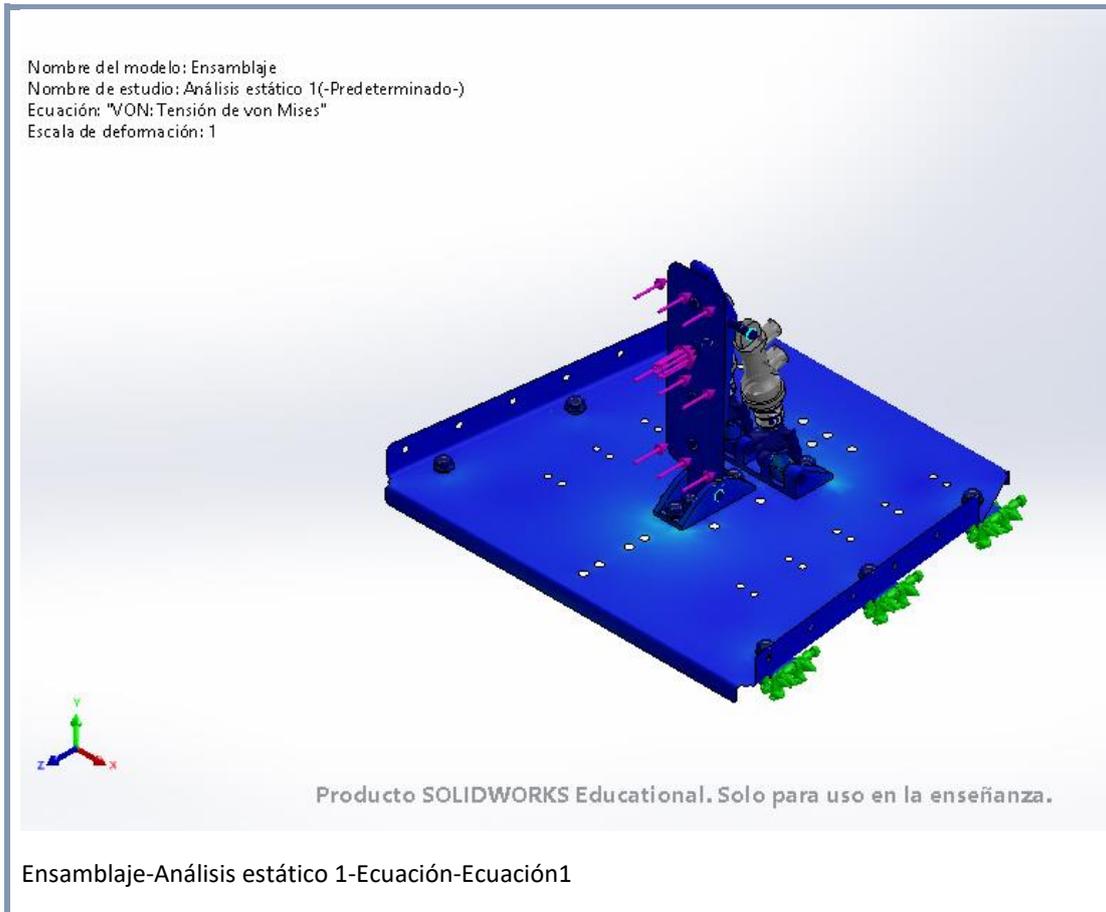
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	3,489e-01	4,455e+03
		Nodo: 7462	Nodo: 2479

Blai Soto Artiga



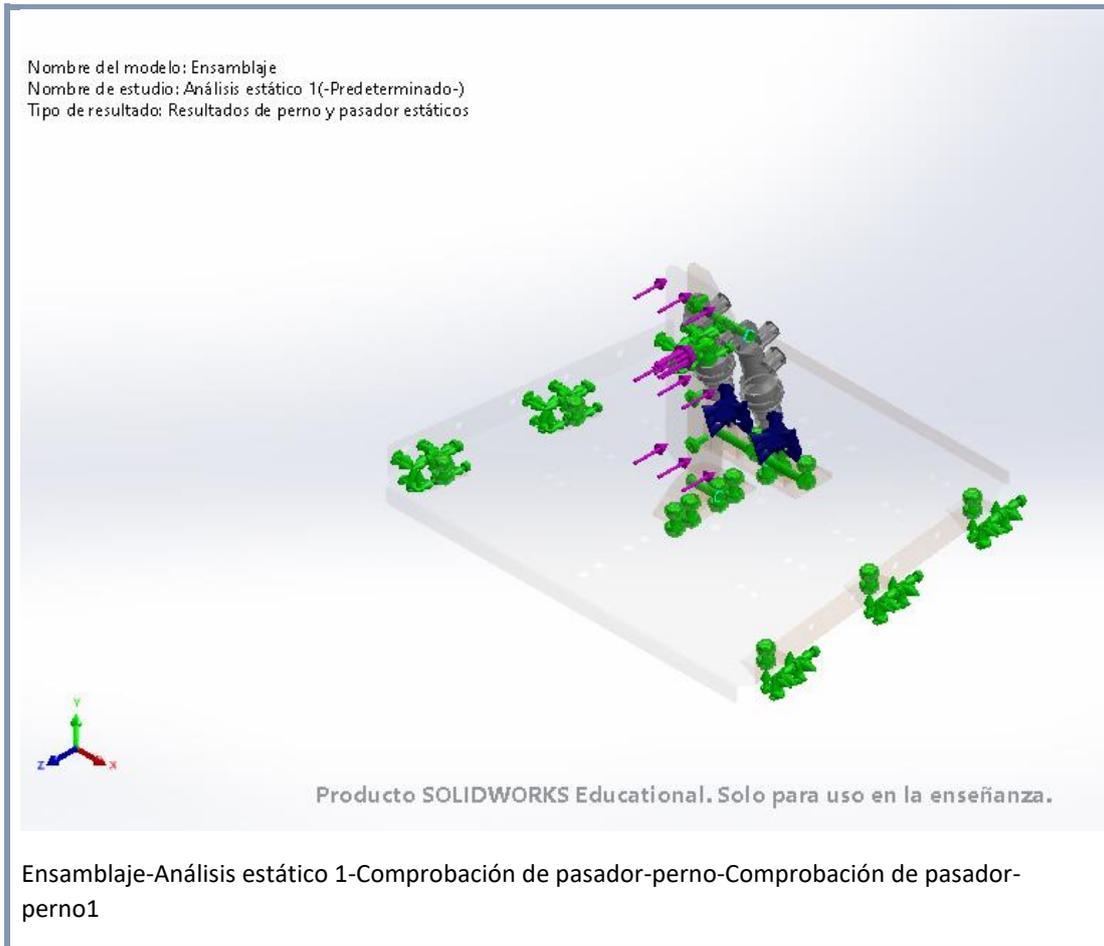
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Ecuación1	"VON: Tensión de von Mises"	0,000e+00SI	5,845e+08SI
		Nodo: 12447	Nodo: 7462

Blai Soto Artiga



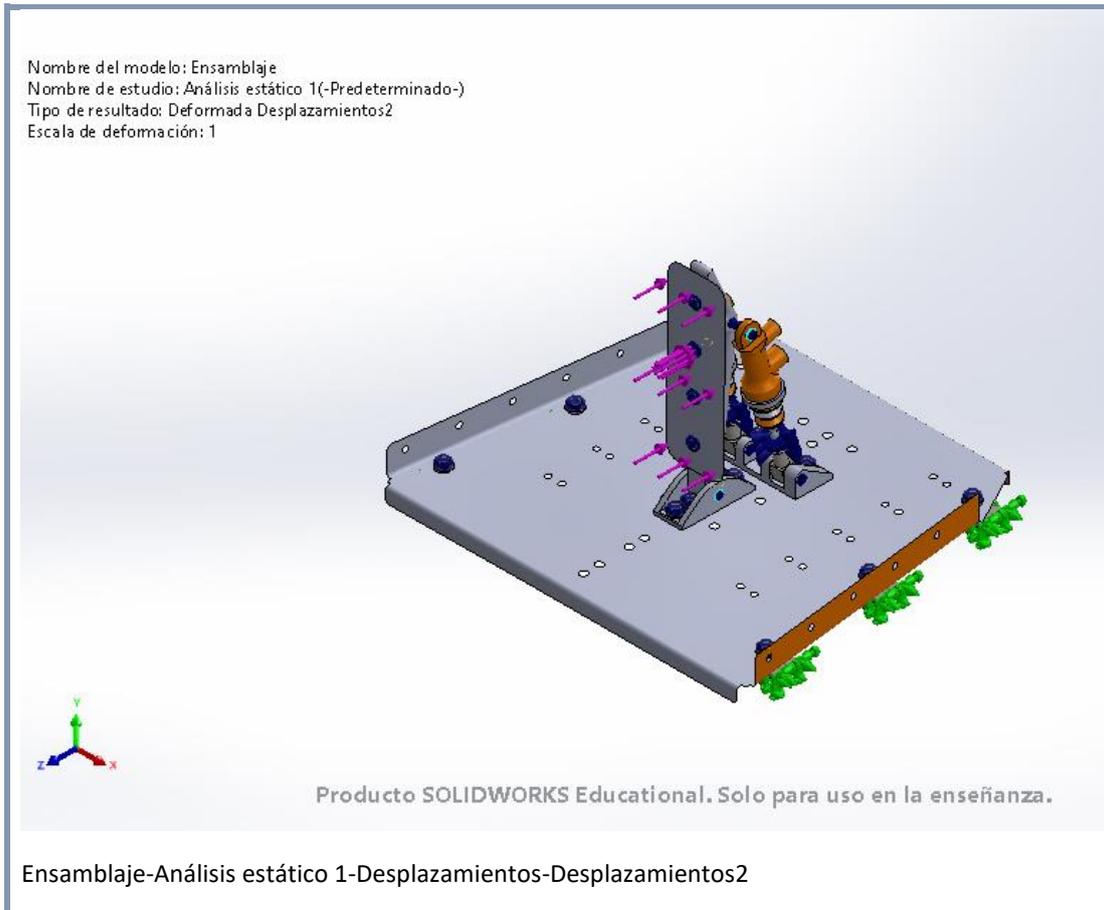
Nombre	Tipo
Comprobación de pasador/perno1	Resultados de perno y pasador estáticos

Blai Soto Artiga

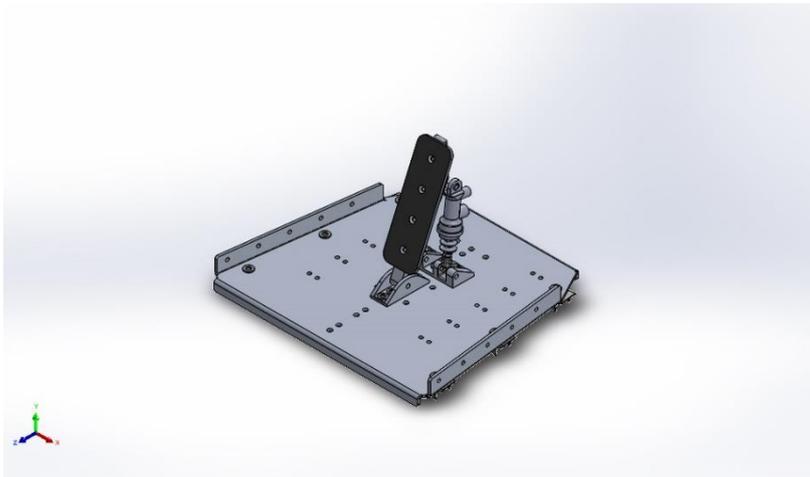


Nombre	Tipo
Desplazamientos2	Deformada

Blai Soto Artiga



3.2. Simulación de fuerza sobre el pedal de freno al máximo recorrido.



Fecha: domingo, 7 de noviembre de 2021

Diseñador: Blai Soto Artiga

Nombre de estudio: Análisis estático 1

Tipo de análisis: Análisis estático

Blai Soto Artiga

Propiedades de estudio

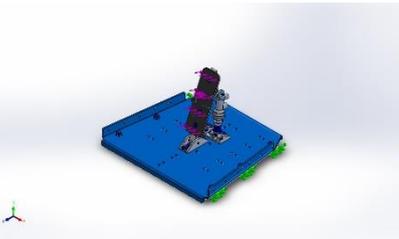
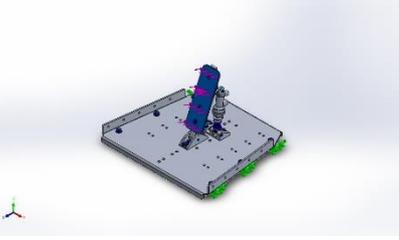
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla mixta
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	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	

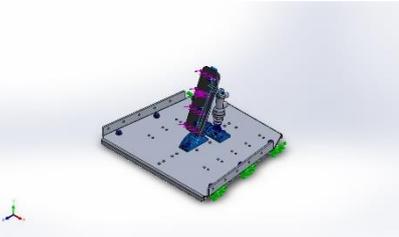
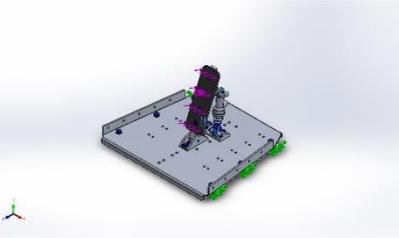
Unidades

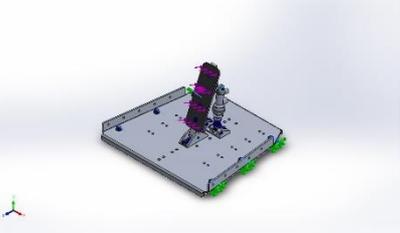
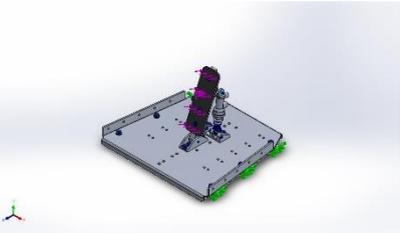
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin

Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

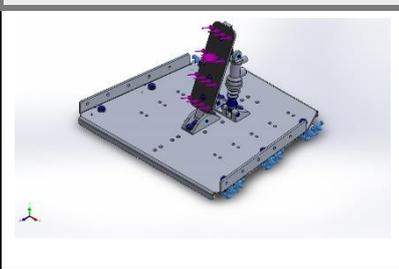
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: 3.3535 (EN-AW 5754)</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 2,5e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 2,9e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 7e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,3897</p> <p>Densidad: 2.660 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 2,7e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 2,4e-05 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Diámetro de taladro Ø8.0 (MatrizL6)(Base -1)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		
	<p>Nombre: 1060-H12</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 7,5e+07 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 8,5e+07 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 6,9e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,33</p> <p>Densidad: 2.705 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 2,6e+10 N/m²</p>	<p>Sólido 1(Avellanado para tornillo con cabeza plana avellanada de M61)(Frontal freno-1)</p>

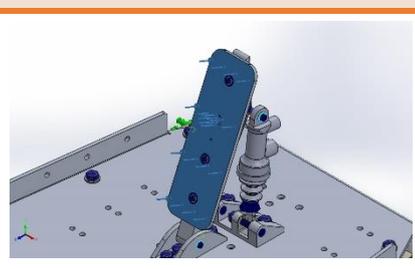
	Coefficiente de dilatación térmica:	2,36e-05 /Kelvin	
Datos de curva:N/A			
	Nombre:	7075-T6 (SN)	Sólido 1(Diámetro de taladro Ø6.0 (Redondeo4)(Pedal de freno-1),
	Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal	Sólido 1(Redondeo3)(Soporte freno delantero-1),
	Criterio de error predeterminado:	Tensión de von Mises máx.	Sólido 1(Diámetro de taladro Ø8.0 (Redondeo1)(soporte bombas trasero-1)
	Límite elástico:	5,05e+08 N/m ²	
	Límite de tracción:	5,7e+08 N/m ²	
	Módulo elástico:	7,2e+10 N/m ²	
	Coefficiente de Poisson:	0,33	
	Densidad:	2.810 kg/m ³	
	Módulo cortante:	2,69e+10 N/m ²	
	Coefficiente de dilatación térmica:	2,36e-05 /Kelvin	
Datos de curva:N/A			
	Nombre:	Acero inoxidable forjado	Sólido 1(Diámetro de taladro 5/16 (0.3125)1)(Puntera de la bomba-1),
	Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal	Sólido 1(Diámetro de taladro 5/16 (0.3125)1)(Puntera de la bomba-2)
	Criterio de error predeterminado:	Desconocido	
	Límite elástico:	2,06807e+08 N/m ²	
	Límite de tracción:	5,17017e+08 N/m ²	
	Módulo elástico:	2e+11 N/m ²	
	Coefficiente de Poisson:	0,26	
	Densidad:	8.000 kg/m ³	
	Módulo cortante:	7,9e+10 N/m ²	
	Coefficiente de dilatación térmica:	1,1e-05 /Kelvin	
Datos de curva:N/A			

	<p>Nombre: AISI 1020 Acero laminado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 3,5e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4,2e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2,05e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,29</p> <p>Densidad: 7.870 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 8e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1,2e-05 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Soporte a chasis-1),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Soporte a chasis-2),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Soporte a chasis-3),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Soporte a chasis-4),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Soporte a chasis-5),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(Soporte a chasis-6)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		
	<p>Nombre: Acero galvanizado</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 2,03943e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 3,56901e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,29</p> <p>Densidad: 7.870 kg/m³</p>	<p>Sólido 1(Base-Extrude)(plain washer 10673 type snl_iso-4),</p> <p>Sólido 1(Base-Extrude)(plain washer 10673 type snl_iso-5),</p> <p>Sólido 1(Base-Extrude)(plain washer 10673 type snl_iso-6),</p> <p>Sólido 1(Base-Extrude)(plain washer 10673 type snl_iso-7),</p> <p>Sólido 1(Base-Extrude)(plain washer 10673 type snl_iso-8),</p> <p>Sólido 1(Base-Extrude)(plain washer 10673 type snl_iso-9),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-1),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-2),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-3),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-4),</p>

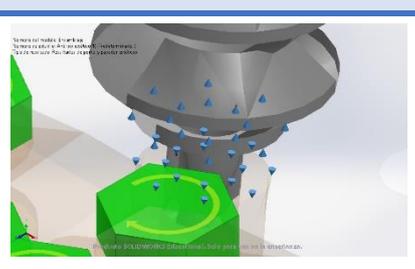
		<p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-5),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-6),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-7),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-8),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer normal grade c_iso-9),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer small grade a_iso-10),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer small grade a_iso-12),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer small grade a_iso-3),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer small grade a_iso-5),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer small grade a_iso-6),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer small grade a_iso-8),</p> <p>Sólido 1(Base-Revolve)(plain washer small grade a_iso-9)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		

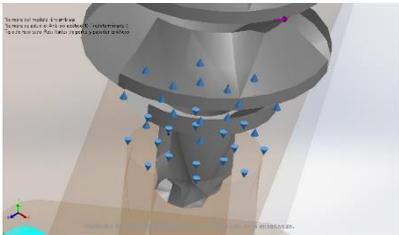
Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades:	18 cara(s)	
		Tipo:	Geometría fija	
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0,000549316	784,69	1.839,61	1.999,98
Momento de reacción(N.m)	0,477176	-0,184136	0,0256926	0,512116

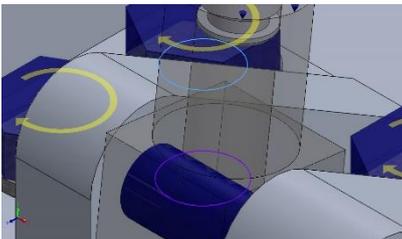
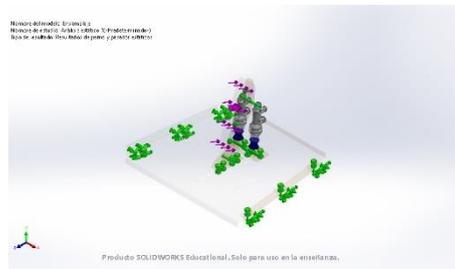
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga	
Fuerza-2		Entidades:	1 cara(s)
		Tipo:	Aplicar fuerza normal
		Valor:	2.000 N

Definiciones de conector

Nombre de conector	Detalles del conector		Imagen del conector
Conector tipo Unión rígida-1	Entidades:	2 cara(s)	
	Tipo:	Unión rígida	

		Conector tipo Unión rígida-1
Conector tipo Unión rígida-2	Entidades: 2 cara(s) Tipo: Unión rígida	 Conector tipo Unión rígida-2

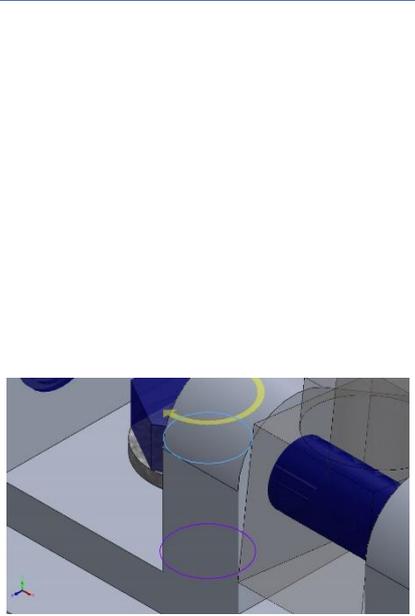
Conector de pasador/perno/rodamiento

Referencia de modelo	Detalles del conector	Detalles de resistencia						
 Tornillo refrentado-1	Entidades: 2 arista(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado) Tipo de conexión: Unión rígida Diámetro de cabeza: 13 mm Diámetro de tuerca: 13 mm Diámetro del vástago nominal: 8 mm Nombre del material: Acero aleado Módulo de Young: 2,1e+11 N/m ² Coeficiente de Poisson: 0,28 Número de roscas: 1 roscas/mm Resistencia del perno: 640 N/mm ² (MPa)	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,79595</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table> 	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,79595	FDS deseado:	1,5
Comprobación de perno:	Aceptar							
FDS calculado:	1,79595							
FDS deseado:	1,5							

	Factor de seguridad: 1,5 Precarga (Torsión): 22,77 N.m Factor de fricción (K): 0,2 Ajuste exacto: No	
--	---	--

Fuerzas del conector

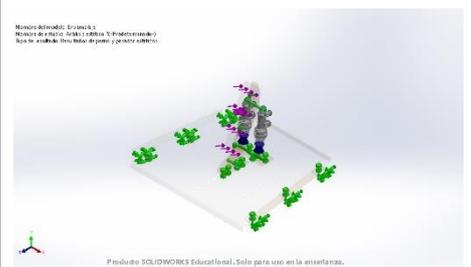
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.386	0	14.386
Fuerza cortante (N)	-47,3	0	-18,25	50,698
Momento flector (N.m)	0,13276	0	-0,37017	0,39326



Tornillo refrentado-2

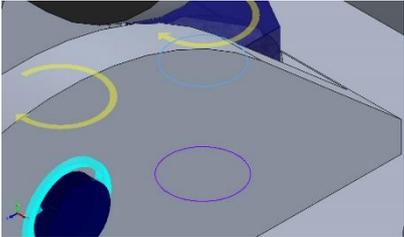
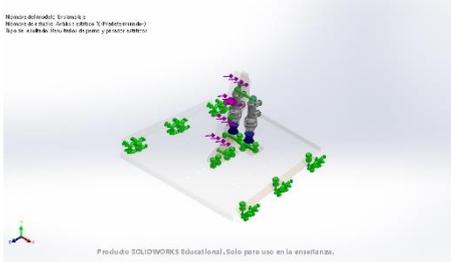
Entidades:	2 arista(s)
Tipo:	Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)
Tipo de conexión:	Distribuida
Diámetro de cabeza:	13 mm
Diámetro de tuerca:	13 mm
Diámetro del vástago nominal:	8 mm
Nombre del material:	Acero aleado
Módulo de Young:	2,1e+11 N/m ²
Coefficiente de Poisson:	0,28
Número de roscas:	1 roscas/mm
Resistencia del perno:	640 N/mm ² (MPa)
Factor de seguridad:	1,5
Precarga (Torsión):	22,77 N.m
Factor de fricción (K):	0,2
Ajuste exacto:	No

Comprobación de perno:	Aceptar
FDS calculado:	1,80578
FDS deseado:	1,5

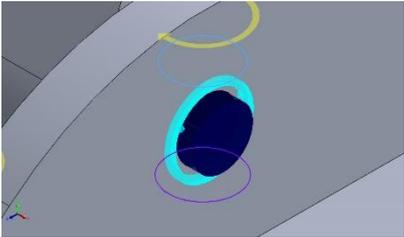
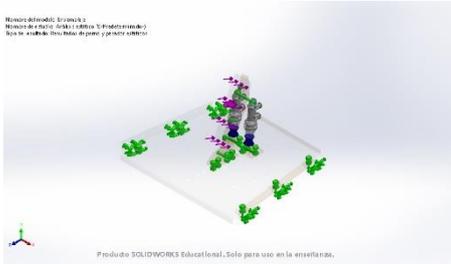


Fuerzas del conector

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.333	0	14.333
Fuerza cortante (N)	-24,078	0	-51,816	57,137
Momento flector (N.m)	0,22508	0	-0,28224	0,361

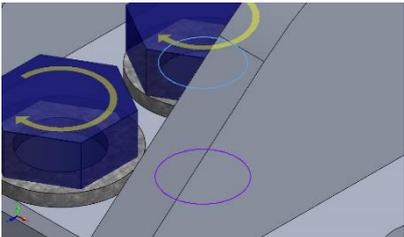
 <p>Tornillo refrentado-3</p>	Entidades: 2 arista(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado) Tipo de conexión: Distribuida Diámetro de cabeza: 13 mm Diámetro de tuerca: 13 mm Diámetro del vástago nominal: 8 mm Nombre del material: Acero aleado Módulo de Young: 2,1e+11 N/m ² Coefficiente de Poisson: 0,28 Número de roscas: 1 roscas/mm Resistencia del perno: 640 N/mm ² (MPa) Factor de seguridad: 1,5 Precarga (Torsión): 22,77 N.m Factor de fricción (K): 0,2 Ajuste exacto: No	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Acceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,78954</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table> 	Comprobación de perno:	Acceptar	FDS calculado:	1,78954	FDS deseado:	1,5
	Comprobación de perno:	Acceptar						
FDS calculado:	1,78954							
FDS deseado:	1,5							

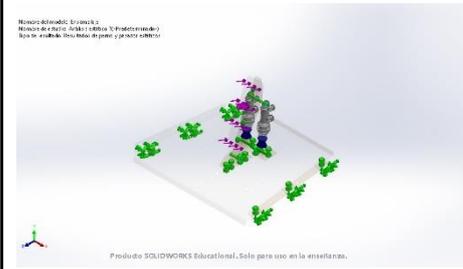
Fuerzas del conector				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.240	0	14.240
Fuerza cortante (N)	-7,3539	0	-414,25	414,31
Momento flector (N.m)	0,59482	0	-0,22041	0,63434

 <p>Tornillo refrentado-4</p>	<p>Entidades: 2 arista(s)</p> <p>Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)</p> <p>Tipo de conexión: Distribuida</p> <p>Diámetro de cabeza: 13 mm</p> <p>Diámetro de tuerca: 13 mm</p> <p>Diámetro del vástago nominal: 8 mm</p> <p>Nombre del material: Acero aleado</p> <p>Módulo de Young: 2,1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,28</p> <p>Número de roscas: 1 roscas/mm</p> <p>Resistencia del perno: 640 N/mm² (MPa)</p> <p>Factor de seguridad: 1,5</p> <p>Precarga (Torsión): 22,77 N.m</p> <p>Factor de fricción (K): 0,2</p> <p>Ajuste exacto: No</p>	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,78407</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table> 	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,78407	FDS deseado:	1,5
	Comprobación de perno:	Aceptar						
FDS calculado:	1,78407							
FDS deseado:	1,5							

Fuerzas del conector

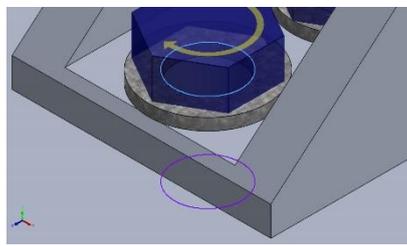
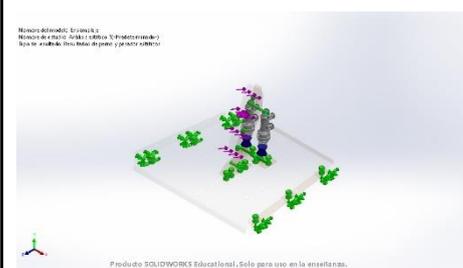
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.248	0	14.248
Fuerza cortante (N)	-0,39081	0	-426,17	426,17
Momento flector (N.m)	0,66356	0	-0,1426	0,67871

 <p>Tornillo refrentado-5</p>	<p>Entidades: 2 arista(s)</p> <p>Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)</p> <p>Tipo de conexión: Distribuida</p> <p>Diámetro de cabeza: 13 mm</p>	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,81384</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table>	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,81384	FDS deseado:	1,5
	Comprobación de perno:	Aceptar						
FDS calculado:	1,81384							
FDS deseado:	1,5							

	<p>Diámetro de tuerca: 13 mm</p> <p>Diámetro del vástago nominal: 8 mm</p> <p>Nombre del material: Acero aleado</p> <p>Módulo de Young: 2,1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,28</p> <p>Número de roscas: 1 roscas/mm</p> <p>Resistencia del perno: 640 N/mm² (MPa)</p> <p>Factor de seguridad: 1,5</p> <p>Precarga (Torsión): 22,77 N.m</p> <p>Factor de fricción (K): 0,2</p> <p>Ajuste exacto: No</p>	 <p><small>Numero de modelo: Ejercicio 1 Nombre de pieza: Tornillo y tuerca 6 (Prototipo de Fórmula Student) Tipo de ajuste: Otro: Ajuste de perno y tuerca cónicos</small></p> <p><small>Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.</small></p>
--	--	--

Fuerzas del conector

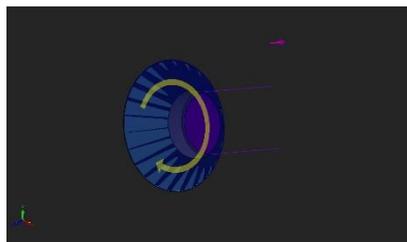
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.171	0	14.171
Fuerza cortante (N)	52,348	0	-21,869	56,733
Momento flector (N.m)	0,18843	0	0,43965	0,47833

 <p>Tornillo refrentado-6</p>	<p>Entidades: 2 arista(s)</p> <p>Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)</p> <p>Tipo de conexión: Distribuida</p> <p>Diámetro de cabeza: 13 mm</p> <p>Diámetro de tuerca: 13 mm</p> <p>Diámetro del vástago nominal: 8 mm</p> <p>Nombre del material: Acero aleado</p> <p>Módulo de Young: 2,1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,28</p>	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,82271</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table>  <p><small>Numero de modelo: Ejercicio 1 Nombre de pieza: Tornillo y tuerca 6 (Prototipo de Fórmula Student) Tipo de ajuste: Otro: Ajuste de perno y tuerca cónicos</small></p> <p><small>Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.</small></p>	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,82271	FDS deseado:	1,5
Comprobación de perno:	Aceptar							
FDS calculado:	1,82271							
FDS deseado:	1,5							

	Número de roscas: 1 roscas/mm Resistencia del perno: 640 N/mm ² (MPa) Factor de seguridad: 1,5 Precarga (Torsión): 22,77 N.m Factor de fricción (K): 0,2 Ajuste exacto: No	
--	--	--

Fuerzas del conector

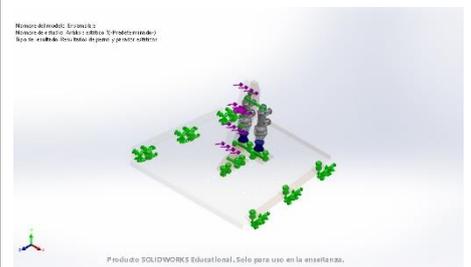
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	13.884	0	13.884
Fuerza cortante (N)	-4,2675	0	73,729	73,853
Momento flector (N.m)	-0,73668	0	-0,085712	0,74165



Tornillo avellanado-1

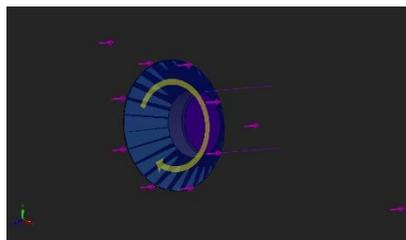
Entidades:	2 cara(s)
Tipo:	Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Tornillo avellanado)
Tipo de conexión:	Distribuida
Diámetro de cabeza:	9,9 mm
Diámetro del vástago nominal:	6 mm
Nombre del material:	Acero aleado
Módulo de Young:	2,1e+11 N/m ²
Coefficiente de Poisson:	0,28
Número de roscas:	1 roscas/mm
Resistencia del perno:	640 N/mm ² (MPa)
Factor de seguridad:	1,5
Precarga (Torsión):	10,6 N.m
Factor de fricción (K):	0,2
Ajuste exacto:	No

Comprobación de perno:	Aceptar
FDS calculado:	1,72947
FDS deseado:	1,5



Fuerzas del conector

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	2.902,5	6.804,5	7.397,7
Fuerza cortante (N)	2,8374	-4,1608	1,7748	5,3397
Momento flector (N.m)	-0,048783	-0,015627	0,0066658	0,051657

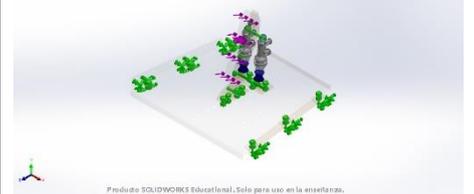


Tornillo avellanado-2

Entidades:	2 cara(s)
Tipo:	Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Tornillo avellanado)
Tipo de conexión:	Distribuida
Diámetro de cabeza:	9,9 mm
Diámetro del vástago nominal:	6 mm
Nombre del material:	Acero aleado
Módulo de Young:	2,1e+11 N/m ²
Coefficiente de Poisson:	0,28
Número de roscas:	1 roscas/mm
Resistencia del perno:	640 N/mm ² (MPa)
Factor de seguridad:	1,5
Precarga (Torsión):	10,6 N.m
Factor de fricción (K):	0,2
Ajuste exacto:	No

Comprobación de perno:	Acceptar
FDS calculado:	1,71563
FDS deseado:	1,5

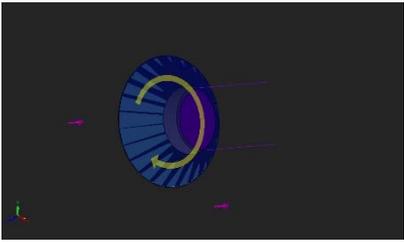
Modelo de perno: 01mmx1,5
Resistencia de tracción: 640 N/mm²
Factor de fricción: 0,2



Producto de SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.

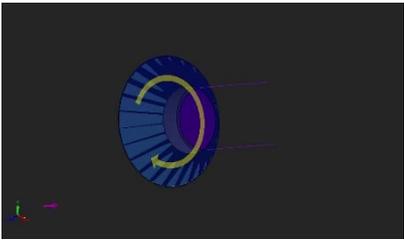
Fuerzas del conector

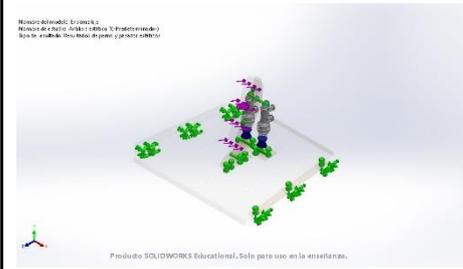
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	2.872,8	6.734,9	7.322
Fuerza cortante (N)	7,4888	26,416	-11,268	29,679
Momento flector (N.m)	0,19193	-0,030346	0,012944	0,19475

 <p>Tornillo avellanado-3</p>	<p>Entidades: 2 cara(s)</p> <p>Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Tornillo avellanado)</p> <p>Tipo de conexión: Distribuida</p> <p>Diámetro de cabeza: 9,9 mm</p> <p>Diámetro del vástago nominal: 6 mm</p> <p>Nombre del material: Acero aleado</p> <p>Módulo de Young: 2,1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,28</p> <p>Número de roscas: 1 roscas/mm</p> <p>Resistencia del perno: 640 N/mm² (MPa)</p> <p>Factor de seguridad: 1,5</p> <p>Precarga (Torsión): 10,6 N.m</p> <p>Factor de fricción (K): 0,2</p> <p>Ajuste exacto: No</p>	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,73311</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table> 	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,73311	FDS deseado:	1,5
	Comprobación de perno:	Aceptar						
FDS calculado:	1,73311							
FDS deseado:	1,5							

Fuerzas del conector

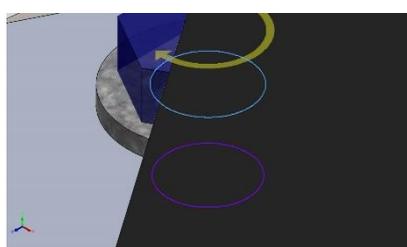
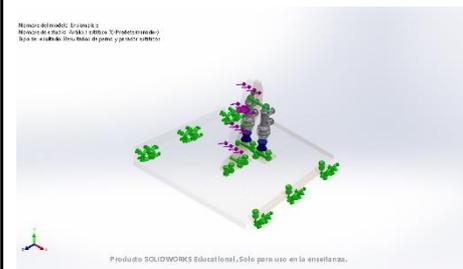
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	2.892,7	6.781,5	7.372,7
Fuerza cortante (N)	10,368	5,1692	-2,205	11,793
Momento flector (N.m)	0,052549	-0,029474	0,012572	0,061548

 <p>Tornillo avellanado-4</p>	<p>Entidades: 2 cara(s)</p> <p>Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Tornillo avellanado)</p> <p>Tipo de conexión: Distribuida</p> <p>Diámetro de cabeza: 9,9 mm</p>	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,72974</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table>	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,72974	FDS deseado:	1,5
	Comprobación de perno:	Aceptar						
FDS calculado:	1,72974							
FDS deseado:	1,5							

	<p>Diámetro del vástago nominal: 6 mm</p> <p>Nombre del material: Acero aleado</p> <p>Módulo de Young: 2,1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,28</p> <p>Número de roscas: 1 roscas/mm</p> <p>Resistencia del perno: 640 N/mm² (MPa)</p> <p>Factor de seguridad: 1,5</p> <p>Precarga (Torsión): 10,6 N.m</p> <p>Factor de fricción (K): 0,2</p> <p>Ajuste exacto: No</p>	 <p style="font-size: small;">Producto de SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.</p>
--	---	---

Fuerzas del conector

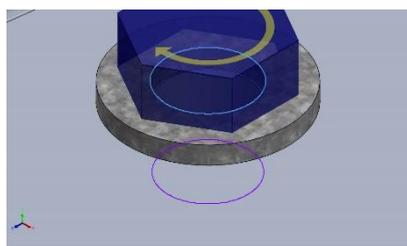
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	2.892,9	6.782	7.373,2
Fuerza cortante (N)	5,8639	-6,8188	2,9087	9,4521
Momento flector (N.m)	-0,065483	-0,036005	0,015358	0,07629

 <p>Refrentado con tuerca-2</p>	<p>Entidades: 2 arista(s)</p> <p>Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)</p> <p>Tipo de conexión: Distribuida</p> <p>Diámetro de cabeza: 13 mm</p> <p>Diámetro de tuerca: 13 mm</p> <p>Diámetro del vástago nominal: 8 mm</p> <p>Nombre del material: Acero aleado</p> <p>Módulo de Young: 2,1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,28</p> <p>Número de roscas: 1 roscas/mm</p>	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,8086</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: x-small;">Producto de SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.</p> </div>	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,8086	FDS deseado:	1,5
Comprobación de perno:	Aceptar							
FDS calculado:	1,8086							
FDS deseado:	1,5							

Resistencia del perno:	640 N/mm ² (MPa)
Factor de seguridad:	1,5
Precarga (Torsión):	22,77 N.m
Factor de fricción (K):	0,2
Ajuste exacto:	No

Fuerzas del conector

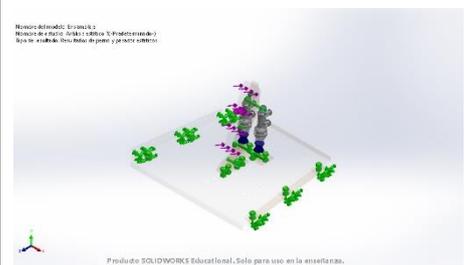
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.077	0	14.077
Fuerza cortante (N)	-72,199	0	-1,3418	72,212
Momento flector (N.m)	0,17611	0	-0,61936	0,64391



Refrentado con tuerca-3

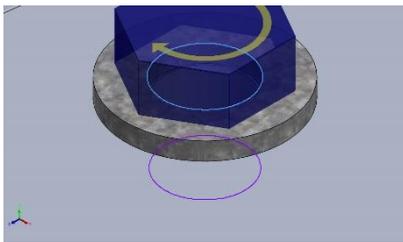
Entidades:	2 arista(s)
Tipo:	Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)
Tipo de conexión:	Distribuida
Diámetro de cabeza:	13 mm
Diámetro de tuerca:	13 mm
Diámetro del vástago nominal:	8 mm
Nombre del material:	Acero aleado
Módulo de Young:	2,1e+11 N/m ²
Coefficiente de Poisson:	0,28
Número de roscas:	1 roscas/mm
Resistencia del perno:	640 N/mm ² (MPa)
Factor de seguridad:	1,5
Precarga (Torsión):	22,77 N.m
Factor de fricción (K):	0,2
Ajuste exacto:	No

Comprobación de perno:	Aceptar
FDS calculado:	1,7987
FDS deseado:	1,5



Fuerzas del conector

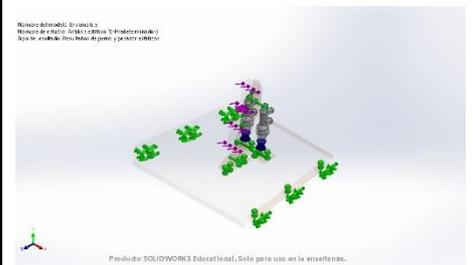
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.238	0	14.238
Fuerza cortante (N)	-58,003	0	-20,038	61,367
Momento flector (N.m)	0,24296	0	-0,48876	0,54581



Refrentado con tuerca-4

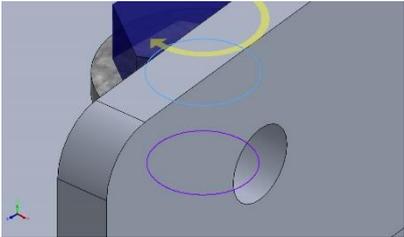
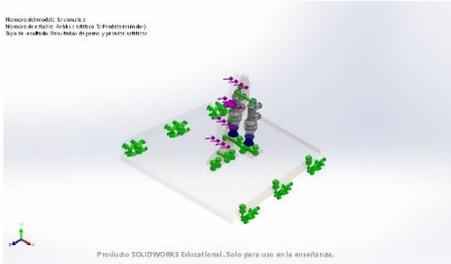
Entidades:	2 arista(s)
Tipo:	Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)
Tipo de conexión:	Distribuida
Diámetro de cabeza:	13 mm
Diámetro de tuerca:	13 mm
Diámetro del vástago nominal:	8 mm
Nombre del material:	Acero aleado
Módulo de Young:	2,1e+11 N/m ²
Coefficiente de Poisson:	0,28
Número de roscas:	1 roscas/mm
Resistencia del perno:	640 N/mm ² (MPa)
Factor de seguridad:	1,5
Precarga (Torsión):	22,77 N.m
Factor de fricción (K):	0,2
Ajuste exacto:	No

Comprobación de perno:	Acceptar
FDS calculado:	1,78496
FDS deseado:	1,5



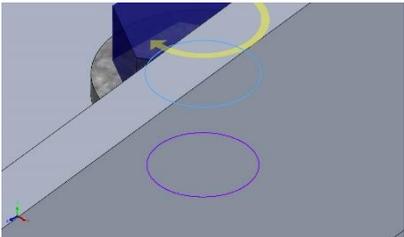
Fuerzas del conector

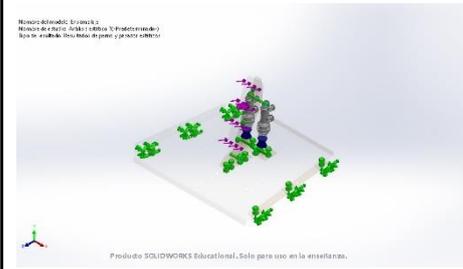
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.323	0	14.323
Fuerza cortante (N)	-87,549	0	-3,6888	87,627
Momento flector (N.m)	0,051128	0	-0,5785	0,58076

 <p>Refrentado con tuerca-5</p>	Entidades: 2 arista(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado) Tipo de conexión: Distribuida Diámetro de cabeza: 13 mm Diámetro de tuerca: 13 mm Diámetro del vástago nominal: 8 mm Nombre del material: Acero aleado Módulo de Young: 2,1e+11 N/m ² Coefficiente de Poisson: 0,28 Número de roscas: 1 roscas/mm Resistencia del perno: 640 N/mm ² (MPa) Factor de seguridad: 1,5 Precarga (Torsión): 22,77 N.m Factor de fricción (K): 0,2 Ajuste exacto: No	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,8006</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table> 	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,8006	FDS deseado:	1,5
	Comprobación de perno:	Aceptar						
FDS calculado:	1,8006							
FDS deseado:	1,5							

Fuerzas del conector

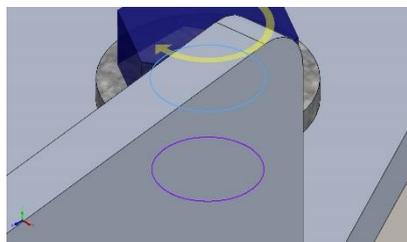
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.312	0	14.312
Fuerza cortante (N)	-36,127	0	-38,182	52,564
Momento flector (N.m)	0,28199	0	-0,33456	0,43755

 <p>Refrentado con tuerca-6</p>	Entidades: 2 arista(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado) Tipo de conexión: Distribuida Diámetro de cabeza: 13 mm	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,79806</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table>	Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,79806	FDS deseado:	1,5
	Comprobación de perno:	Aceptar						
FDS calculado:	1,79806							
FDS deseado:	1,5							

	<p>Diámetro de tuerca: 13 mm</p> <p>Diámetro del vástago nominal: 8 mm</p> <p>Nombre del material: Acero aleado</p> <p>Módulo de Young: 2,1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,28</p> <p>Número de roscas: 1 roscas/mm</p> <p>Resistencia del perno: 640 N/mm² (MPa)</p> <p>Factor de seguridad: 1,5</p> <p>Precarga (Torsión): 22,77 N.m</p> <p>Factor de fricción (K): 0,2</p> <p>Ajuste exacto: No</p>	 <p><small>Numero del modelo: Ejercicio 1 Nombre del modelo: Tuerca y vástago 7 (Prototipo de cambio) Tipo de ajuste: Otro: Ajuste de perno y tuerca exacto</small></p> <p><small>Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.</small></p>
--	--	--

Fuerzas del conector

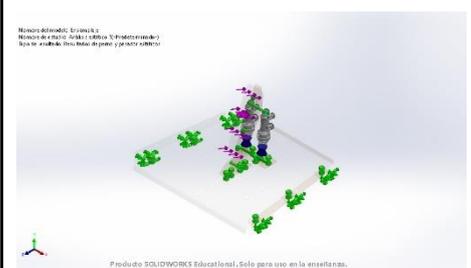
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.183	0	14.183
Fuerza cortante (N)	-94,299	0	-20,003	96,397
Momento flector (N.m)	0,070896	0	-0,6151	0,61918



Refrentado con tuerca-7

Entidades:	2 arista(s)
Tipo:	Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)
Tipo de conexión:	Distribuida
Diámetro de cabeza:	13 mm
Diámetro de tuerca:	13 mm
Diámetro del vástago nominal:	8 mm
Nombre del material:	Acero aleado
Módulo de Young:	2,1e+11 N/m ²
Coefficiente de Poisson:	0,28

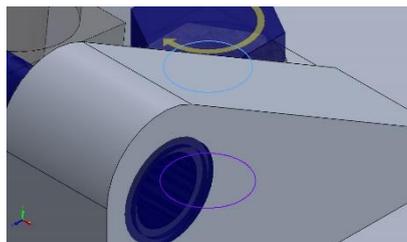
Comprobación de perno:	Aceptar
FDS calculado:	1,7942
FDS deseado:	1,5



	Número de roscas: 1 roscas/mm Resistencia del perno: 640 N/mm ² (MPa) Factor de seguridad: 1,5 Precarga (Torsión): 22,77 N.m Factor de fricción (K): 0,2 Ajuste exacto: No	
--	--	--

Fuerzas del conector

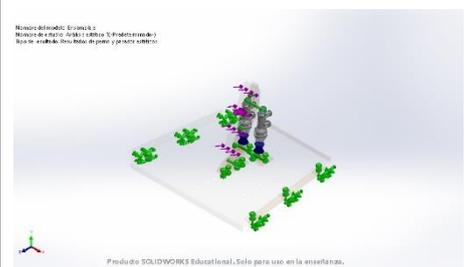
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	0	14.107	0	14.107
Fuerza cortante (N)	-130,7	0	-11,281	131,19
Momento flector (N.m)	0,27566	0	-0,69858	0,751

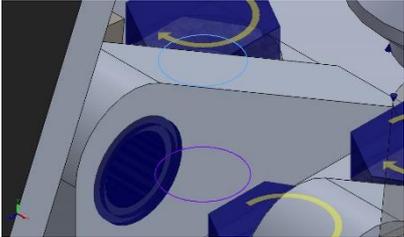
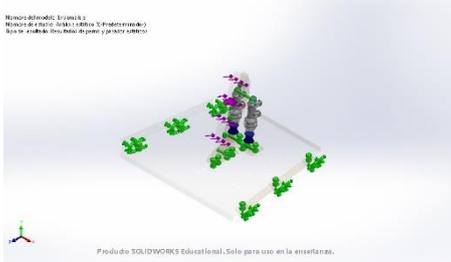


Tornillo refrentado-11

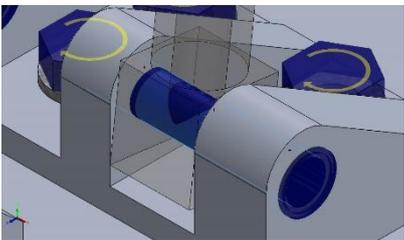
Entidades:	2 arista(s)
Tipo:	Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)
Tipo de conexión:	Distribuida
Diámetro de cabeza:	13 mm
Diámetro de tuerca:	13 mm
Diámetro del vástago nominal:	8 mm
Nombre del material:	Acero aleado
Módulo de Young:	2,1e+11 N/m ²
Coefficiente de Poisson:	0,28
Número de roscas:	1 roscas/mm
Resistencia del perno:	640 N/mm ² (MPa)
Factor de seguridad:	1,5
Precarga (Torsión):	22,77 N.m
Factor de fricción (K):	0,2

Comprobación de perno:	Aceptar
FDS calculado:	1,74753
FDS deseado:	1,5



		Ajuste exacto:	No								
Fuerzas del conector											
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante							
Fuerza axial (N)	0	14.458	0	14.458							
Fuerza cortante (N)	-92,653	0	-48,846	104,74							
Momento flector (N.m)	0,30827	0	-0,73999	0,80163							
 <p>Tornillo refrentado-12</p>		Entidades:	2 arista(s)	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de perno:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>1,80276</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table> 		Comprobación de perno:	Aceptar	FDS calculado:	1,80276	FDS deseado:	1,5
		Comprobación de perno:	Aceptar								
FDS calculado:	1,80276										
FDS deseado:	1,5										
Tipo:	Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado)										
Tipo de conexión:	Distribuida										
Diámetro de cabeza:	13 mm										
Diámetro de tuerca:	13 mm										
Diámetro del vástago nominal:	8 mm										
Nombre del material:	Acero aleado										
Módulo de Young:	2,1e+11 N/m ²										
Coefficiente de Poisson:	0,28										
Número de roscas:	1 roscas/mm										
Resistencia del perno:	640 N/mm ² (MPa)										
Factor de seguridad:	1,5										
Precarga (Torsión):	22,77 N.m										
Factor de fricción (K):	0,2										
Ajuste exacto:	No										
Fuerzas del conector											
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante							
Fuerza axial (N)	0	14.371	0	14.371							
Fuerza cortante (N)	-26,601	0	-34,883	43,869							

Momento flector (N.m)	0,13811	0	-0,31542	0,34433
-----------------------	---------	---	----------	---------

 <p>Conector tipo Pasador-6</p>	Entidades: 3 cara(s) Tipo: Pasador Con anillo de retención (sin traslación): Sí Con clave (sin rotación): No Tipo de conexión: Distribuida Unidades: SI Valor de rigidez rotacional: 0 Nombre del material: 1.2367 (X38CrMoV5-3) Módulo de Young: 0 N/m ² Coefficiente de Poisson: 0 Zona del límite de tensión: 8 mm ² Resistencia del pasador: 2.120 N/mm ² (MPa) Factor de seguridad: 2	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de pasador:</td> <td>Acceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>5,97713</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>2</td> </tr> </table> 	Comprobación de pasador:	Acceptar	FDS calculado:	5,97713	FDS deseado:	2
	Comprobación de pasador:	Acceptar						
FDS calculado:	5,97713							
FDS deseado:	2							

Fuerzas del conector Junta 1

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-284,52	-0	-0	-284,52
Fuerza cortante (N)	0	-306,63	-688,24	753,46
Torsión (N.m)	8,717e-11	0	0	8,717e-11
Momento flector (N.m)	0	4,5981	0,23291	4,604

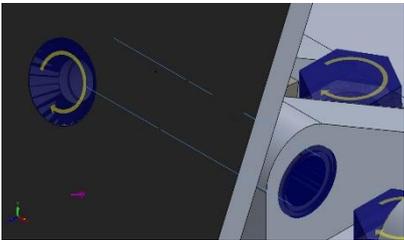
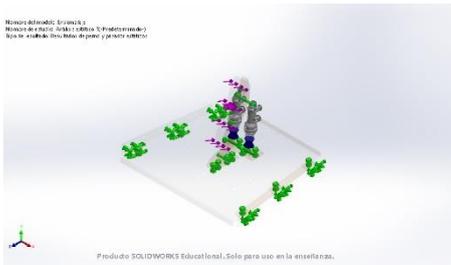
Fuerzas del conector Junta 2

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-94,11	-0	-0	-94,11
Fuerza cortante (N)	0	-347,47	-779,89	853,8

Torsión (N.m)	1,0075e-10	0	0	1,0075e-10
Momento flector (N.m)	0	15,156	0,76768	15,175

Fuerzas del conector Junta 3

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-94,11	-0	-0	-94,11
Fuerza cortante (N)	0	-347,47	-779,89	853,8
Torsión (N.m)	-9,4014e-11	-0	-0	-9,4014e-11
Momento flector (N.m)	0	1,797	0,091024	1,7993

 <p>Conector tipo Pasador-7</p>	<p>Entidades: 3 cara(s)</p> <p>Tipo: Pasador</p> <p>Con anillo de retención (sin traslación): Sí</p> <p>Con clave (sin rotación): No</p> <p>Tipo de conexión: Distribuida</p> <p>Unidades: SI</p> <p>Valor de rigidez rotacional: 0</p> <p>Nombre del material: 1.2367 (X38CrMoV5-3)</p> <p>Módulo de Young: 0 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0</p> <p>Zona del límite de tensión: 8 mm²</p> <p>Resistencia del pasador: 2.120 N/mm² (MPa)</p> <p>Factor de seguridad: 2</p>	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de pasador:</td> <td>Acceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>4,76741</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>2</td> </tr> </table> 	Comprobación de pasador:	Acceptar	FDS calculado:	4,76741	FDS deseado:	2
	Comprobación de pasador:	Acceptar						
FDS calculado:	4,76741							
FDS deseado:	2							

Fuerzas del conector Junta 1

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-615,74	-0	-0	-615,74

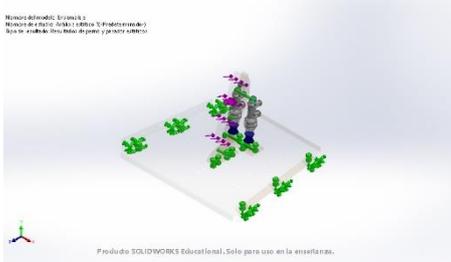
Fuerza cortante (N)	0	-927,82	-600	1.104,9
Torsión (N.m)	7,3614e-11	0	0	7,3614e-11
Momento flector (N.m)	0	10,419	1,3886	10,511

Fuerzas del conector Junta 2

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-615,74	-0	-0	-615,74
Fuerza cortante (N)	0	-927,82	-600	1.104,9
Torsión (N.m)	-1,3162e-10	-0	-0	-1,3162e-10
Momento flector (N.m)	0	15,485	2,0638	15,622

Fuerzas del conector Junta 3

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-293,24	-0	-0	-293,24
Fuerza cortante (N)	0	-794,27	-513,64	945,88
Torsión (N.m)	-7,7874e-11	-0	-0	-7,7874e-11
Momento flector (N.m)	0	4,6477	0,61946	4,6888

 <p>Conector tipo Pasador-8</p>	<p>Entidades: 3 cara(s)</p> <p>Tipo: Pasador</p> <p>Con anillo de retención (sin traslación): Sí</p> <p>Con clave (sin rotación): No</p> <p>Tipo de conexión: Distribuida</p> <p>Unidades: SI</p> <p>Valor de rigidez rotacional: 0</p> <p>Nombre del material: 1.2367 (X38CrMoV5-3)</p> <p>Módulo de Young: 0 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0</p>	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de pasador:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>2,47393</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>1,5</td> </tr> </table>	Comprobación de pasador:	Aceptar	FDS calculado:	2,47393	FDS deseado:	1,5
	Comprobación de pasador:	Aceptar						
FDS calculado:	2,47393							
FDS deseado:	1,5							
		 <p><small>Producto SOLIDWORKS Educativa. Solo para uso en la enseñanza.</small></p>						

Zona del límite de tensión:	8 mm ²
Resistencia del pasador:	2,12e+09 N/m ²
Factor de seguridad:	1,5

Fuerzas del conector Junta 1

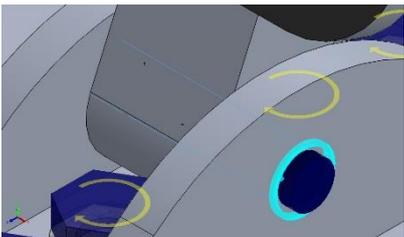
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	315,57	-0	-0	-315,57
Fuerza cortante (N)	0	-1.492,8	-206,27	1.507
Torsión (N.m)	1,3229e-10	-0	-0	-1,3229e-10
Momento flector (N.m)	0	0,2268	39,22	39,22

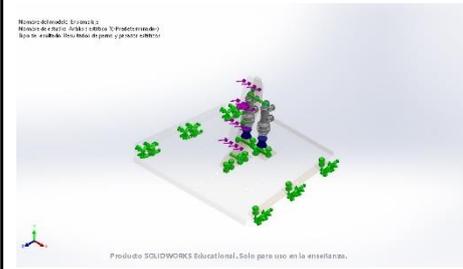
Fuerzas del conector Junta 2

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	322,5	-0	-0	-322,5
Fuerza cortante (N)	0	-1.460	-201,73	1.473,9
Torsión (N.m)	1,2178e-10	-0	-0	-1,2178e-10
Momento flector (N.m)	0	0,04837	8,3644	8,3645

Fuerzas del conector Junta 3

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	322,5	-0	-0	-322,5
Fuerza cortante (N)	0	-1.460	-201,73	1.473,9
Torsión (N.m)	-1,3156e-10	0	0	1,3156e-10
Momento flector (N.m)	0	0,2253	38,96	38,961

 <p>Conector tipo Pasador-9</p>	Entidades:	3 cara(s)	<table border="1"> <tr> <td>Comprobación de pasador:</td> <td>Aceptar</td> </tr> <tr> <td>FDS calculado:</td> <td>3,90254</td> </tr> <tr> <td>FDS deseado:</td> <td>2</td> </tr> </table>	Comprobación de pasador:	Aceptar	FDS calculado:	3,90254	FDS deseado:	2
	Comprobación de pasador:	Aceptar							
	FDS calculado:	3,90254							
	FDS deseado:	2							
	Tipo:	Pasador							
Con anillo de retención (sin traslación):	Sí								
Con clave (sin rotación):	No								
Tipo de conexión:	Distribuida								

	Unidades: SI Valor de rigidez rotacional: 0 Nombre del material: 1.2367 (X38CrMoV5-3) Módulo de Young: 0 N/m ² Coefficiente de Poisson: 0 Zona del límite de tensión: 8 mm ² Resistencia del pasador: 2,12e+09 N/m ² Factor de seguridad: 2	 <p style="font-size: small;">Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.</p>
--	---	--

Fuerzas del conector Junta 1

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-349,13	0	0	349,13
Fuerza cortante (N)	0	1.018,7	-898,75	1.358,5
Torsión (N.m)	1,242e-10	-0	-0	-1,242e-10
Momento flector (N.m)	0	-0,69643	-0,93835	1,1686

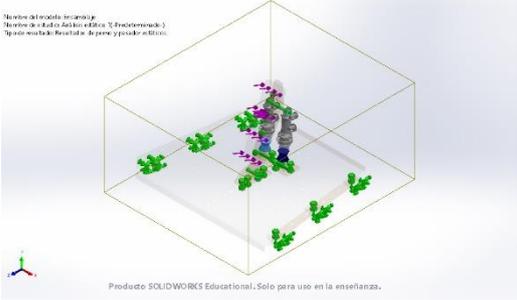
Fuerzas del conector Junta 2

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-356,06	0	0	356,06
Fuerza cortante (N)	0	1.103,2	-973,29	1.471,2
Torsión (N.m)	1,3465e-10	-0	-0	-1,3465e-10
Momento flector (N.m)	0	-12,181	-16,413	20,439

Fuerzas del conector Junta 3

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-356,06	0	0	356,06
Fuerza cortante (N)	0	1.103,2	-973,29	1.471,2
Torsión (N.m)	-1,2506e-10	0	0	1,2506e-10
Momento flector (N.m)	0	-0,60948	-0,82119	1,0227

Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		<p>Tipo: Unión rígida</p> <p>Componentes: 1 componente(s)</p> <p>Valor de fricción: 0,9</p> <p>Opciones: Mallado incompatible</p>

Información de malla

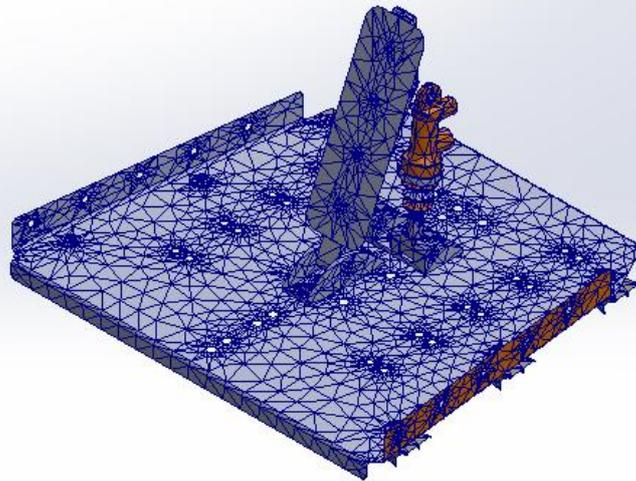
Tipo de malla	Malla mixta
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 Puntos
Verificación jacobiana para el vaciado	Activar
Tamaño de elementos	21,9809 mm
Tolerancia	1,09904 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla - Detalles

Blai Soto Artiga

Número total de nodos	25973
Número total de elementos	11864
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:01:34
Nombre de computadora:	PC-1607977704

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



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0,000549316	784,69	1.839,61	1.999,98

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0,477176	-0,184136	0,0256926	0,512116

Fuerzas de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0,0018425	0,00189114	-0,0155602	0,0157826

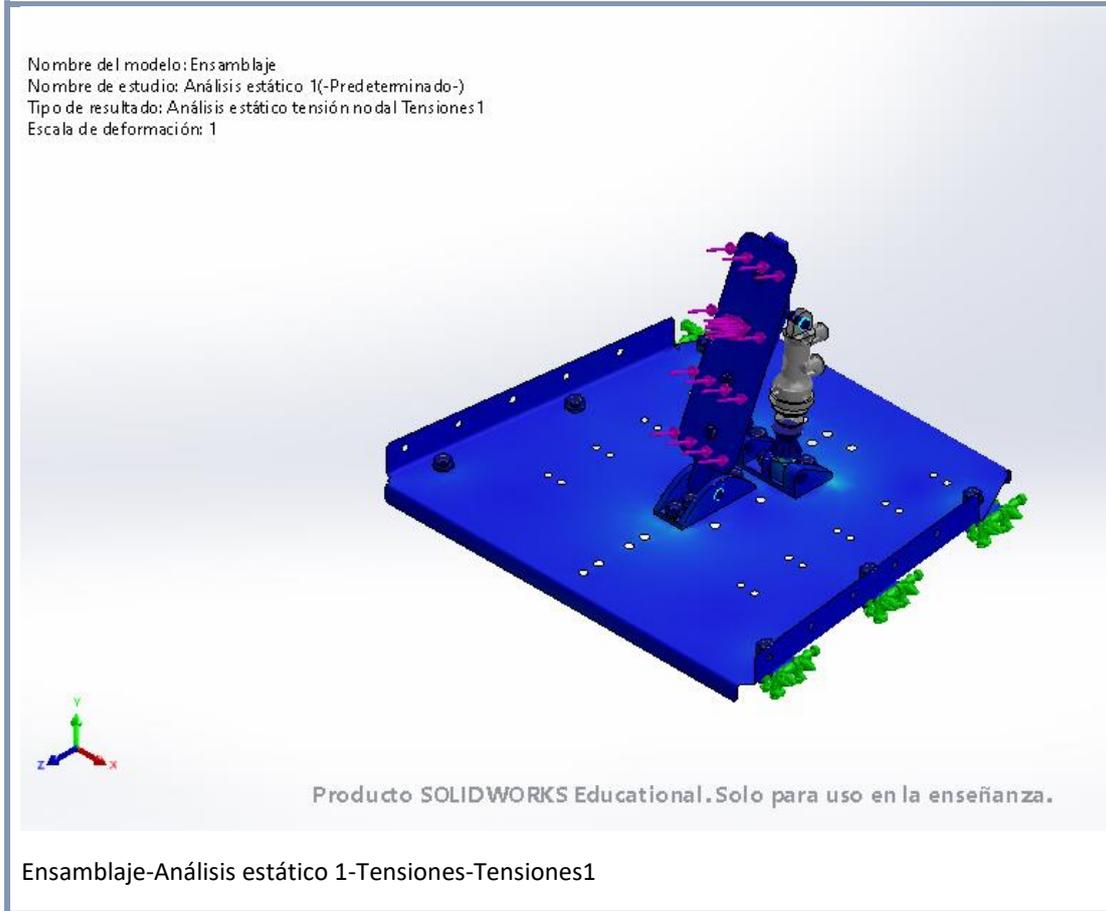
Momentos de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0,522131	0,394415	0,245044	0,698735

Resultados del estudio

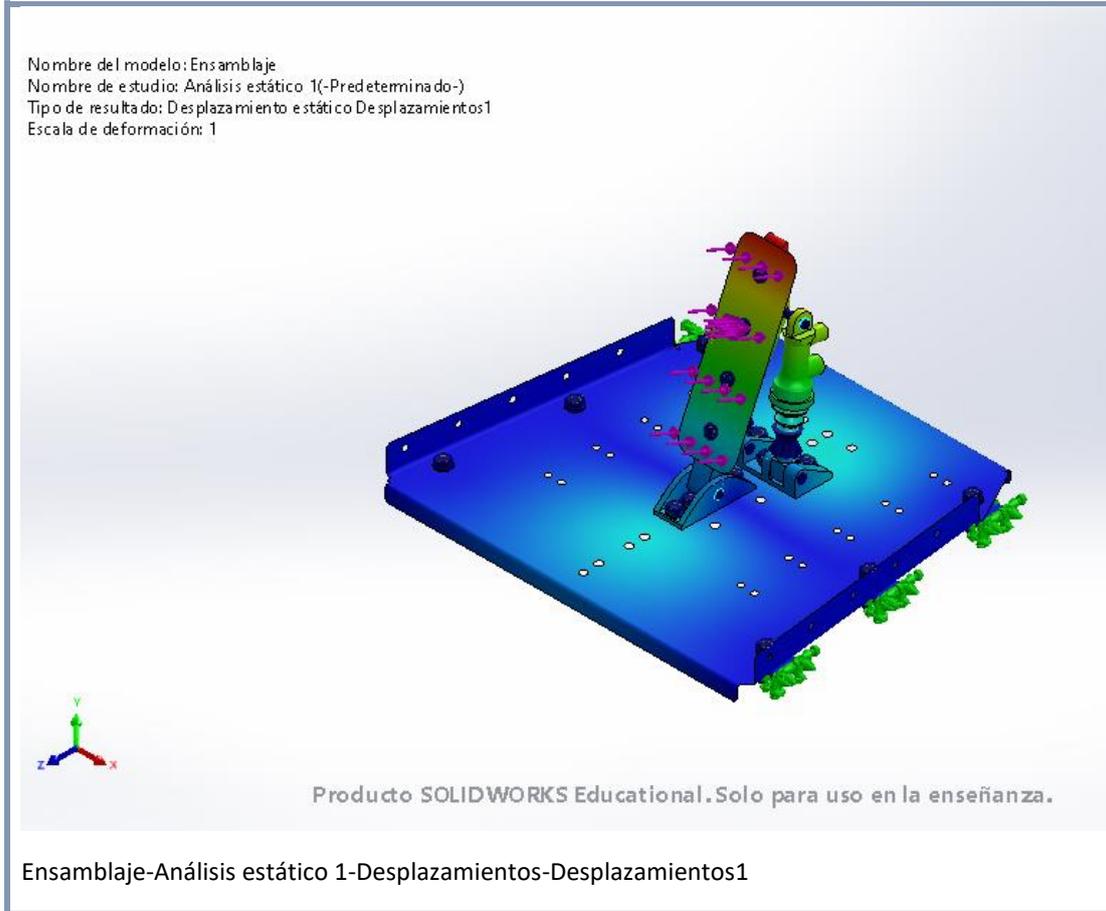
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0,000e+00N/m ² Nodo: 12602	5,875e+08N/m ² Nodo: 7617

Blai Soto Artiga



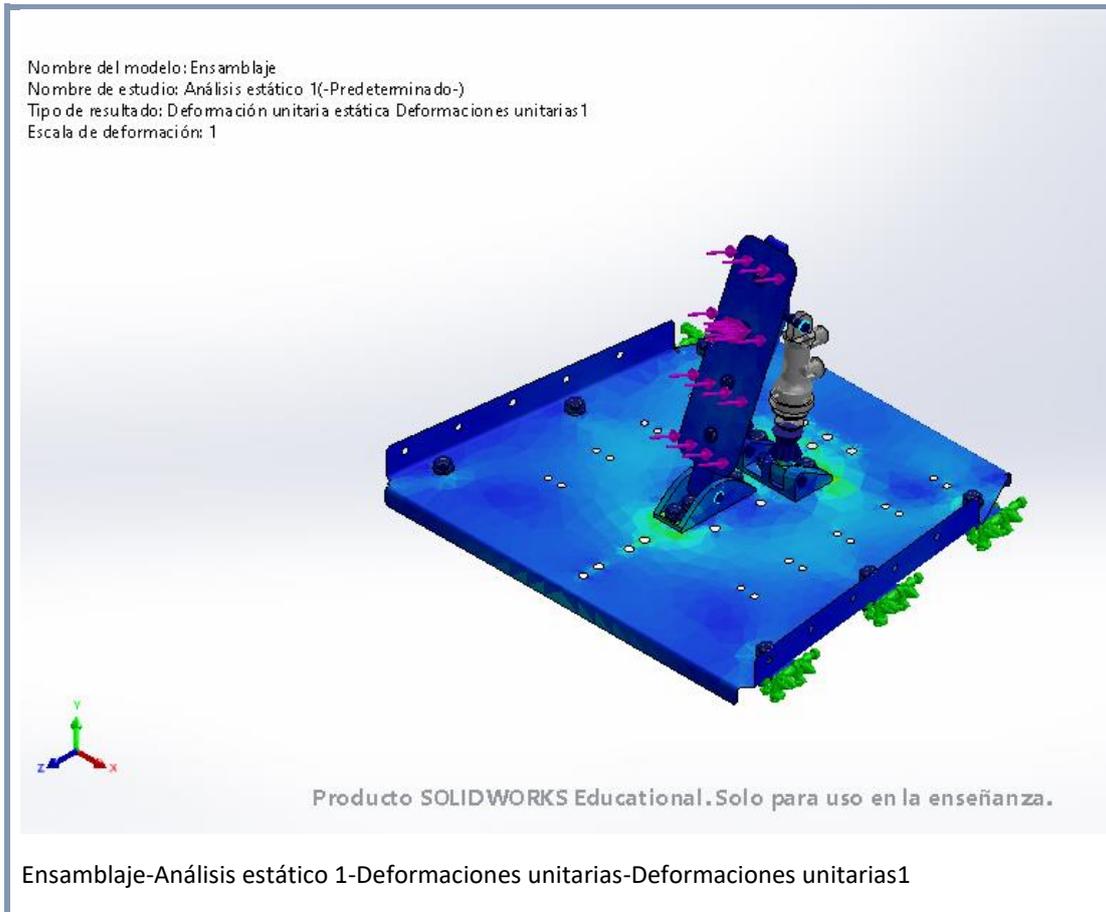
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00mm Nodo: 24982	3,068e+00mm Nodo: 154

Blai Soto Artiga



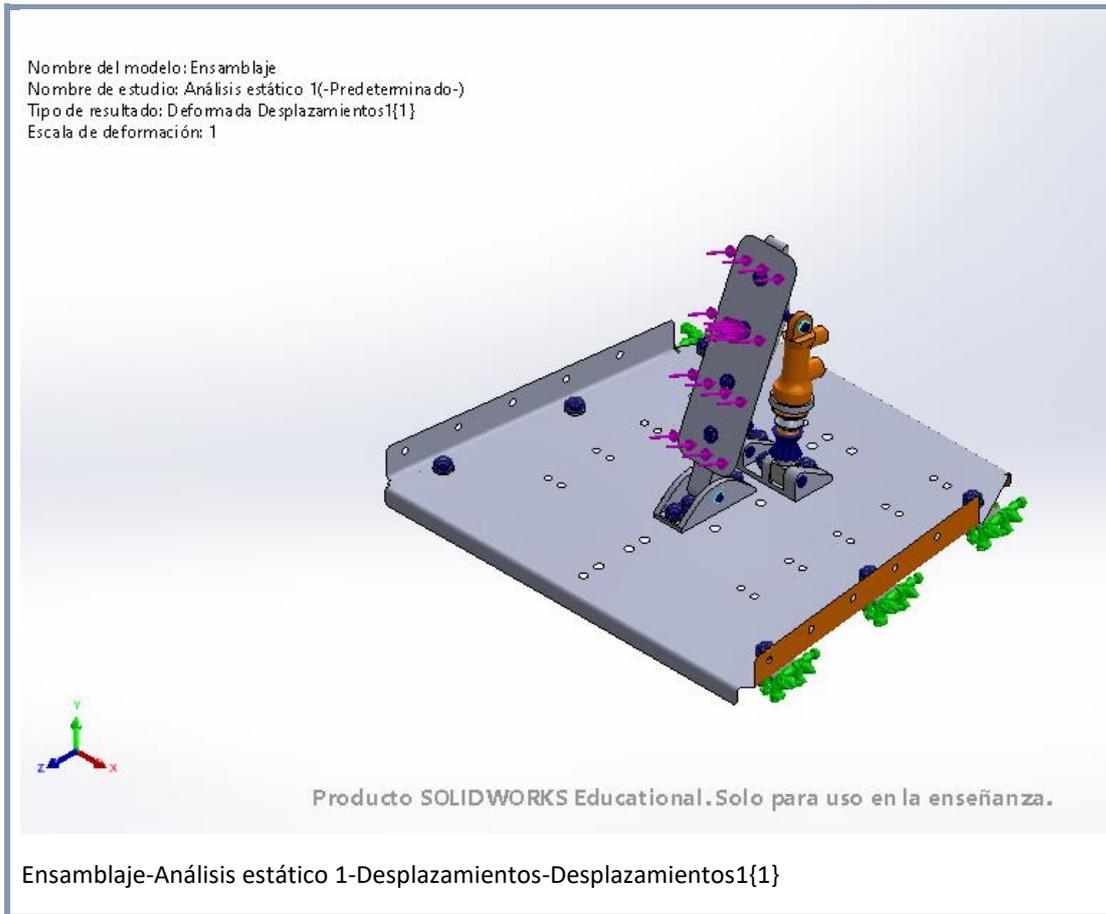
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0,000e+00 Elemento: 5565	1,425e-03 Elemento: 4025

Blai Soto Artiga



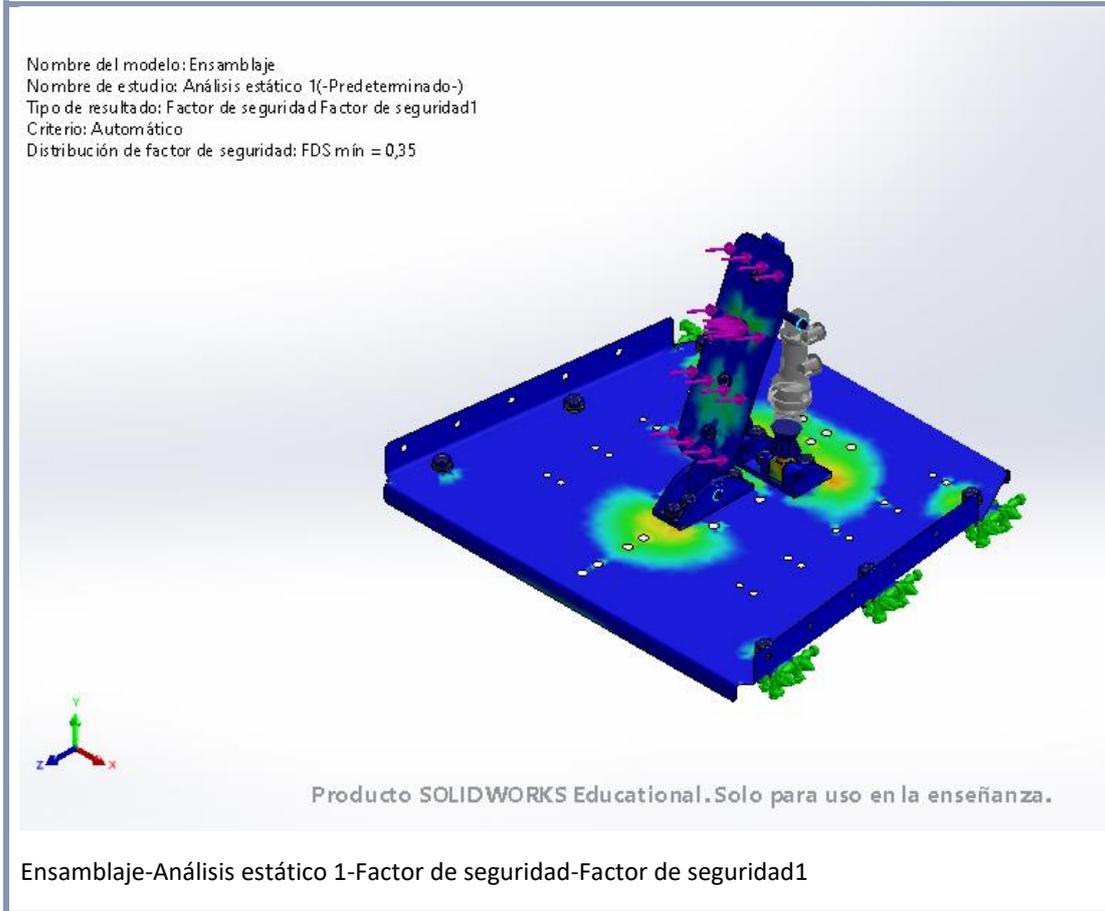
Nombre	Tipo
Desplazamientos1{1}	Deformada

Blai Soto Artiga



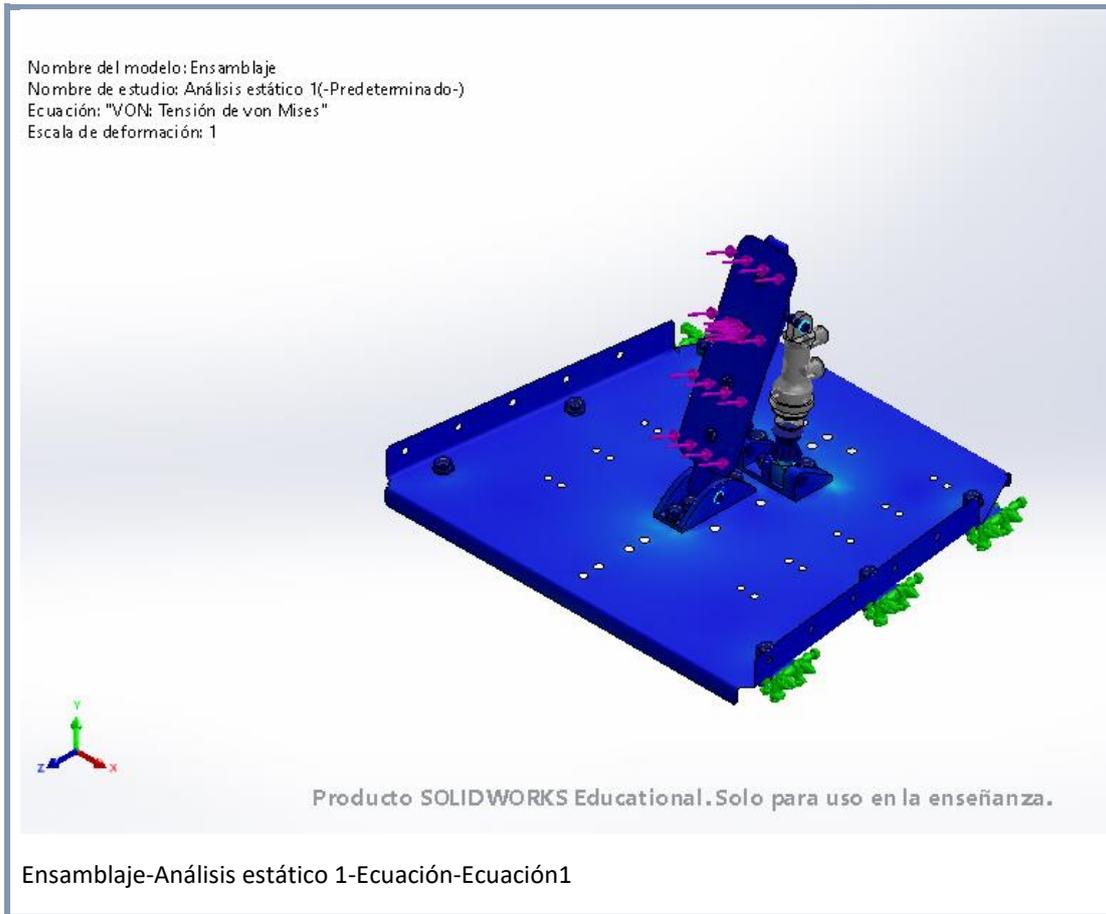
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	3,472e-01	3,658e+03
		Nodo: 7617	Nodo: 2566

Blai Soto Artiga



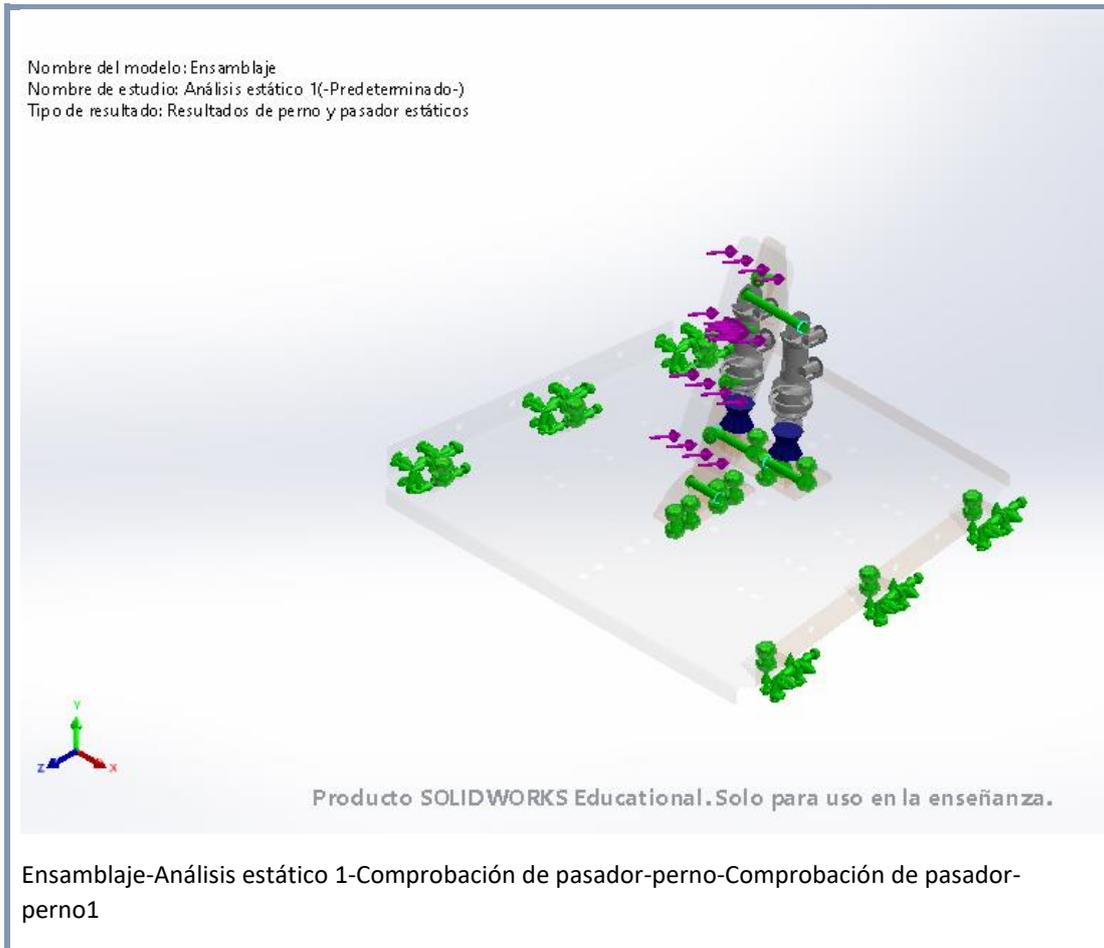
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Ecuación1	"VON: Tensión de von Mises"	0,000e+00SI	5,875e+08SI
		Nodo: 12602	Nodo: 7617

Blai Soto Artiga



Nombre	Tipo
Comprobación de pasador/perno1	Resultados de perno y pasador estáticos

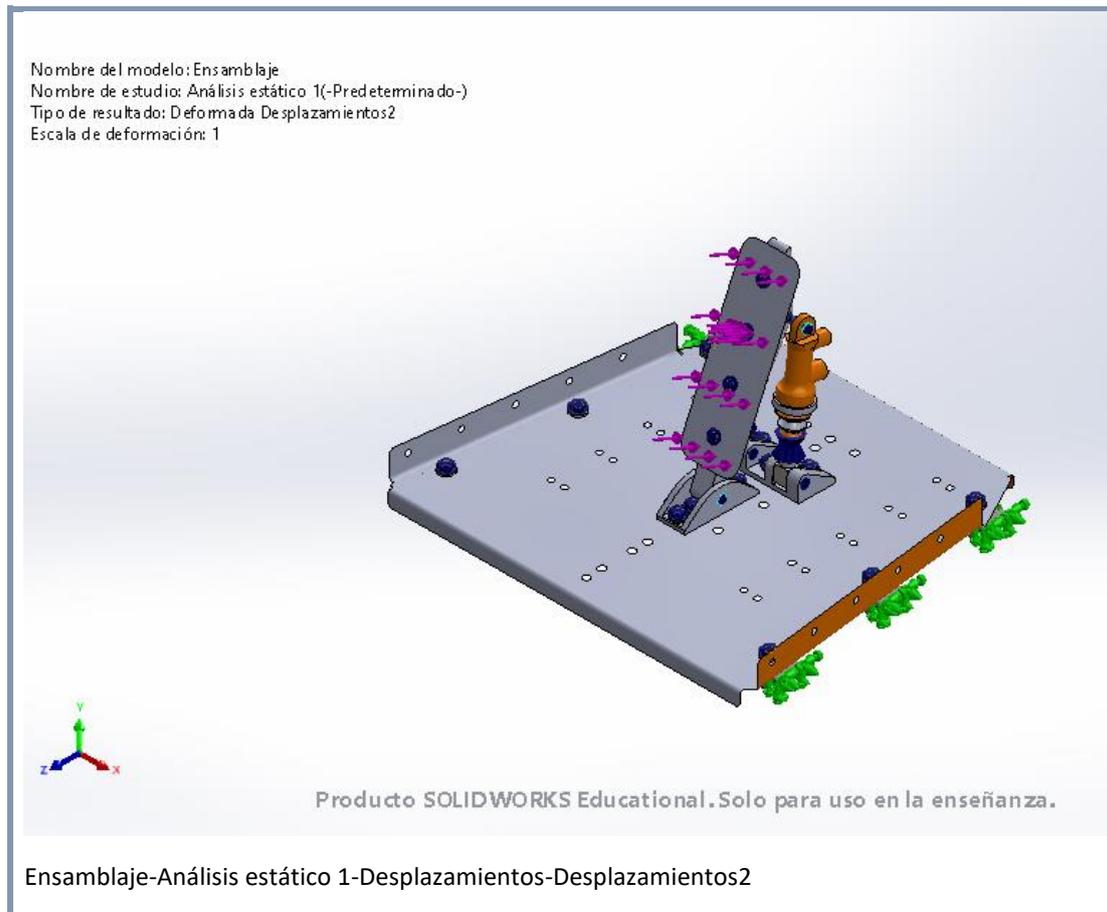
Blai Soto Artiga



Nombre	Tipo
Desplazamientos2	Deformada

Desarrollo de un sistema de cambio de marchas y pedalera para un prototipo de Formula Student.

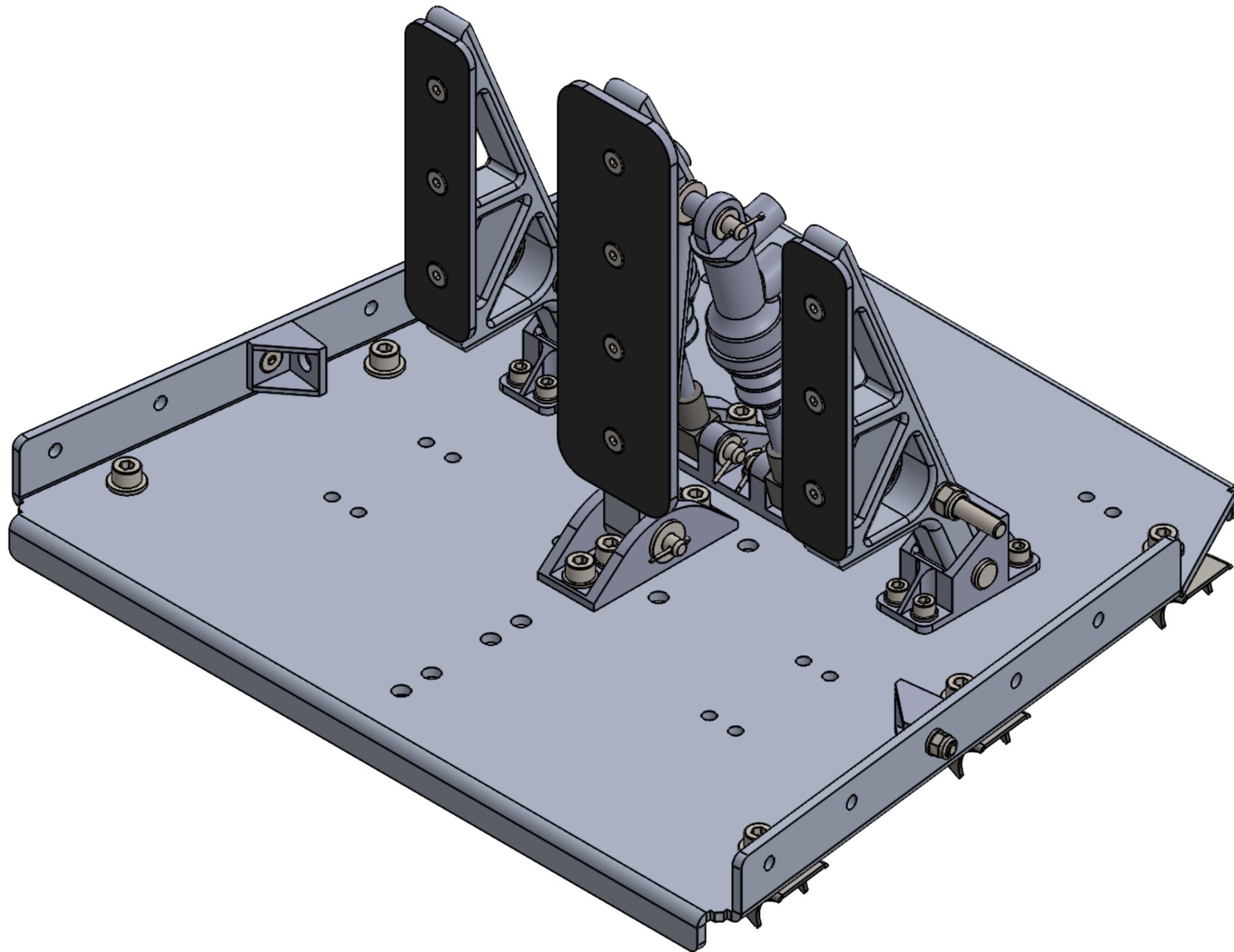
Blai Soto Artiga



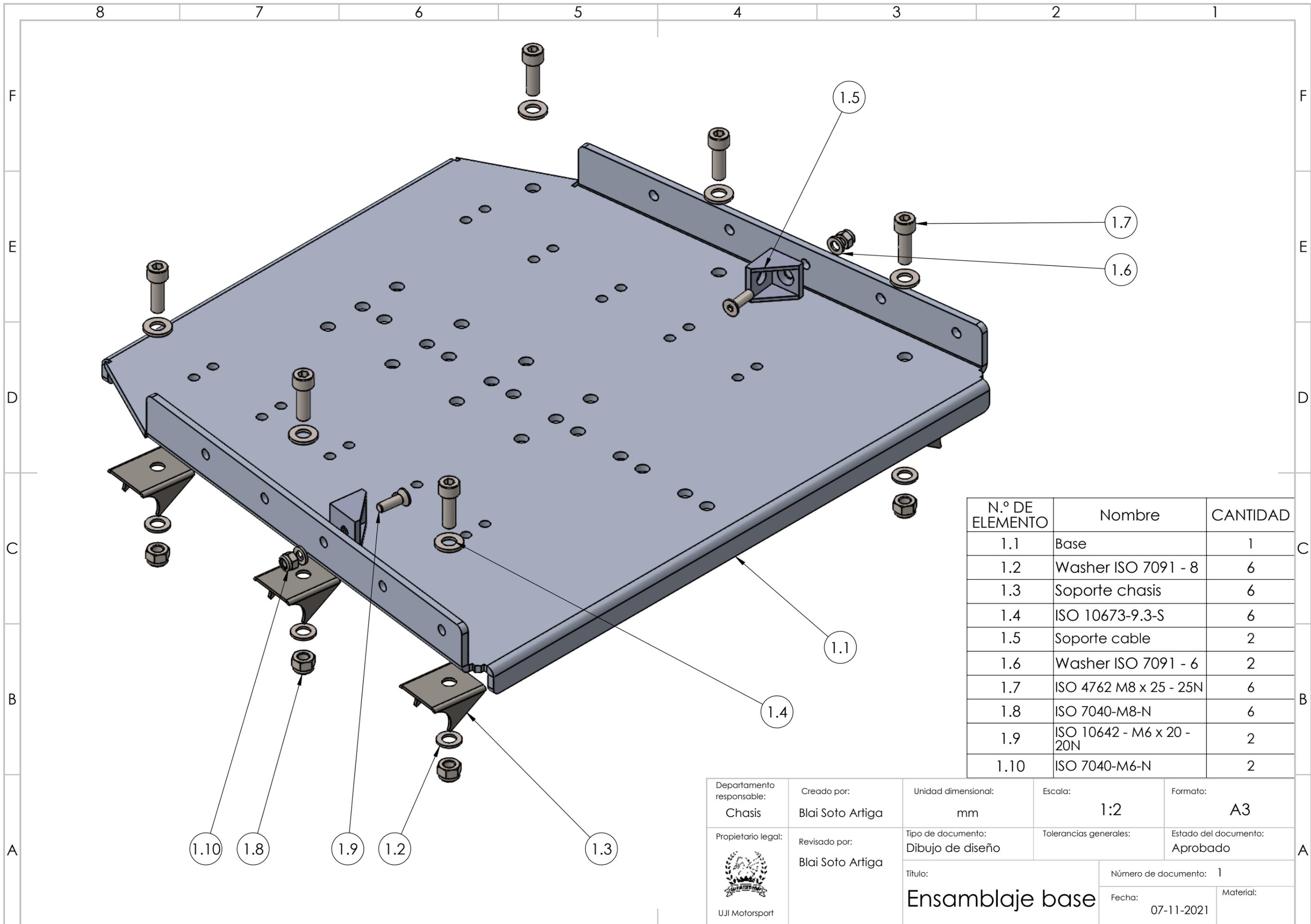
4. Planos

4.1. Lista de planos

- 0. Vista general.
- 1. Base ensamblaje.
 - 1.1.0. Base doblado.
 - 1.1.1. Base comprobación de doblado.
 - 1.1.2. Base
 - 1.3.0. Soporte chasis cotas.
 - 1.3.1. Soporte chasis doblado.
 - 1.5. Soporte de cable.
- 2. Embrague_aceleador.
 - 2.2. Soporte del pedal embrague_aceleador.
 - 2.3. Pedal acelerador_embrague.
 - 2.4 Frontal acelerador_embrague.
- 3. Ensamblaje freno.
 - 3.1. Soporte freno delantero.
 - 3.2. Pedal de freno.
 - 3.7. Casquillo.
 - 3.8. Puntera de la bomba.
 - 3.9. Soporte bombas trasero.
 - 3.11. Frontal freno.
- 4. Mecanismo de levas.
 - 4.1. Soporte de mecanismo.
 - 4.4. Pasador leva.
 - 4.5. Leva
- 5. Soporte de actuador.

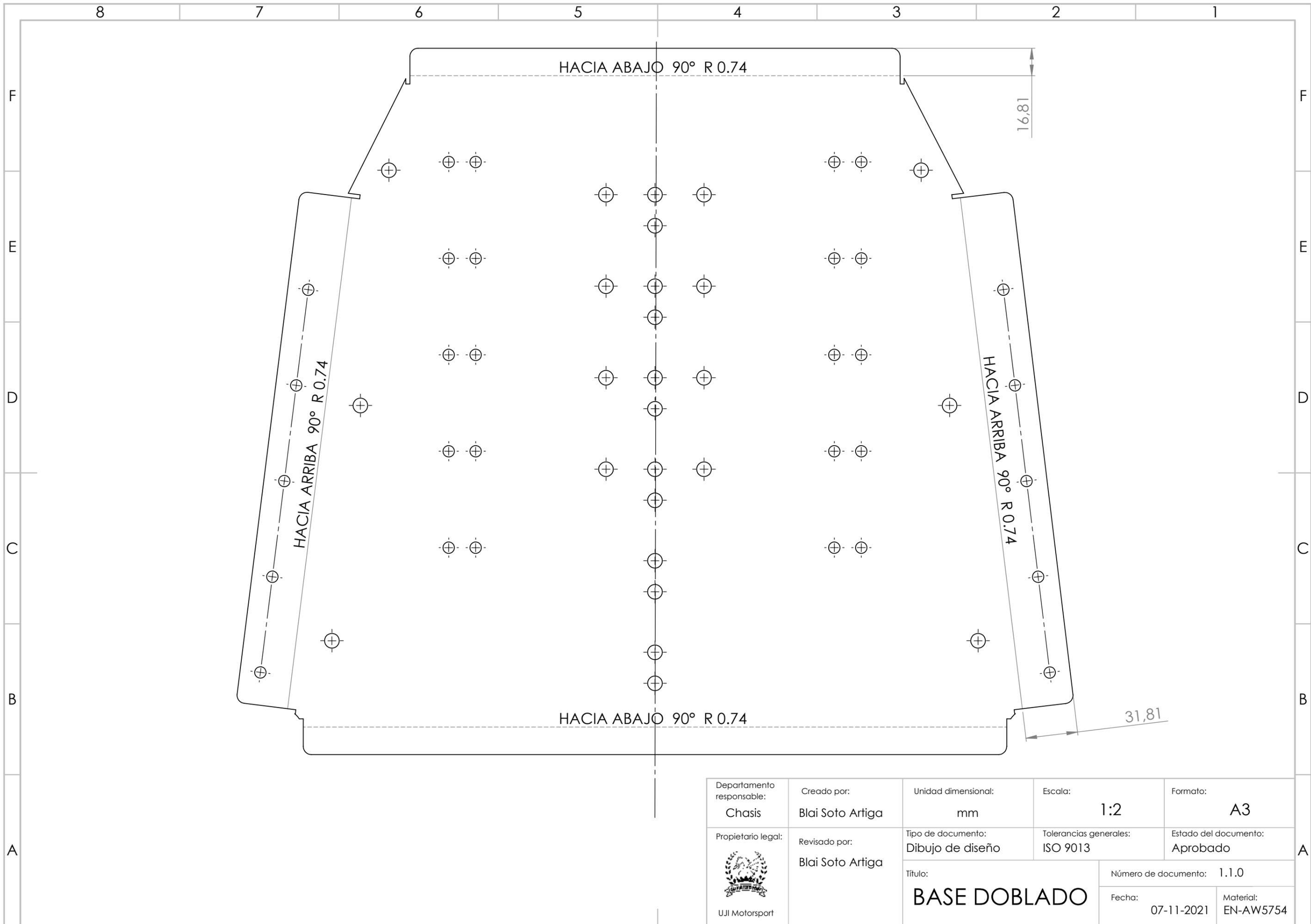


Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Formato: A3
Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales:	Estado del documento: Aprobado
Título: VISTA GENERAL			Número de documento: 0	
			Fecha: 07-11-2021	Material:

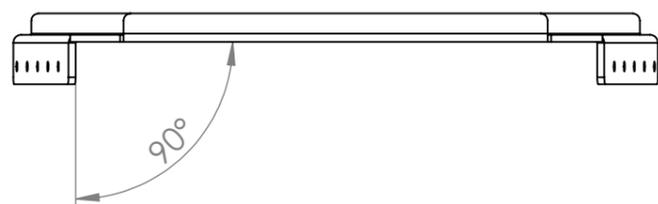
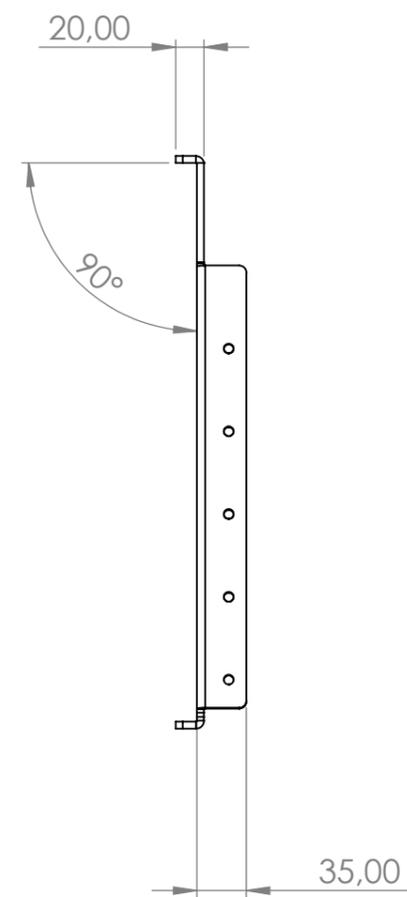
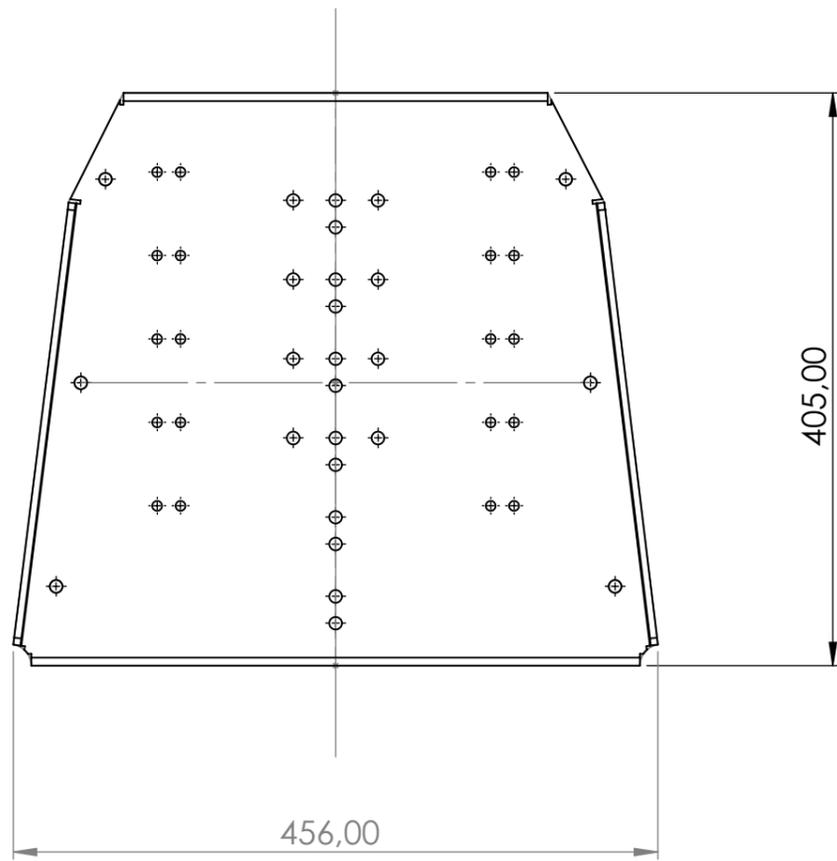


N.º DE ELEMENTO	Nombre	CANTIDAD
1.1	Base	1
1.2	Washer ISO 7091 - 8	6
1.3	Soporte chasis	6
1.4	ISO 10673-9.3-S	6
1.5	Soporte cable	2
1.6	Washer ISO 7091 - 6	2
1.7	ISO 4762 M8 x 25 - 25N	6
1.8	ISO 7040-M8-N	6
1.9	ISO 10642 - M6 x 20 - 20N	2
1.10	ISO 7040-M6-N	2

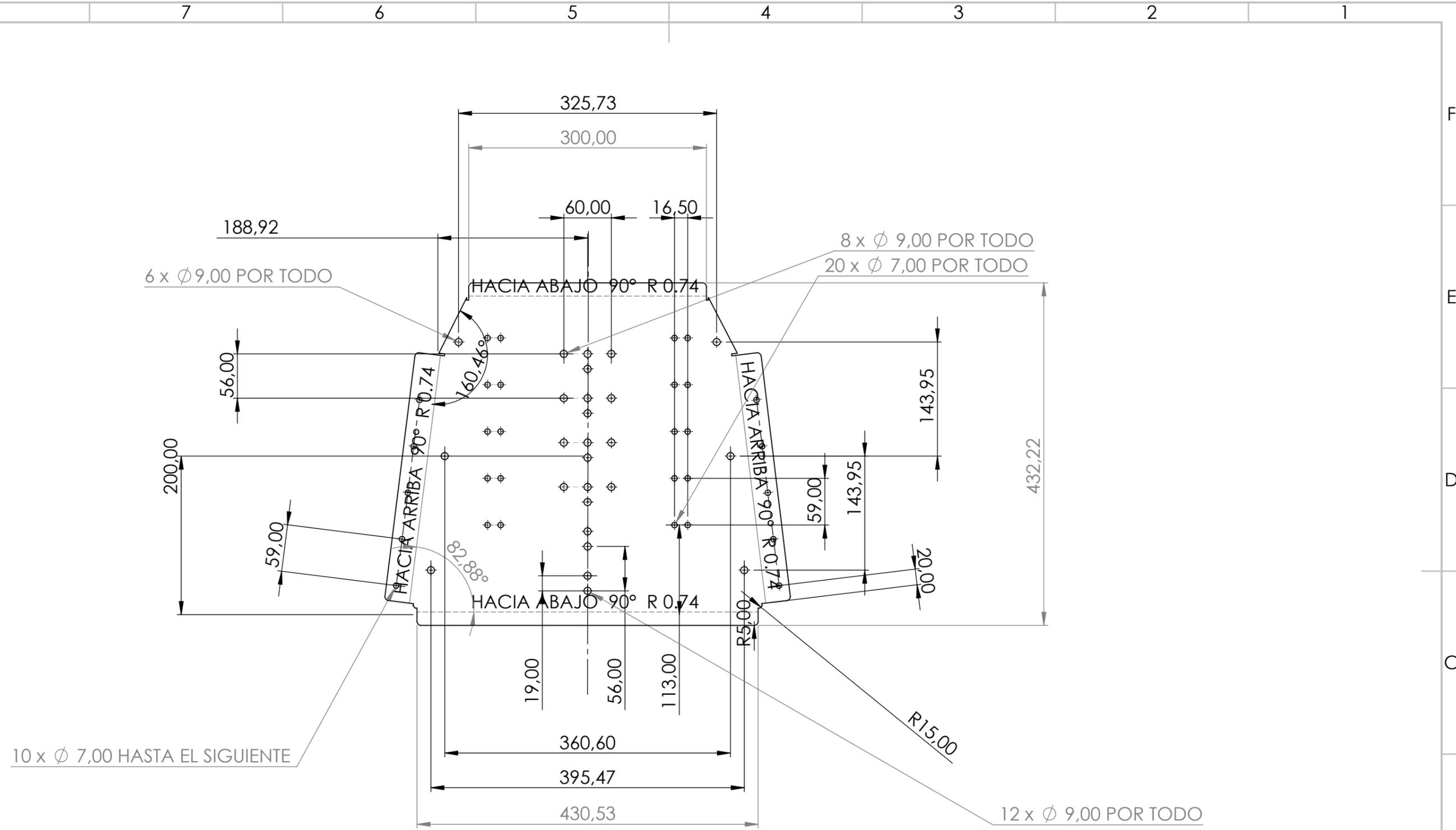
Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Formato: A3
Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales:	Estado del documento: Aprobado
Título: Ensamblaje base			Número de documento: 1	Material:
			Fecha: 07-11-2021	



Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Formato: A3
Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales: ISO 9013	Estado del documento: Aprobado
Título: BASE DOBLADO			Número de documento: 1.1.0	
			Fecha: 07-11-2021	Material: EN-AW5754



Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:5	Formato: A3
Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales: ISO 9013	Estado del documento: Aprobado
		Título: BASE COMPROBACIÓN DE DOBLADO		Número de documento: 1.1.1
			Fecha: 07-11-2021	Material: EN-AW5754



Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:5	Formato: A3
Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales: ISO 9013	Estado del documento: Aprobado
		Título: BASE COTAS		Número de documento: 1.1.2
			Fecha: 07-11-2021	Material: EN-AW5754

4

3

2

1

F

F

E

E

D

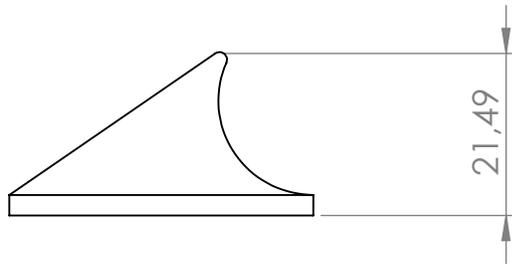
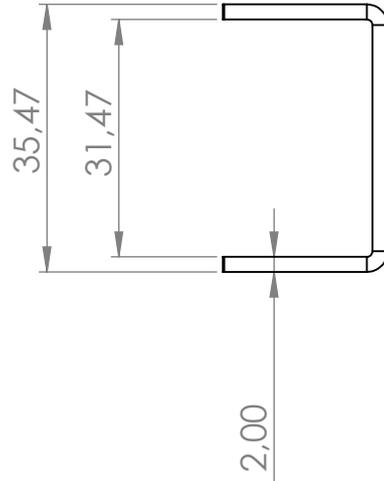
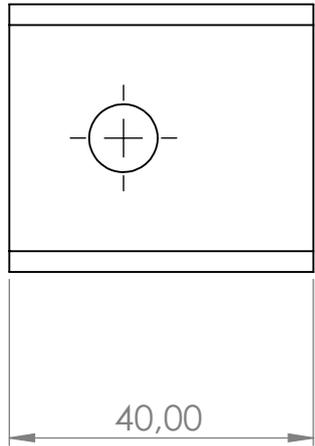
D

C

C

B

B



A

A

Departamento responsable:

Chasis

Creado por:

Blai Soto Artiga

Unidad dimensional:

mm

Escala:

1:1

Formato:

A4

Propietario legal:



UJI Motorsport

Revisado por:

Blai Soto Artiga

Tipo de documento:

Dibujo de diseño

Tolerancias generales:

ISO 9013

Estado del documento:

Aprobado

Título:

SOPORTE CHASIS
COTAS

Número de documento: 1.3.0

Fecha:

07-11-2021

Material:

AISI 1020

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

C

B

B



Departamento responsable:

Chasis

Creado por:

Blai Soto Artiga

Unidad dimensional:

mm

Escala:

2:1

Formato:

A4

Propietario legal:



UJI Motorsport

Revisado por:

Blai Soto Artiga

Tipo de documento:

Dibujo de diseño

Tolerancias generales:

ISO 9013

Estado del documento:

Aprobado

Título:

SOPORTE CHASIS DOBLADO

Número de documento: 1.3.1

Fecha:

07-11-2021

Material:

AISI 1020

4

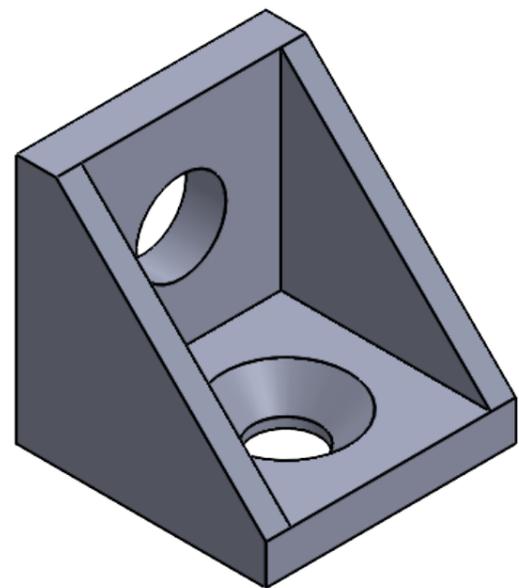
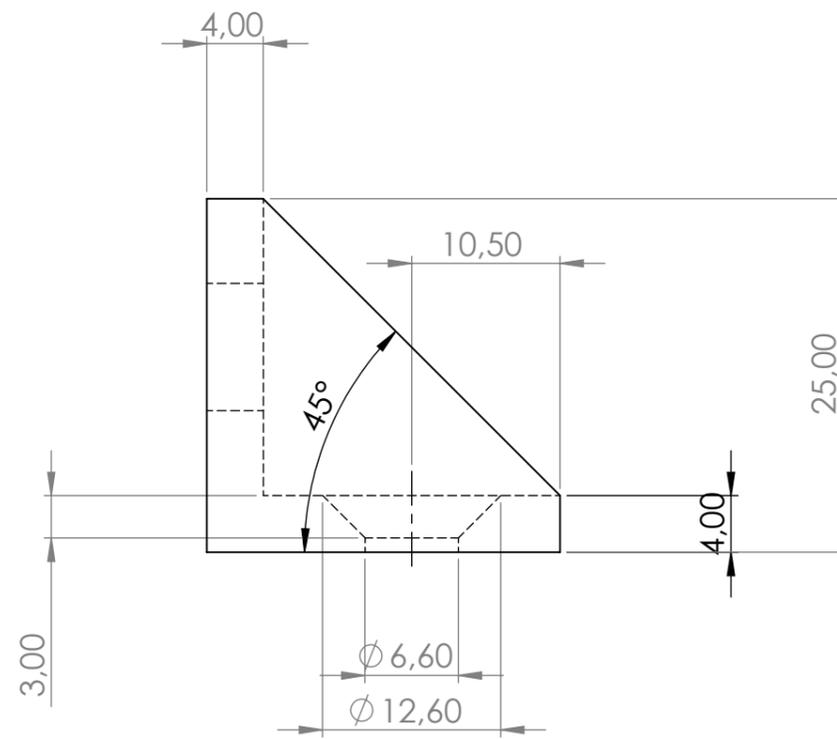
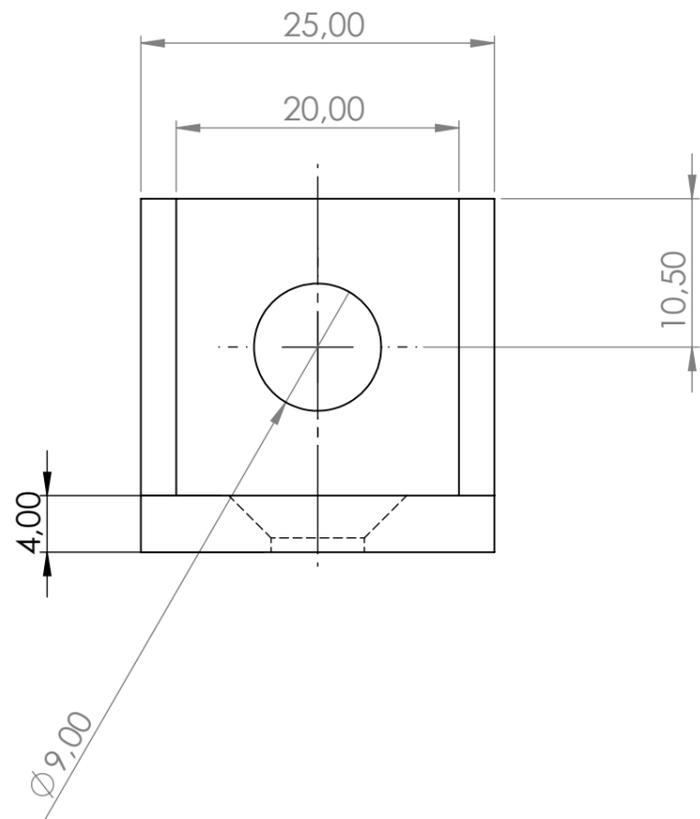
3

2

1

A

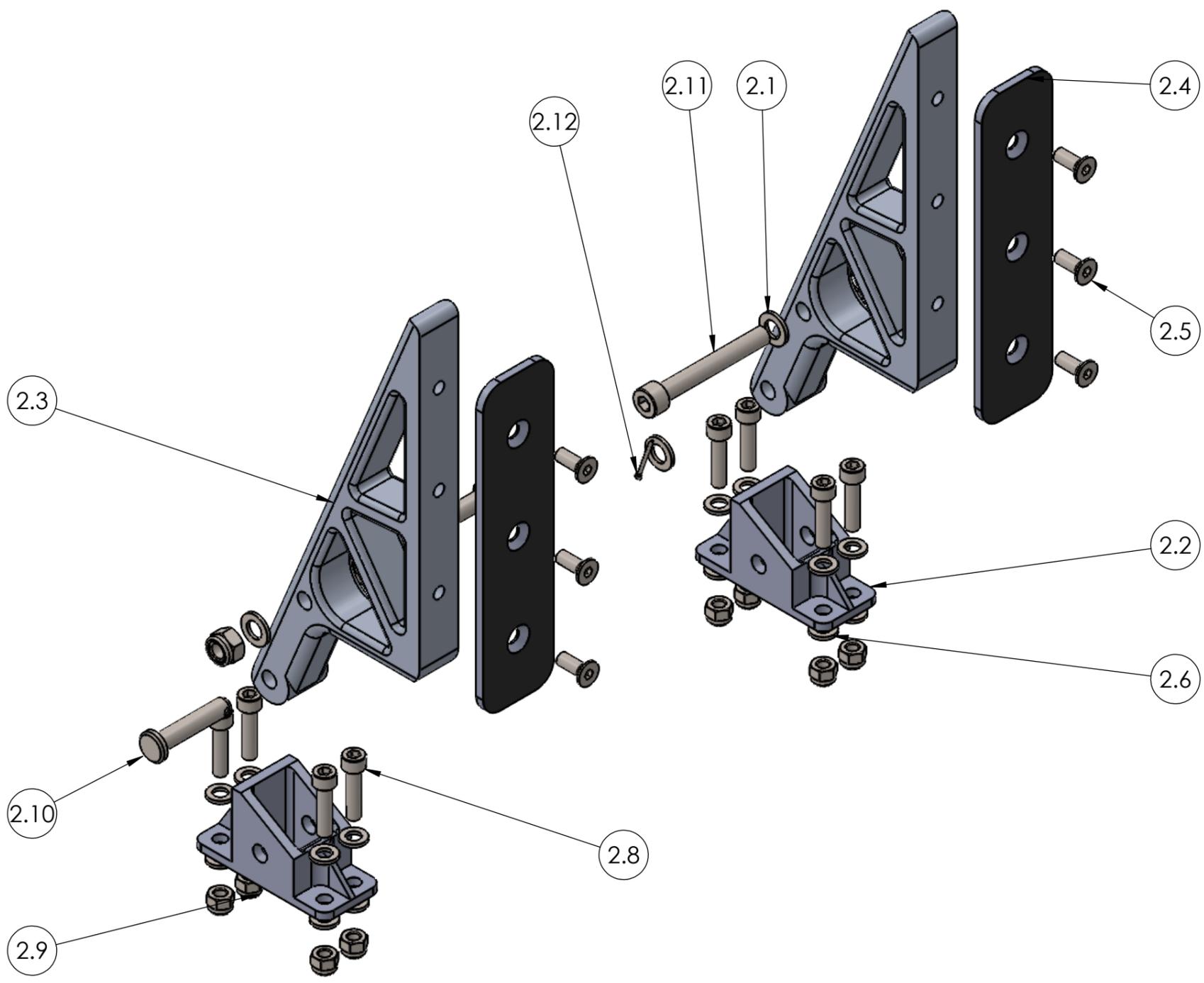
A



Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 2:1	Formato: A3
Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales: UNE 22768	Estado del documento: Aprobado
Título: SOPORTE CABLE			Número de documento: 1.5	
			Fecha: 07-11-2021	Material: Al 7075

8 7 6 5 4 3 2 1

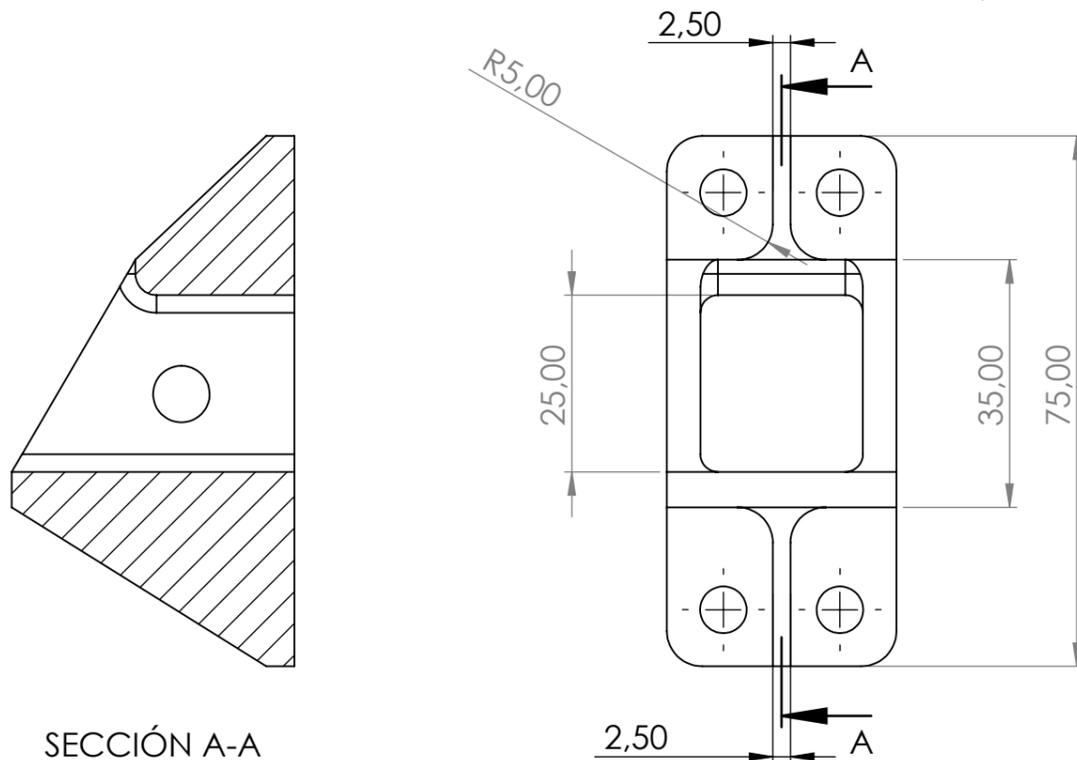
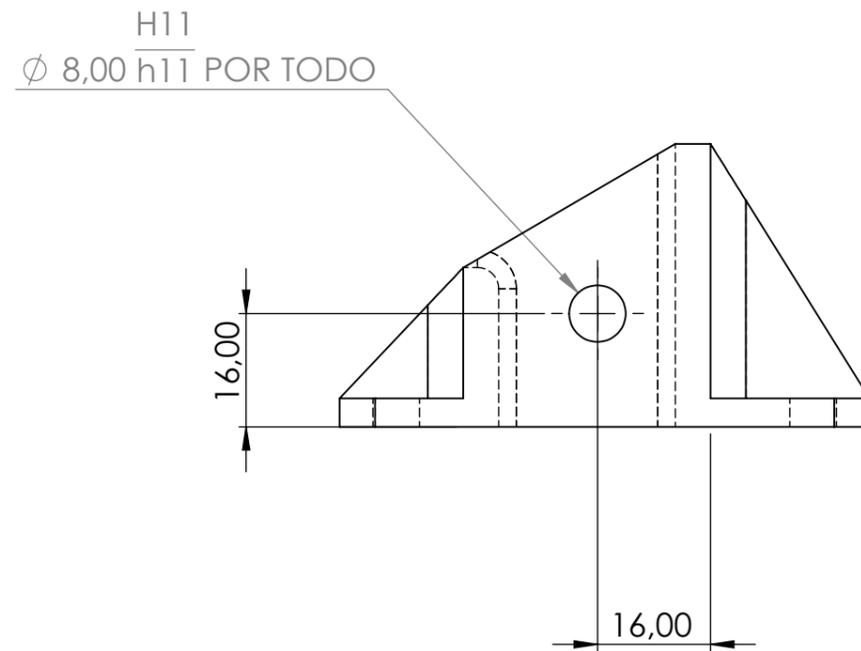
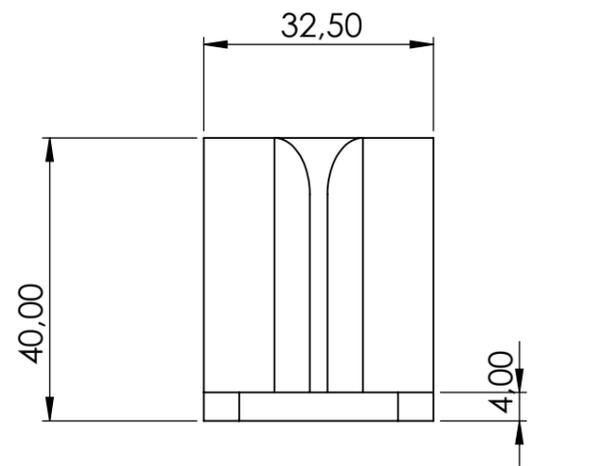
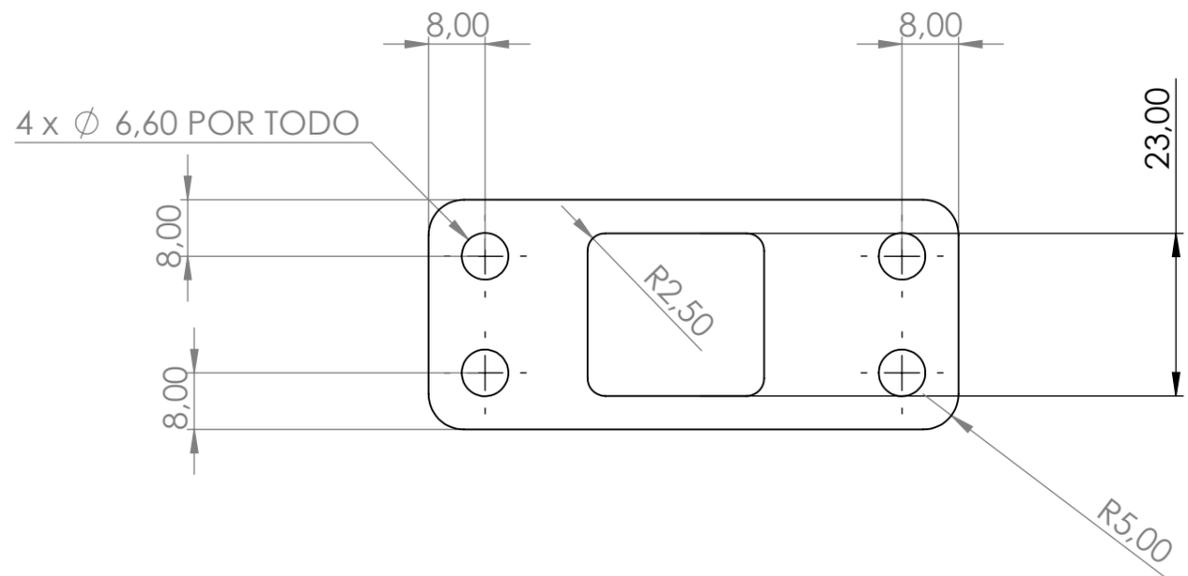
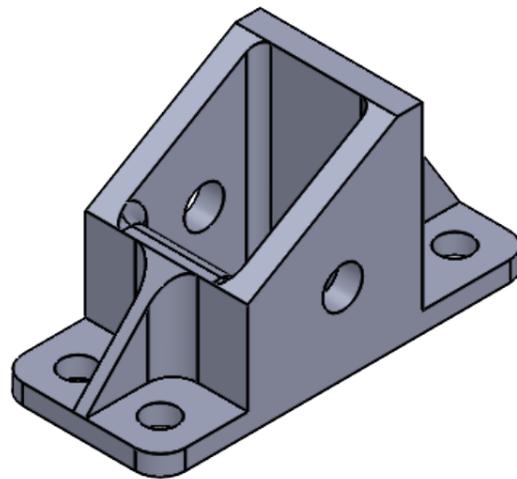
F
E
D
C
B
A



N.º DE ELEMENTO	Nombre	CANTIDAD
2.1	Washer ISO 7092 - 8	6
2.2	Soporte del pedal acelerador_embraque	2
2.3	Pedal acelerador_embraque	2
2.4	frontal acelerador_embraque	2
2.5	ISO 10642 - M6 x 16 - 16N	6
2.6	Washer ISO 7091 - 6	16
2.7	ISO 7040-M8-N	2
2.8	ISO 4762 M6 x 25 - 25N	8
2.9	ISO 7040-M6-N	8
2.10	ISO 2341 - B - 8 x 40 x 2 - St	2
2.11	ISO 4762 M8 x 60 - 28N	2
2.12	ISO 1234-2x18-C	2

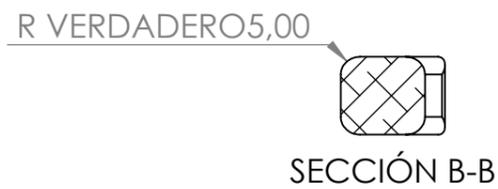
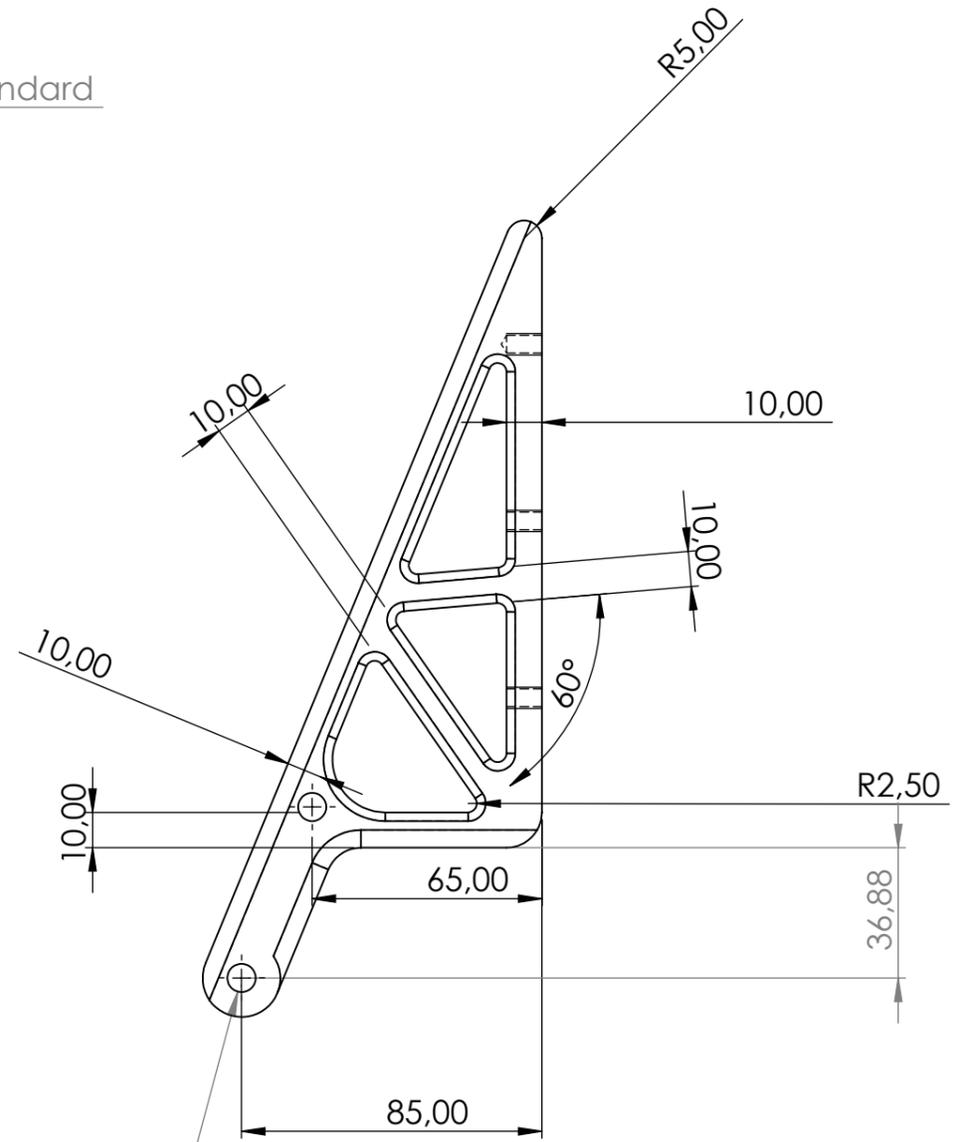
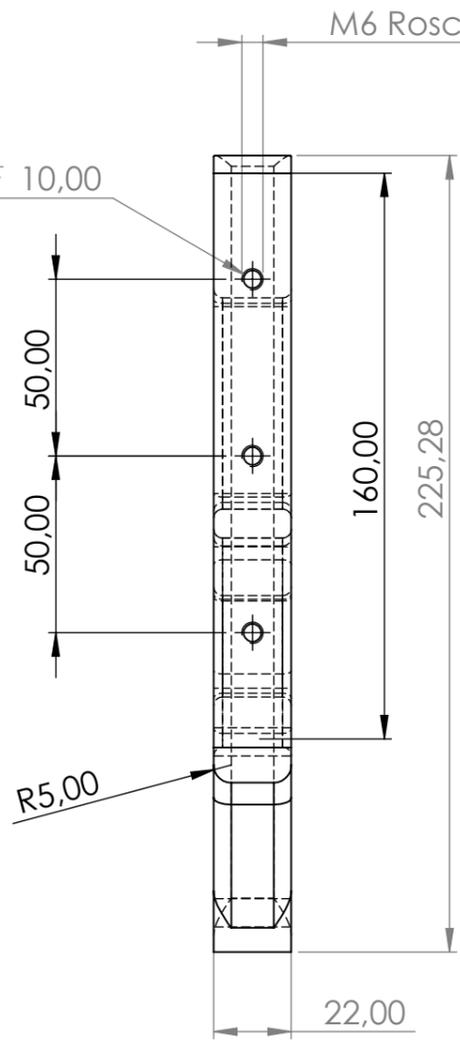
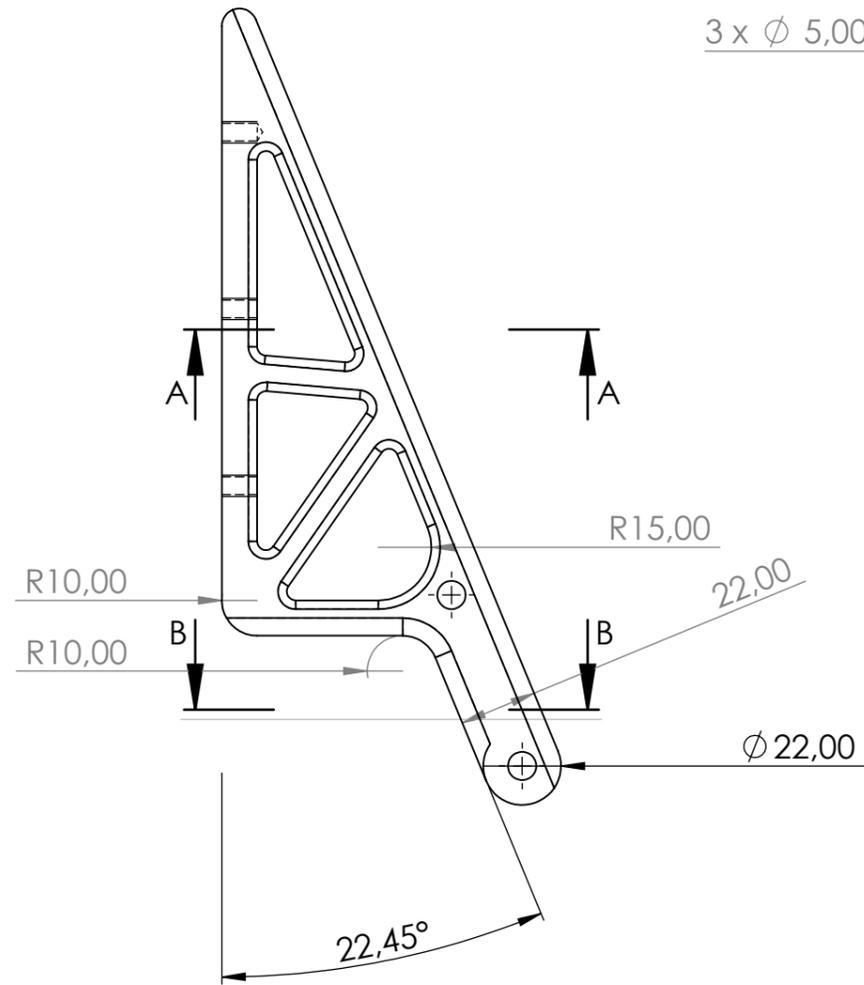
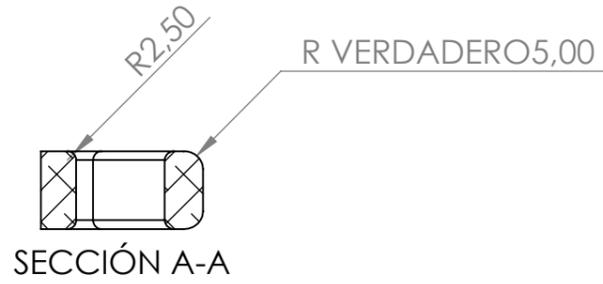
Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Formato: A3
Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales: UNE 22768	Estado del documento: Aprobado
Título: EMBRAGUE ACELERADOR			Número de documento: 2	Material:
			Fecha: 07-11-2021	

8 7 6 5 4 3 2 1



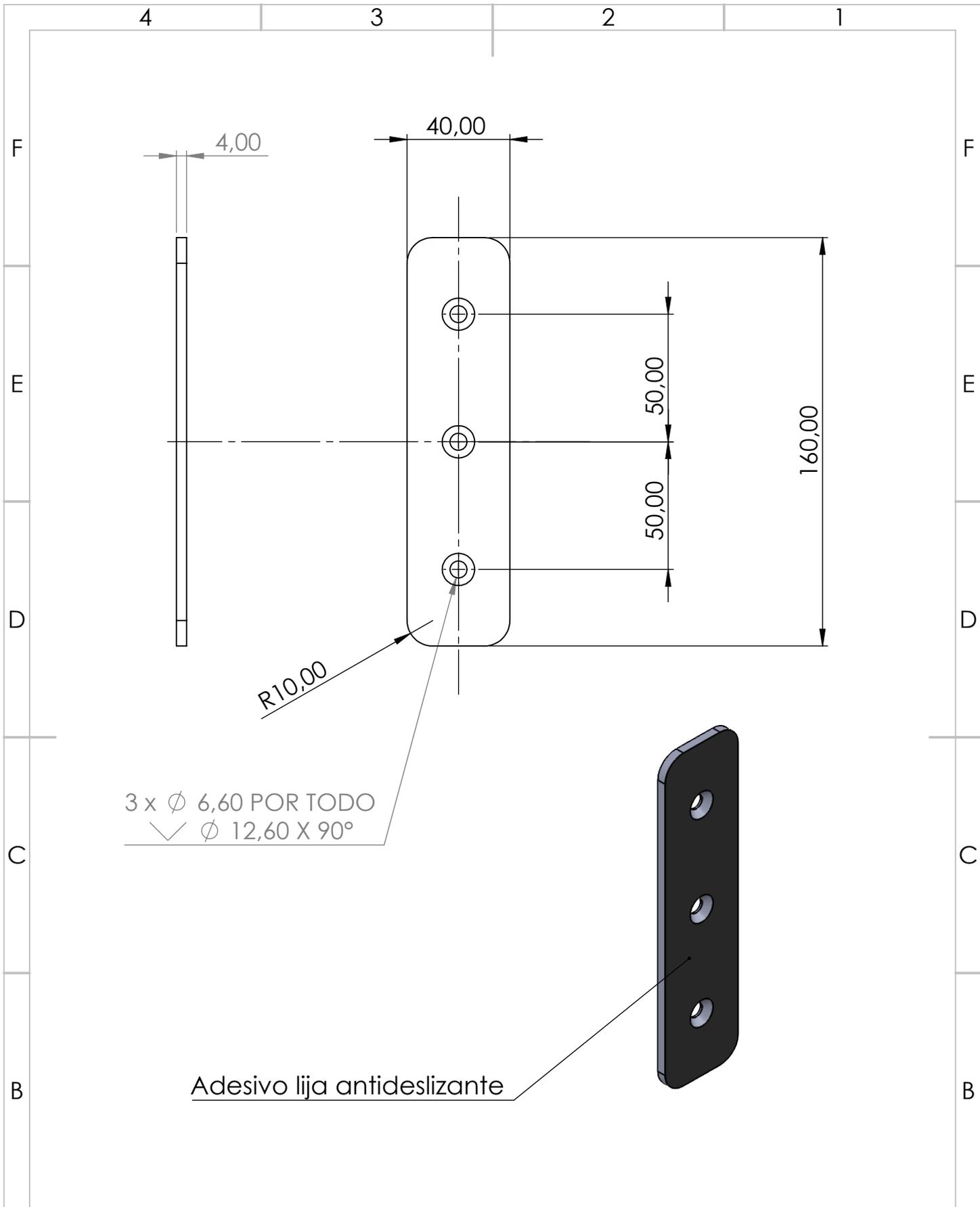
SECCIÓN A-A

Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Formato: A3
Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales: UNE 22768	Estado del documento: Aprobado
Título: SOPORTE DEL PEDAL ACELERADOR_EMBRAGUE			Número de documento: 2.2	Material: Al 7075
			Fecha: 07-11-2021	



H11
2 x Ø 8,00 h11 POR TODO

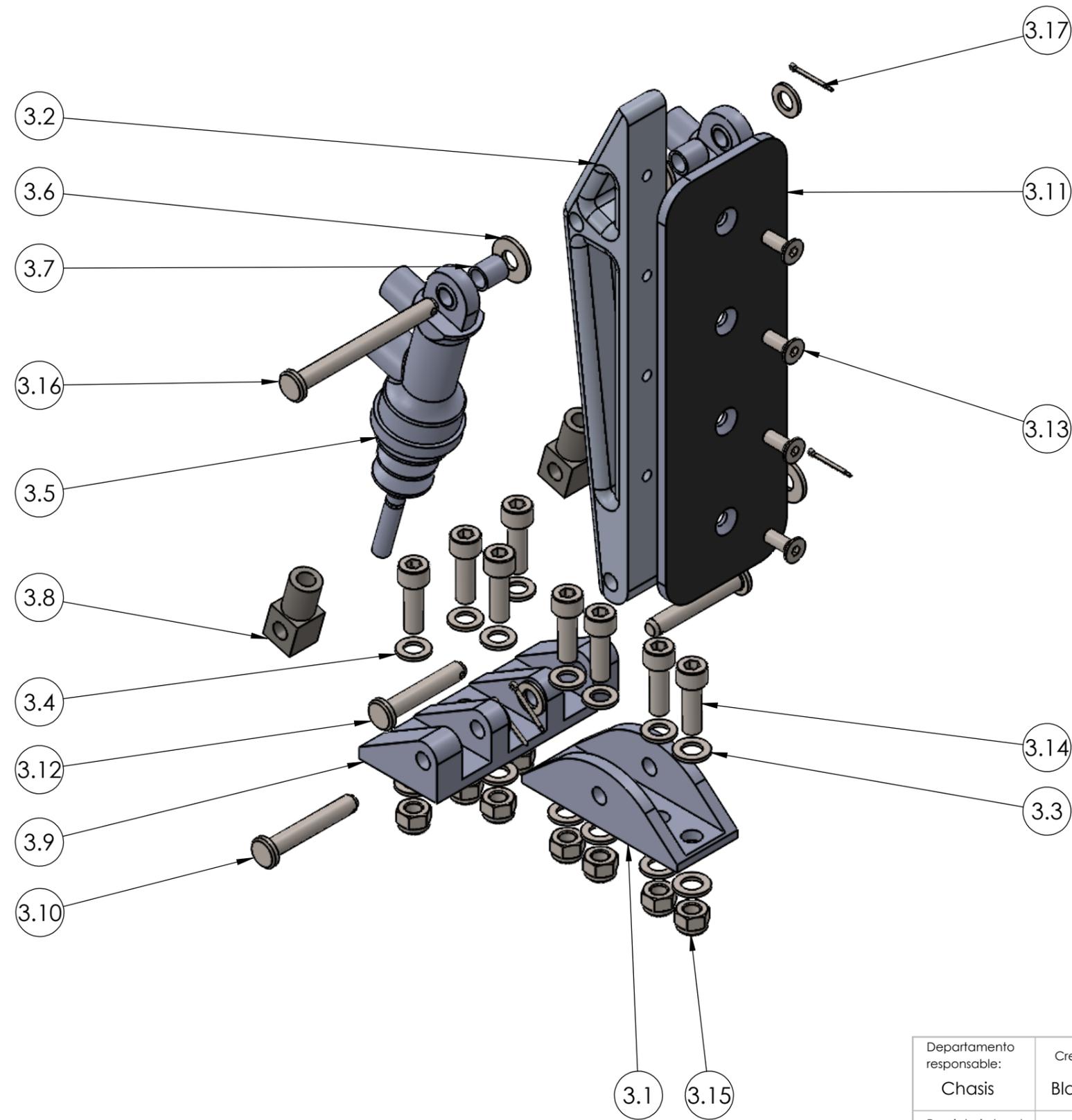
Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Formato: A3
Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales: UNE 22768	Estado del documento: Aprobado
Título: PEDAL ACELERADOR _EMBRAGUE			Número de documento: 2.3	Material: AL 7075
			Fecha: 07-11-2021	



3 x ϕ 6,60 POR TODO
 \surd ϕ 12,60 X 90°

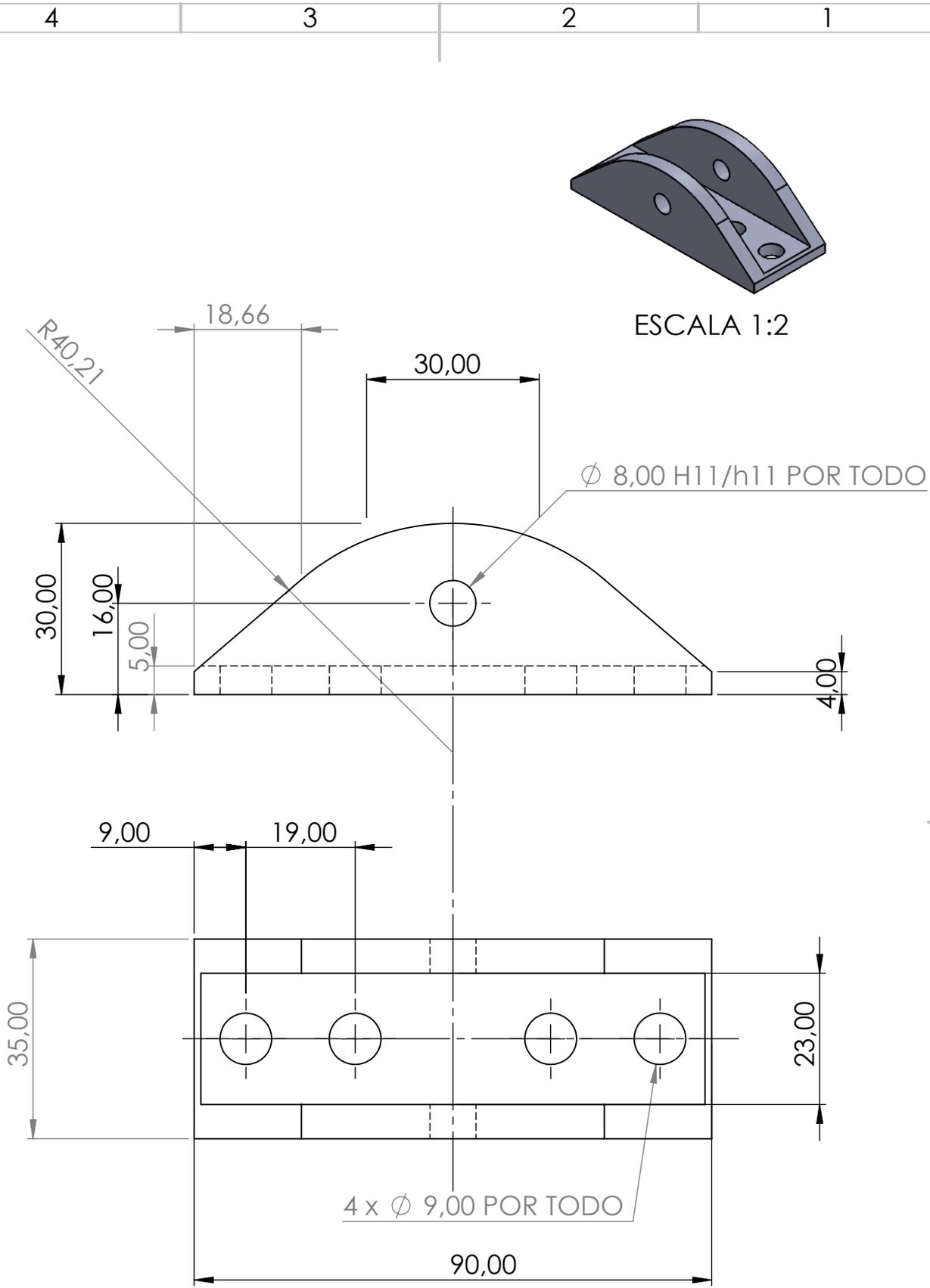
Adesivo lija antideslizante

A	Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Formato: A4
	Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales: ISO 9013	Estado del documento: Aprobado
	Título: FRONTAL ACELERADOR_EMBRAGUE			Número de documento: 2.4	
			Fecha: 07-11-2021	Material: AW 5754	



N.º DE ELEMENTO	NOMBRE	CANTIDAD
3.1	Soporte freno delantero	1
3.2	Pedal de freno	1
3.3	Washer ISO 7091 - 8	9
3.4	Washer ISO 7092 - 8	10
3.5	Bomba AP racing	2
3.6	ISO 10669-8.8-N	3
3.7	casquillo	2
3.8	Puntera de la bomba	2
3.9	soporte bombas trasero	1
3.10	clevis pin headed_iso	2
3.11	Frontal freno	1
3.12	ISO 2341 - B - 8 x 45 x 2 - St	1
3.13	ISO 10642 - M6 x 16 - 16N	4
3.14	ISO 4762 M8 x 25 - 25N	8
3.15	ISO 7040-M8-N	8
3.16	ISO 2341 - B - 8 x 80 x 2 - St	1
3.17	ISO 1234-2x18-C	4

Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Formato: A3
Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales:	Estado del documento: Aprobado
Título: ENSAMBLAJE FRENO			Número de documento: 2	Material:
			Fecha: 07-11-2021	

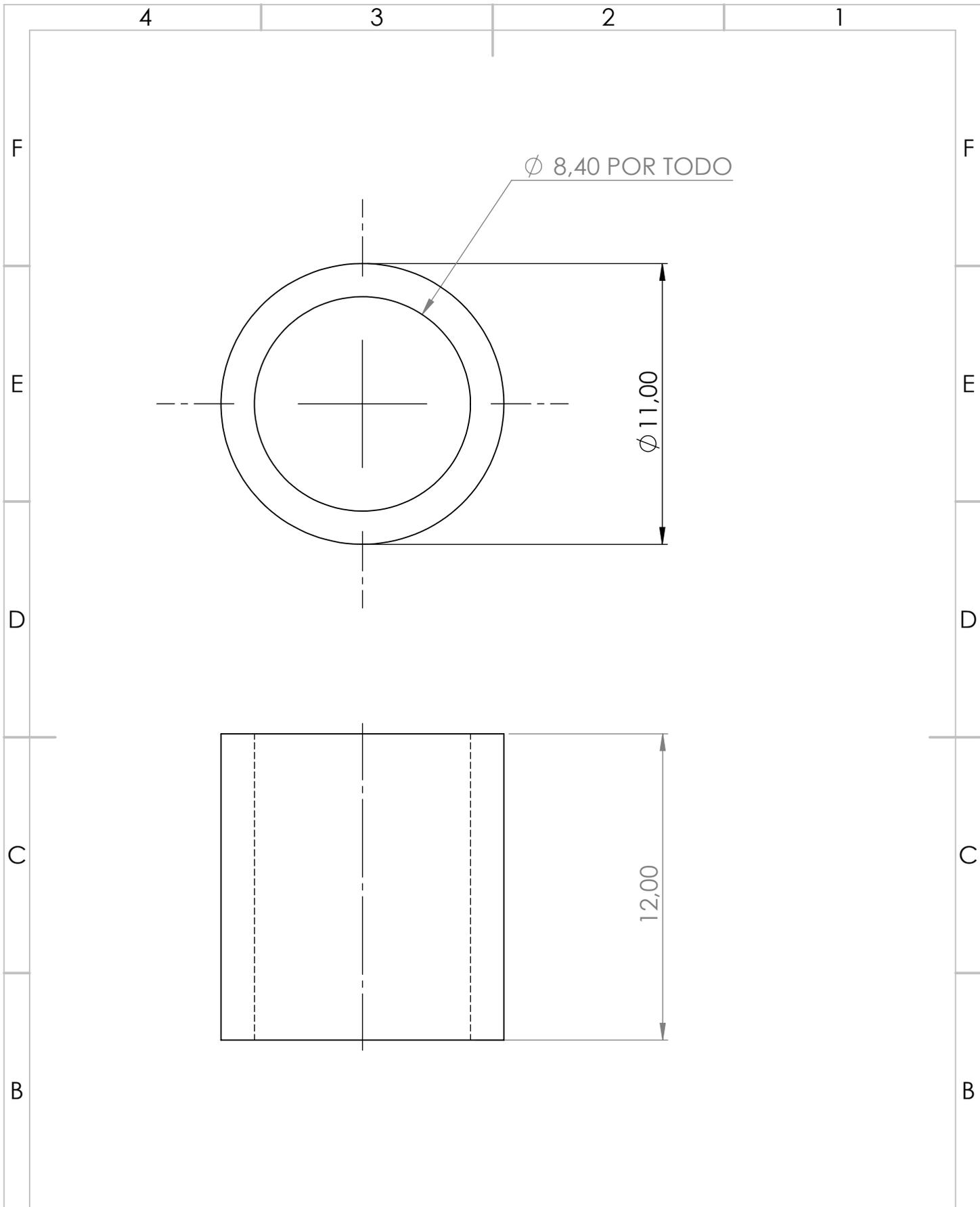


ESCALA 1:2

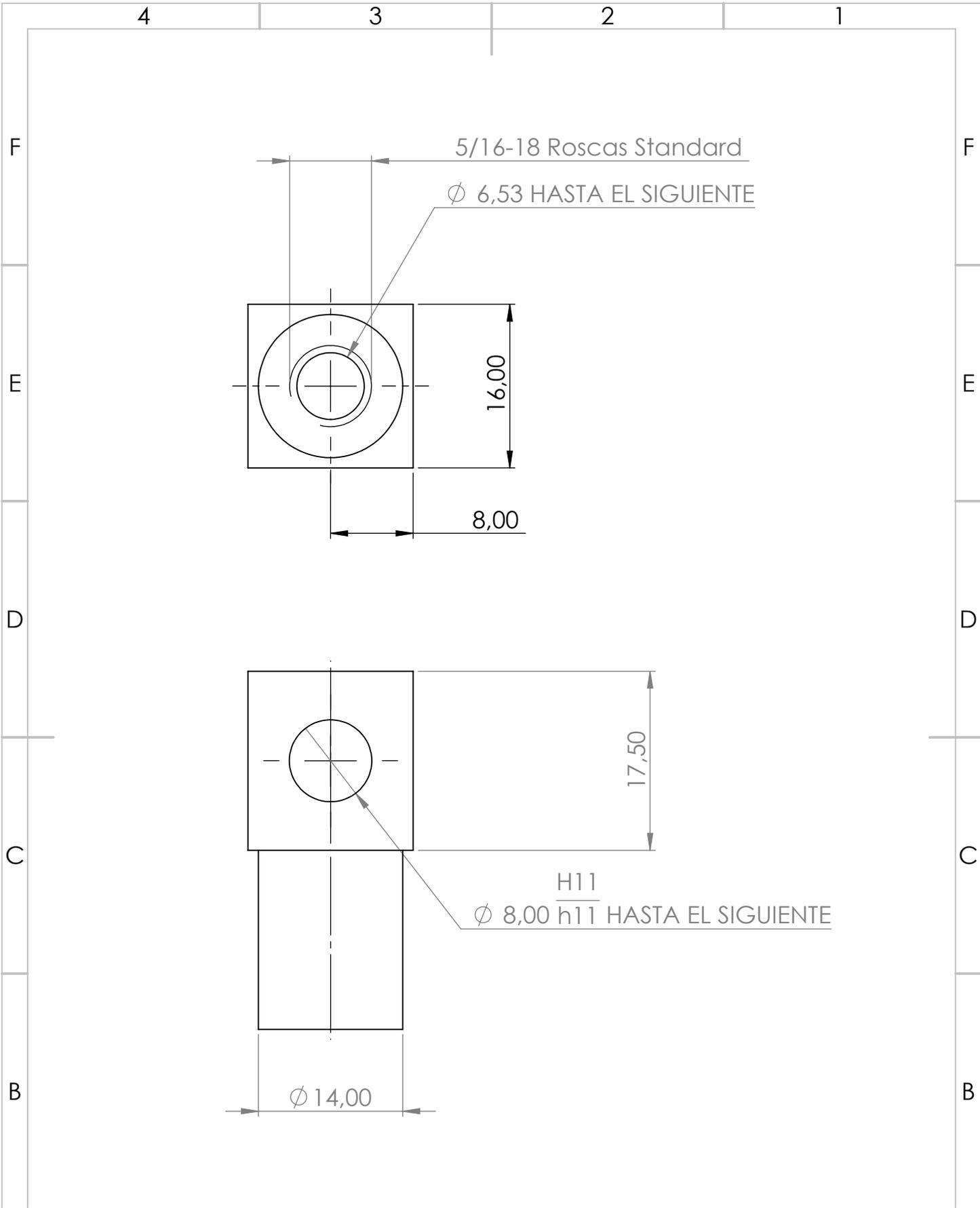
Ø 8,00 H11/h11 POR TODO

4 x Ø 9,00 POR TODO

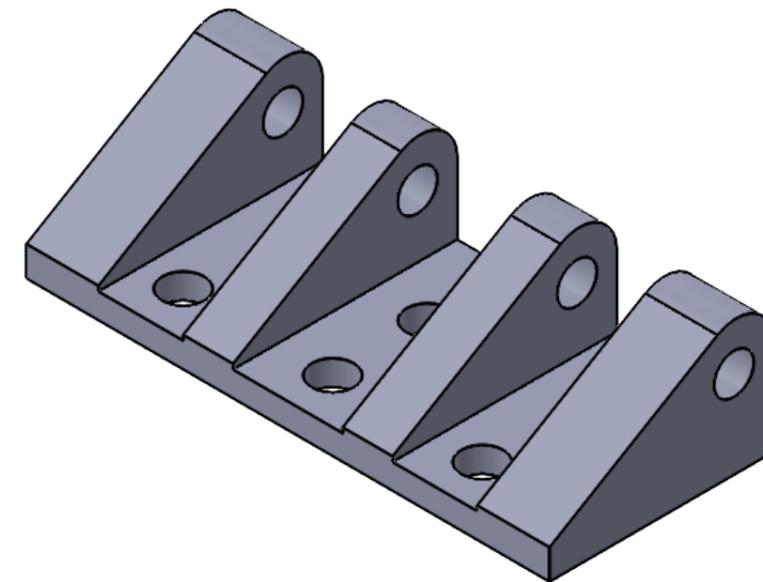
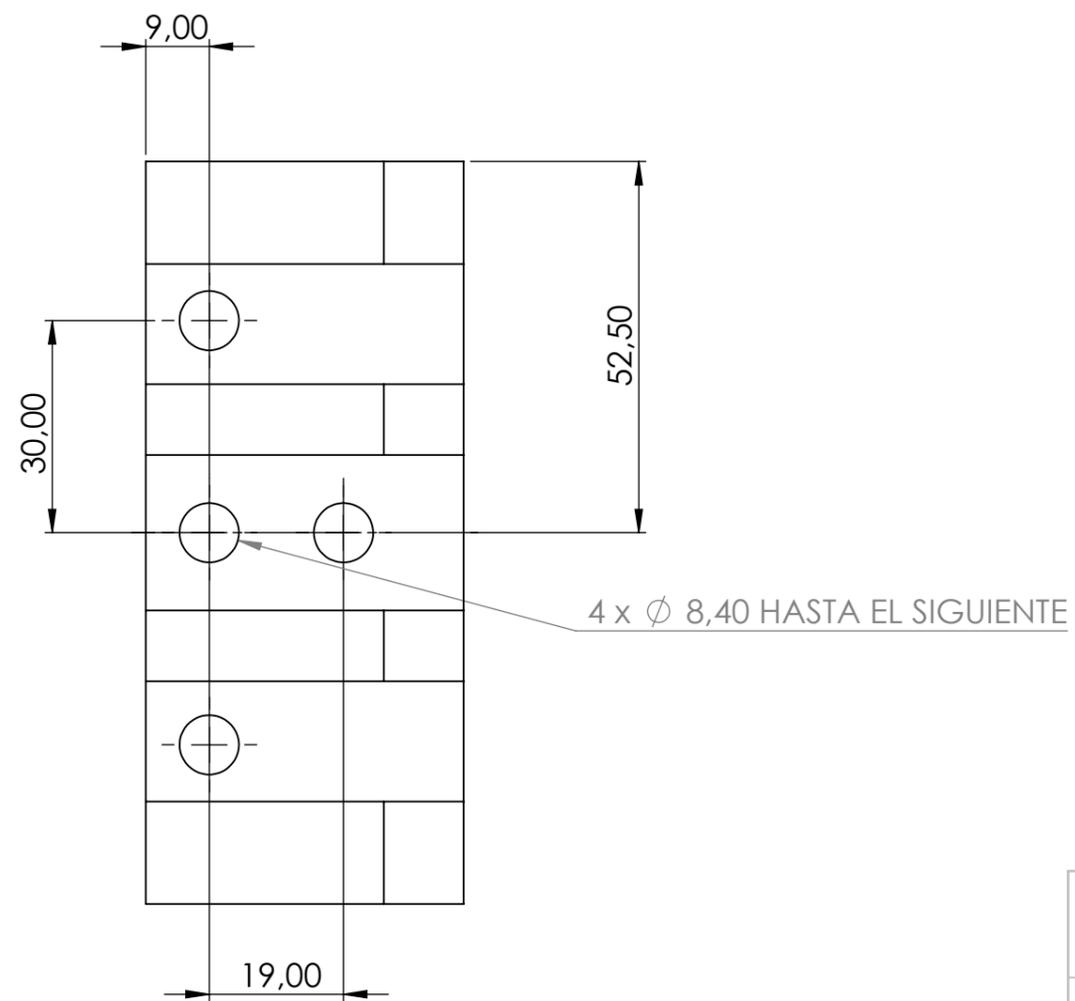
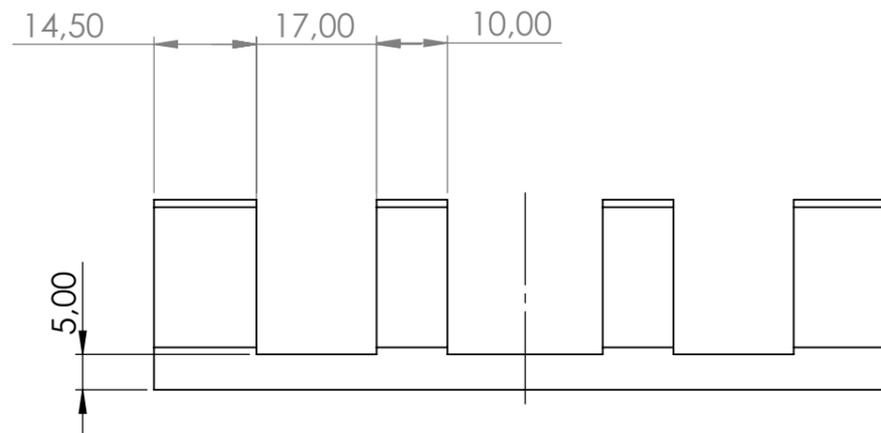
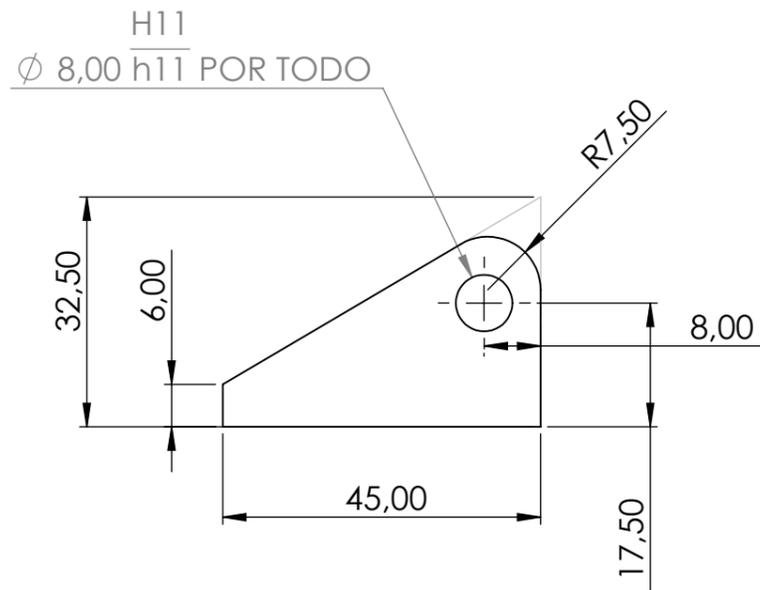
A	Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Formato: A4
	Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales: UNE 22768	Estado del documento: Aprobado
	Título: SOPORTE FRENO DELANTERO			Número de documento: 3.1	
			Fecha: 07-11-2021	Material: Al 7075	



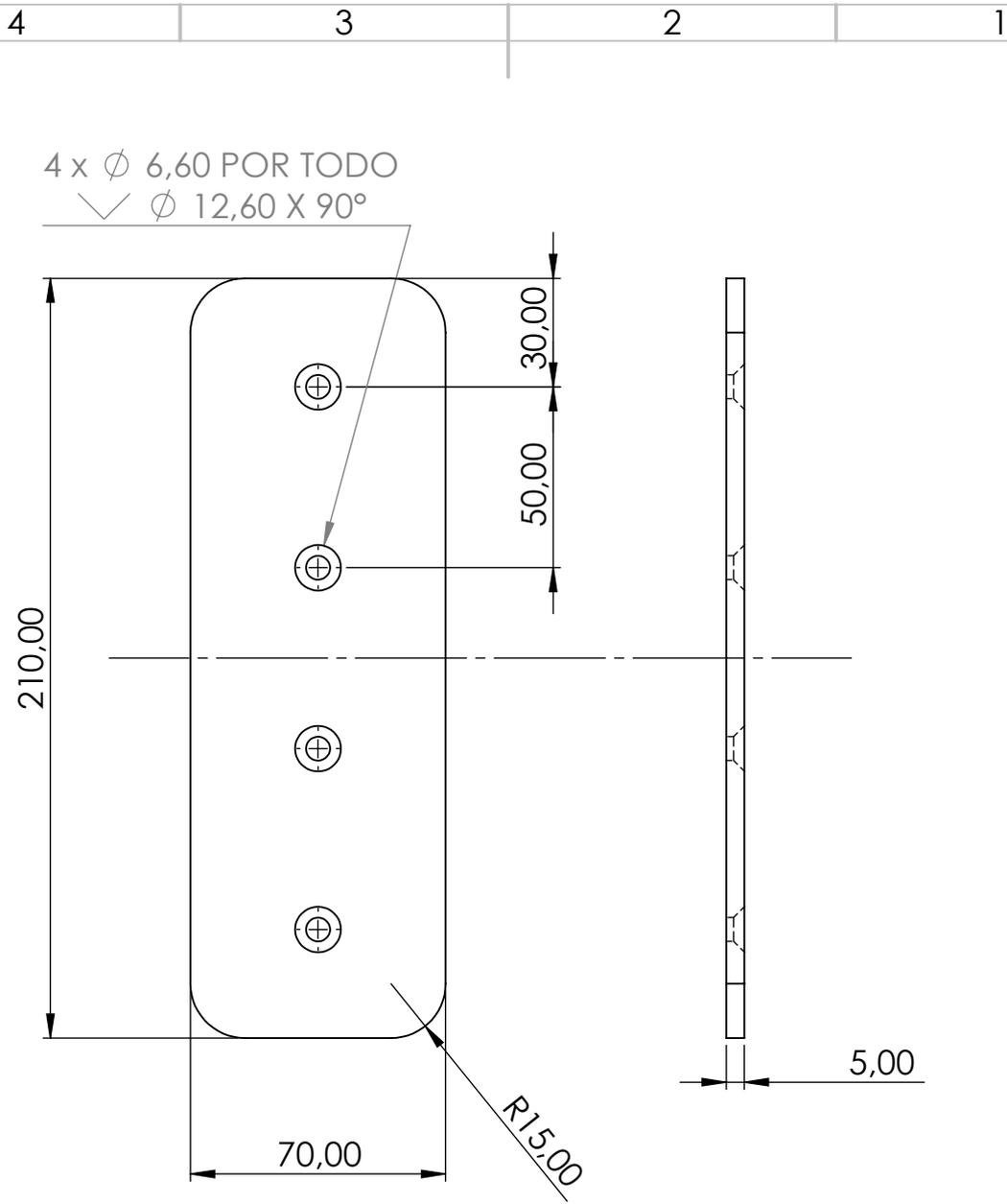
A	Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 5:1	Formato: A4
	Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales: UNE 22768	Estado del documento: Aprobado
	Título: CASQUILLO			Número de documento: 3.7	
			Fecha: 07-11-2021	Material: Inox.	



A	Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 2:1	Formato: A4
	Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales: UNE 22768	Estado del documento: Aprobado
	Título: PUNTERA DE LA BOMBA			Número de documento: 3.8	Fecha: 07-11-2021



Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Formato: A3
Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales: UNE 22768	Estado del documento: Aprobado
Título: SOPORTE BOMBAS TRASERO			Número de documento: 3.9	Material: AL 7075
			Fecha: 07-11-2021	

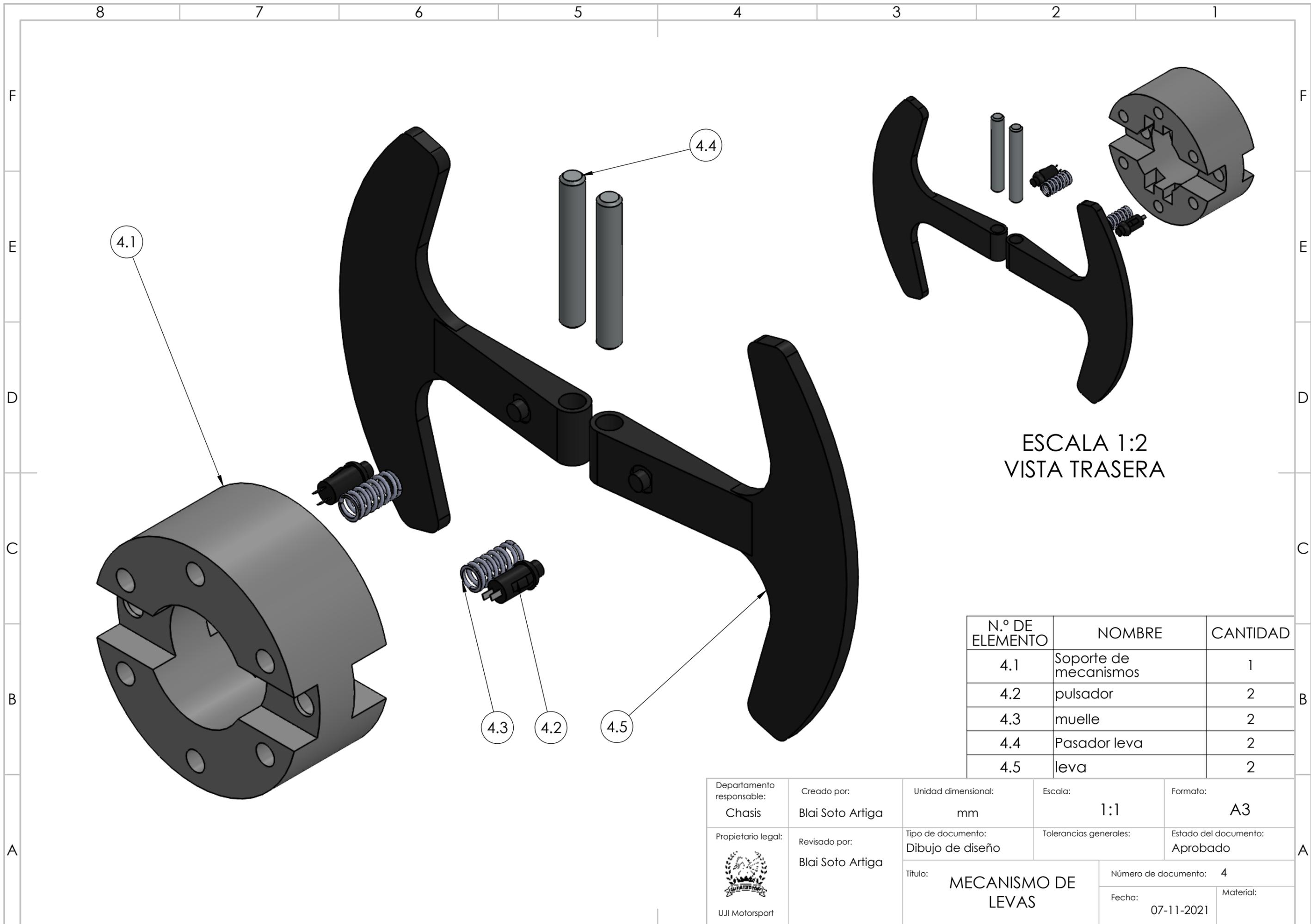


Adhesivo lija antideslizante



Escala 1:5

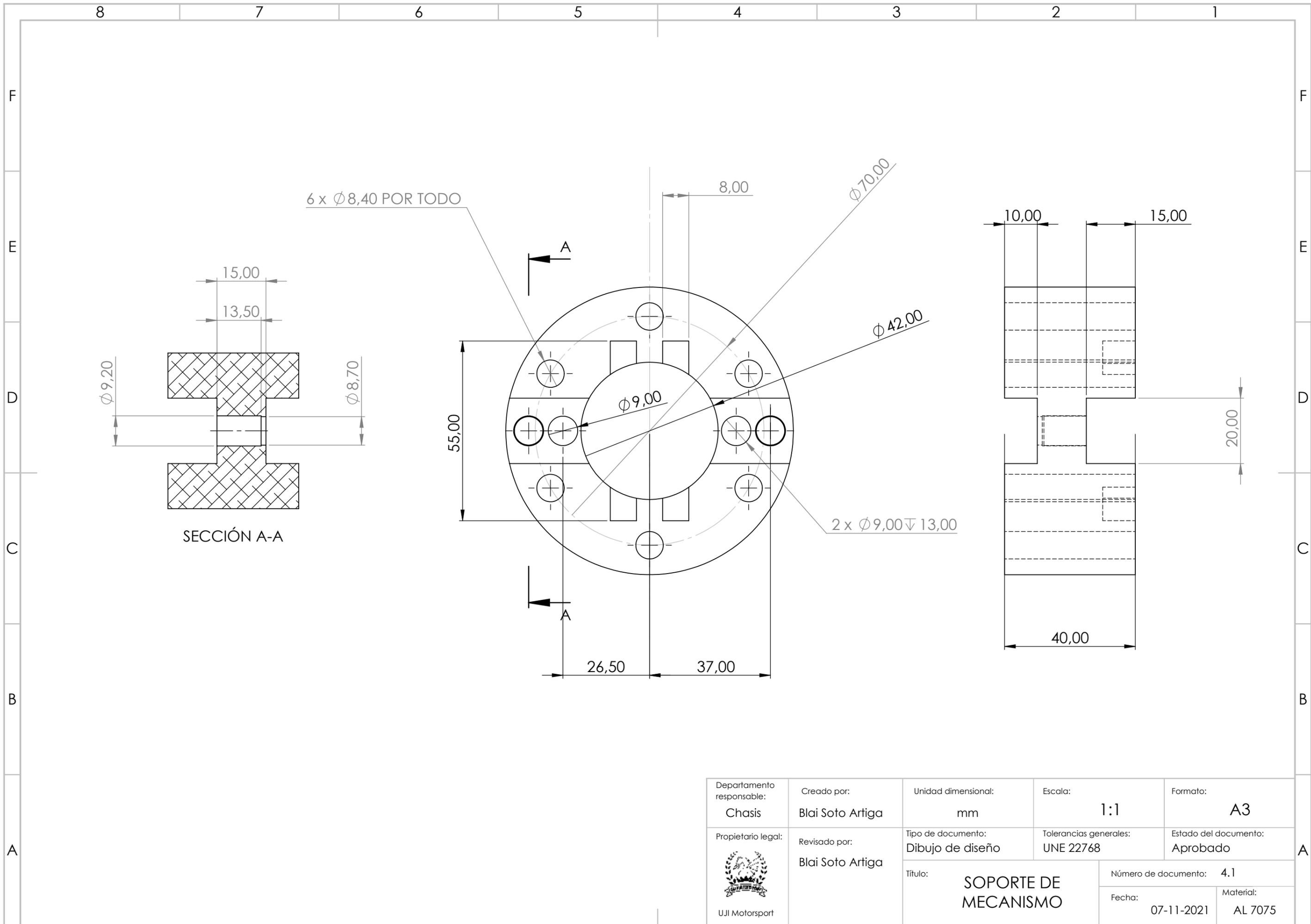
A	Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Formato: A4
	Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales: ISO 9013	Estado del documento: Aprobado
	Título: FRONTAL FRENO			Número de documento: 3.11	
			Fecha: 07-11-2021	Material: AW 5754	



ESCALA 1:2
VISTA TRASERA

N.º DE ELEMENTO	NOMBRE	CANTIDAD
4.1	Soporte de mecanismos	1
4.2	pulsador	2
4.3	muelle	2
4.4	Pasador leva	2
4.5	leva	2

Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Formato: A3
Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales:	Estado del documento: Aprobado
Título: MECANISMO DE LEVAS			Número de documento: 4	Material:
			Fecha: 07-11-2021	



Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Formato: A3
Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales: UNE 22768	Estado del documento: Aprobado
Título: SOPORTE DE MECANISMO			Número de documento: 4.1	
			Fecha: 07-11-2021	Material: AL 7075

4

3

2

1

F

F

E

E

D

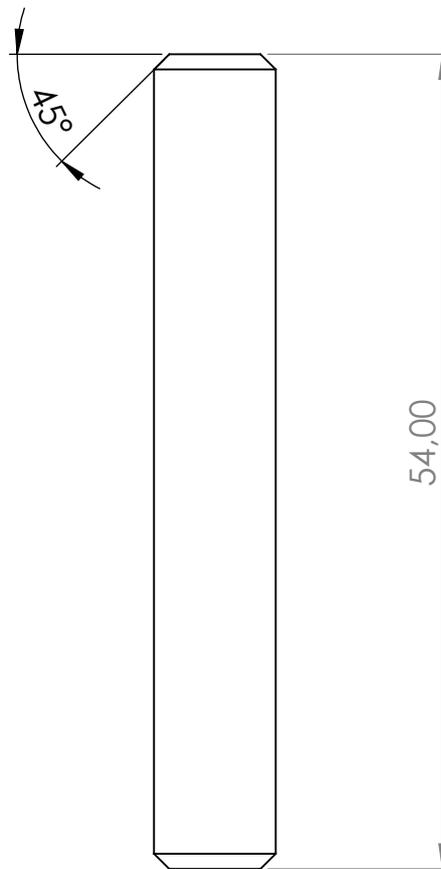
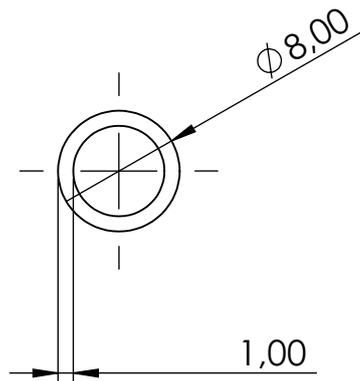
D

C

C

B

B



A

A

Departamento responsable:

Chasis

Creado por:

Blai Soto Artiga

Unidad dimensional:

mm

Escala:

2:1

Formato:

A4

Propietario legal:



UJI Motorsport

Revisado por:

Blai Soto Artiga

Tipo de documento:

Dibujo de diseño

Tolerancias generales:

UNE 22768

Estado del documento:

Aprobado

Título:

PASADOR LEVA

Número de documento: 4.4

Fecha:

07-11-2021

Material:

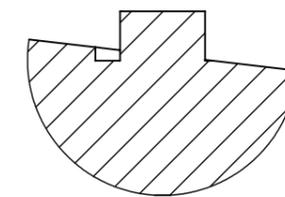
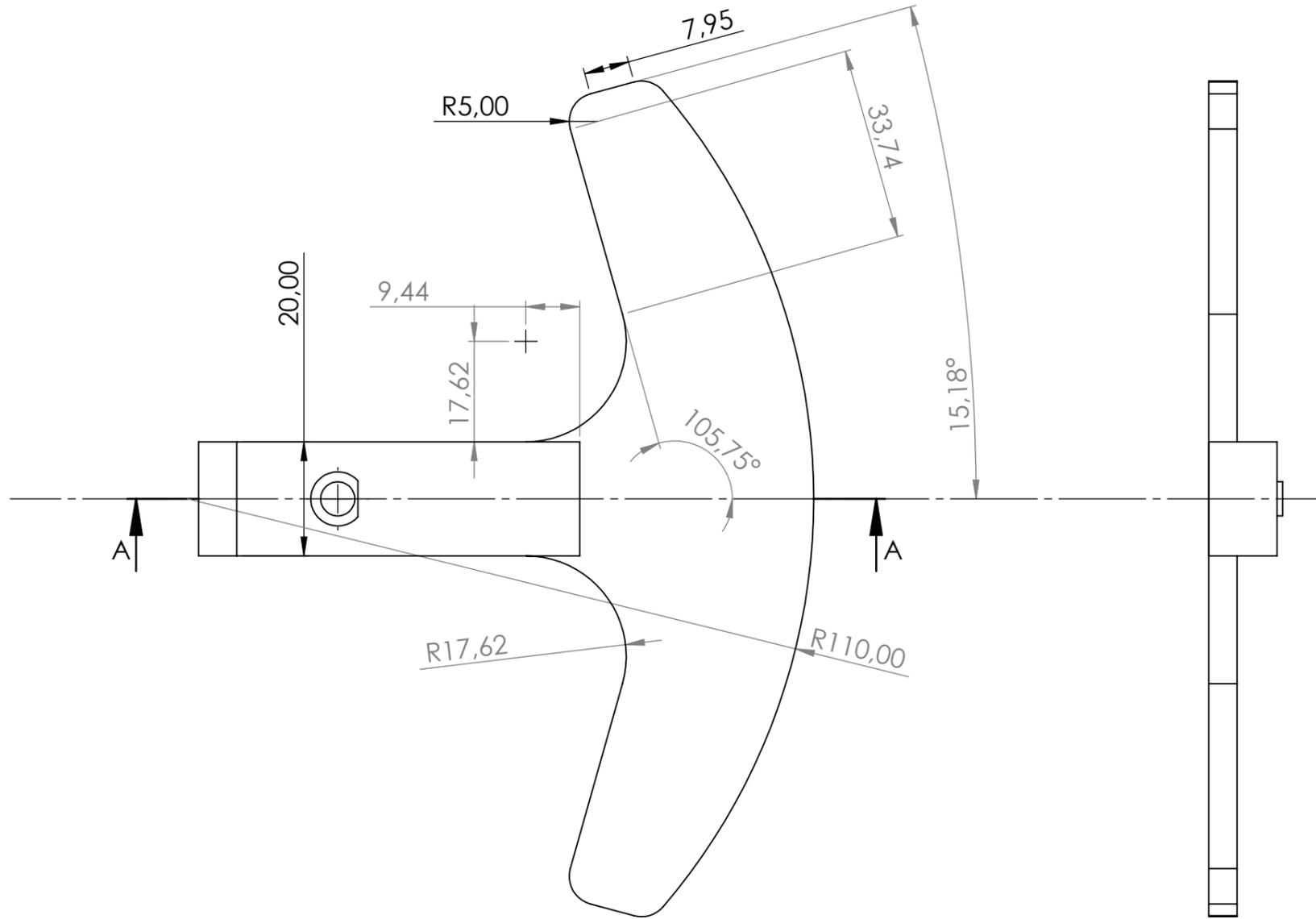
DIN 12367

4

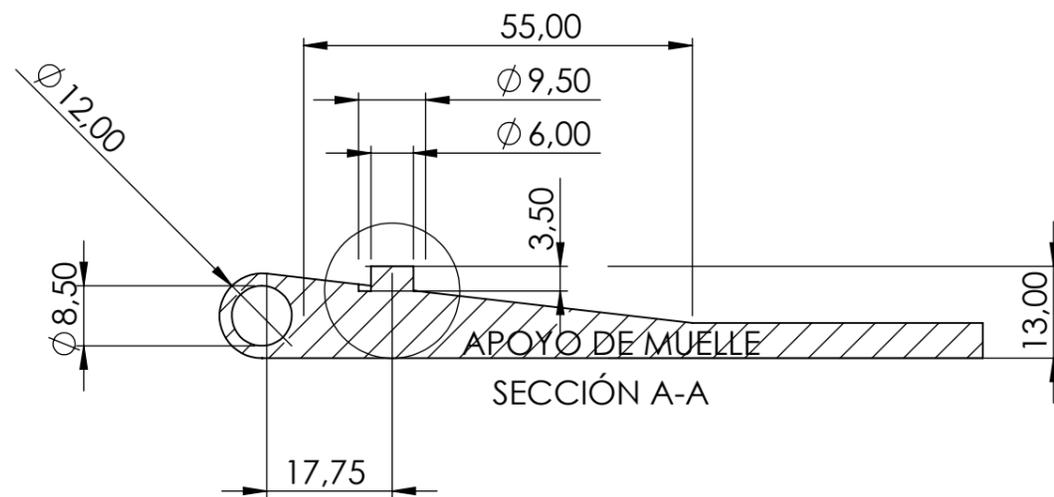
3

2

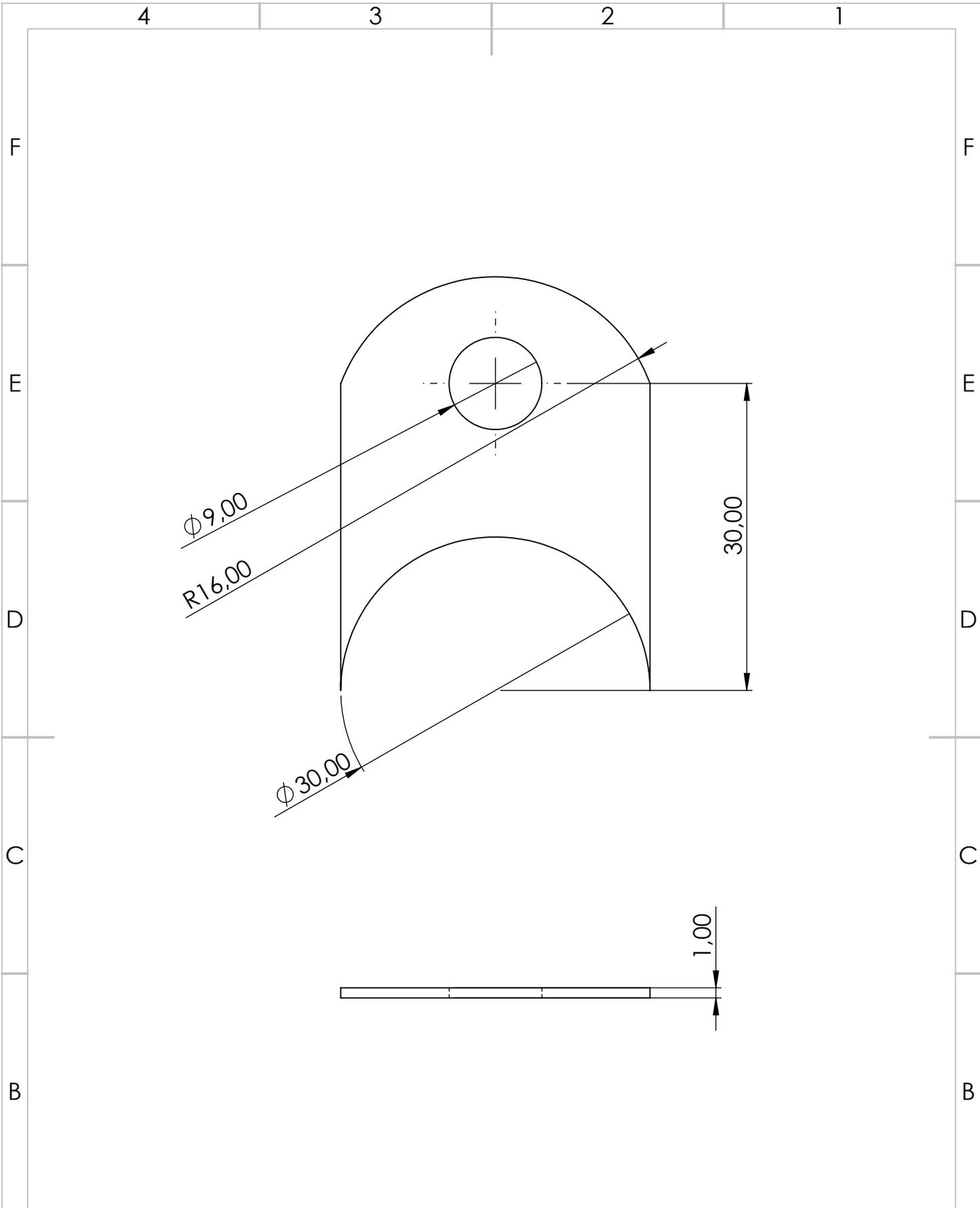
1



DETALLE APOYO DE MUELLE
ESCALA 2 : 1



Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Formato: A3
Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales:	Estado del documento: Aprobado
Título: LEVA			Número de documento: 4.5	
			Fecha: 07-11-2021	Material: ABS



A	Departamento responsable: Chasis	Creado por: Blai Soto Artiga	Unidad dimensional: mm	Escala: 2:1	Formato: A4
	Propietario legal:  UJI Motorsport	Revisado por: Blai Soto Artiga	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Tolerancias generales: ISO 9013	Estado del documento: Aprobado
	Título: SOPORTE DE ACTUADOR			Número de documento: 5	
			Fecha: 07-11-2021	Material: DIN 1.0301	

5. Pliego de condiciones

5.1. Introducción

Se procederá en primer lugar ha una descripción del proyecto, detallando su objetivo y emplazamiento, así como la maquinaria, instalaciones y personal que son necesarios para su desarrollo. También se concretará la responsabilidad y la información preliminar. Por otra parte, también se expondrán las condiciones generales y las particulares.

5.2. Descripción

Para conseguir los objetivos bajo las condiciones establecidos en la memoria los criterios para tener en cuenta serán los siguientes:

5.2.1. Objetivo y emplazamiento

El objetivo del proyecto es el diseño para la fabricación del sistema de cambio de marchas y la pedalera de un prototipo de Formula Student. Este prototipo es desarrollado por un grupo de estudiantes de la Universidad Jaume I.

El desarrollo y la ejecución del proyecto se lleva a cabo en las instalaciones cedidas por la Universidad Jaume I a UJI Motorsport y ubicadas en el edificio Espaitec II, campus Riu sec. También se ejecuta parcialmente en otros talleres dentro de la Universidad, así como en empresas colaboradoras y patrocinadores del proyecto.

5.2.2. Maquinaria, instalaciones.

La maquinaria de fabricación es de propiedad del equipo UJI Motorsport y cedida por las entidades: Universidad Jaume I, departamentos del área de ingeniería, departamentos de gestión y patrocinadores externos a la universidad.

Por otra parte, el Software utilizado es de licencia estudiantil y disponible para todos los estudiantes que cursen asignaturas de diseño y fabricación.

5.2.3. Personal

La fase de diseño es llevada a cabo por miembros cualificados del departamento de chasis y dinámica del equipo UJI Motorsport.

La fase de fabricación se lleva a cabo por profesionales del sector implicado en cada parte del diseño en caso de que los estudiantes participen en la fabricación será siempre bajo la supervisión de los profesionales competentes para garantizar las condiciones establecidas, así como las condiciones de seguridad laboral pertinentes.

5.2.4. Responsabilidad

El autor no se hace responsable del mal funcionamiento o los daños materiales y/o personales que pudiera provocar la mala ejecución de este proyecto por una modificación total o parcial de cualquiera de las partes de los documentos presentes en este proyecto.

5.2.5. Información preliminar

Al iniciar la ejecución del proyecto el proyectista debe suministrar un documento donde queden claras las características, especificaciones técnicas y normas aplicables a esta ejecución, así como todo el materia incluido en los documentos de este proyecto.

5.3. Condiciones generales

5.3.1. Condiciones legales

Uji Motorsport está constituido a todos los efectos legales como una asociación teniendo personalidad jurídica con capacidad para redactar contratos y emitir facturas

Los contratos de patrocinio y colaboración con instituciones, empresas o terceros se gestionan en el marco de la asociación por parte del departamento de organización del propio equipo. En algunos casos puede formalizarse también como un contrato de colaboración con la propia universidad.

5.4. Condiciones particulares

5.4.1. Condiciones de material y equipo.

El material para la fabricación de los componentes descritos en este proyecto se suministra por el equipo a la empresa, entidad o persona responsable de la fabricación de cada componente.

En el caso de los componentes adquiridos por el equipo, deben ir acompañados de la correspondiente ficha técnica y cumplir con todas las especificaciones descritas en ella.

5.4.2. Seguridad en la ejecución y el montaje.

Las normas de seguridad que se aplican son las de aplicación en cualquier taller o instalación donde se realiza la tarea específica que se realiza. Este punto es válido también dentro de las instalaciones cedidas por la Universidad al equipo.

6. Normativa

6.1. Normativa específica de Formula Student

T8 SISTEMAS DE GAS COMPRIMIDO E HIDRÁULICOS DE ALTA PRESIÓN

T 8.1 Tuberías y cilindros de gas comprimido

T 8.1.1

Cualquier sistema del vehículo que utilice un gas comprimido como medio de actuación debe cumplir con los siguientes requisitos:

- *El gas de trabajo no debe ser inflamable.*
- *El cilindro / tanque de gas debe ser correctamente fabricado, diseñado y construido para la presión que se está utilizando, certificado y etiquetado o estampado de manera adecuada.*
- *Se debe utilizar un regulador de presión y montarlo directamente en el cilindro/tanque de gas.*
- *El cilindro / tanque de gas y las líneas deben protegerse contra vuelcos, colisiones desde cualquier dirección o daños resultantes de la falla del equipo giratorio.*
- *El cilindro / tanque de gas y el regulador de presión deben ubicarse dentro de la envolvente de protección contra vuelcos *T2.1.1, pero no deben ubicarse en la cabina del piloto.*
- *El cilindro / tanque de gas debe estar firmemente montado en el chasis, motor o transmisión.*
- *El eje del cilindro / tanque de gas no debe apuntar al conductor.*
- *El cilindro / tanque de gas debe estar aislado de cualquier fuente de calor.*
- *Las líneas de gas y los accesorios deben ser adecuados para la máxima presión de funcionamiento posible del sistema.*

T2 DISEÑO GENERAL DEL CHASIS

*T 2.1 Definiciones

- Envoltura de protección contra vuelcos: envoltura de la estructura primaria y cualquier estructura adicional fijada a la estructura primaria que cumpla con la especificación mínima definida en T2.3 o equivalente.

T3 Cabina

T 3.2 Sección transversal interna de la cabina

T 3.2.1

La cabina debe proporcionar una sección transversal interna libre suficiente para que la plantilla que se muestra a la derecha en la Figura 9 pase desde la superficie más atrasada del arco delantero hasta un punto a 100 mm hacia atrás de la cara del pedal más atrasada en posición de reposo. La plantilla se puede mover hacia arriba y hacia abajo. Los pedales ajustables deben estar en su posición más adelantada.

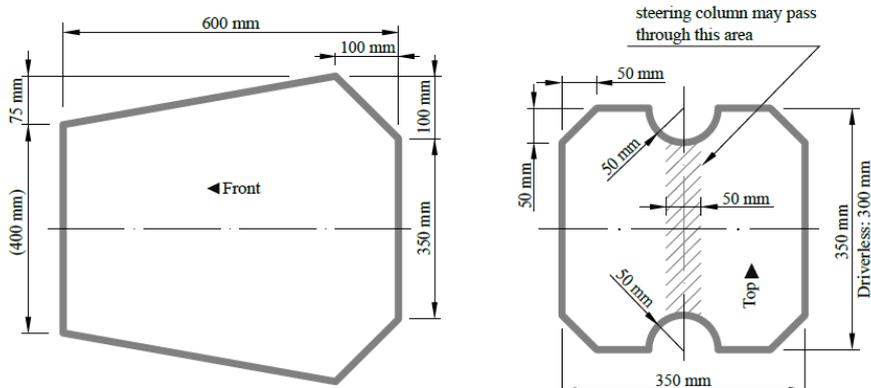


Ilustración 40: Plantilla de comprobación de apertura de la cabina.

T 3.2.3

Los pies y piernas del conductor deben estar completamente contenidos dentro de la estructura primaria cuando el conductor está sentado normalmente y los pies del conductor están tocando los pedales. En las vistas lateral y frontal, ninguna parte de los pies o piernas del conductor debe extenderse por encima o fuera de esta estructura.

T 3.3 Percy (percentil 95 masculino)

T 3.3.2

El percentil 95 masculino está representado por una figura bidimensional que consta de dos círculos de 200 mm de diámetro (uno que representa las caderas y las nalgas y otro que representa la región de los hombros) y un círculo de 300 mm (que representa la cabeza con casco).

T 3.3.3

Los dos círculos de 200 mm están conectados por una línea recta de 490 mm. El círculo de 300 mm está conectado por una línea recta de 280 mm con el círculo superior de 200 mm.

T 3.3.4

La figura debe colocarse en el vehículo de la siguiente manera (Ilustración 41):

(a) El asiento ajustado a la posición más retrasada

(b) Los pedales ajustados a la posición más delantera

(c) El círculo inferior de 200 mm colocado en la base del asiento. La distancia entre el centro del círculo y la cara de actuación más retrasada de los pedales debe ser como mínimo de 915 mm.

(e) El círculo central colocado en el respaldo del asiento.

(f) El círculo superior de 300 mm colocado a 25 mm del apoyacabezas.

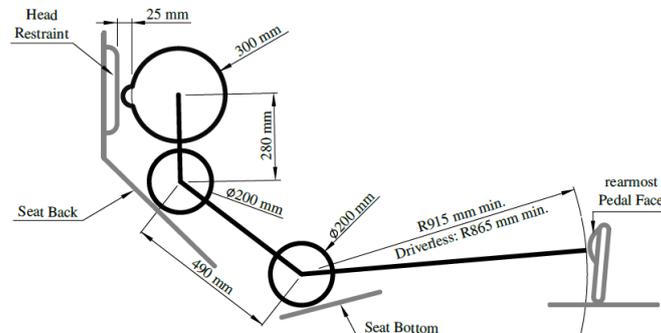


Ilustración 41: Ubicación de plantilla del percentil 95.

T5 SISTEMA DE FRENOS

T 5.1 Sistema de frenos - General

T 5.1.8

El pedal del freno se diseñará para soportar una fuerza de 2 kN sin que se produzca ningún fallo en el sistema de frenos o en la pedalera. Esto se puede probar presionando el pedal con la fuerza máxima que puede ejercer cualquier oficial cuando esté sentado normalmente.

T 5.1.9

El pedal del freno debe estar fabricado de acero o aluminio o mecanizado de acero, aluminio o titanio.

CV 1 MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA UNIDADE DE POTENCIA

CV 1.4 Acelerador

Blai Soto Artiga

CV 1.4.2

El acelerador debe accionarse mecánicamente mediante un pedal, es decir, mediante un cable o un sistema de varilla, ver CV1.5, ~~o mediante un sistema ETC, ver CV1.6.~~ (No aplica).

CV 1.4.4

El mecanismo del sistema de aceleración debe estar protegido contra la entrada de escombros para evitar atascos.

CV 1.5 Accionamiento mecánico del acelerador

CV 1.5.2

El sistema de actuación del acelerador debe utilizar al menos dos resortes de retorno ubicados en el cuerpo de la mariposa, de modo que la falla de cualquiera de los dos resortes no impida que el acelerador vuelva a la posición de ralentí.

CV 1.5.5

Los cables del acelerador deben ubicarse al menos a 50 mm de cualquier componente del sistema de escape y fuera de la corriente de escape.

CV 1.5.6

Los cables o varillas del acelerador deben tener un funcionamiento suave y no deben tener la posibilidad de atascarse. Deben estar protegidos de ser doblados o torcidos por el pie del conductor durante la operación o al ingresar al vehículo.

CV 1.5.7

Se debe incorporar un tope de pedal positivo en el pedal del acelerador para evitar sobrecargar el cable del acelerador o el sistema de actuación.

IN 1.6 Modificaciones y reparaciones

IN 1.6.1

Después de la inspección técnica, las únicas modificaciones permitidas al vehículo son:

- Ajuste del balance de frenada.
- Ajuste del sistema de retención del conductor, reposacabezas, asiento y pedalera.

6.2. Normativa aplicable a los procesos de fabricación

Las tabas que se exponen a continuación pertenecen a la norma UNE 22768 aplicable a tolerancias generales no especificadas en los planos.

Medidas en milímetros

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal		
Designación	Descripción	0,5 ¹⁾ hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6
f	fina	± 0,2	± 0,5	± 1
m	media			
c	grosera	± 0,4	± 1	± 2
v	muy grosera			

1) Para valores nominales inferiores a 0,5 mm, las tolerancias han de indicarse siempre junto a la cota nominal correspondiente.

Tabla 23 : Tolerancias para dimensiones lineales de aristas matadas (radios exteriores y alturas de chaflán).

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles en función de la longitud del lado menor del ángulo considerado, en milímetros				
Designación	Descripción	hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400
f	fina	± 1°	± 0°30'	± 0°20'	± 0°10'	± 0°5'
m	media					
c	grosera	± 1°30'	± 1°	± 0°30'	± 0°15'	± 0°10'
v	muy grosera	± 3°	± 2°	± 1°	± 0°30'	± 0°20'

Tabla 24: Tolerancias para dimensiones angulares.

Medidas en milímetros

Clases de tolerancia	Tolerancias de rectitud y planitud, por campos de longitudes nominales					
	hasta 10	más de 10 hasta 30	más de 30 hasta 100	más de 100 hasta 300	más de 300 hasta 1 000	más de 1 000 hasta 3 000
H	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
K	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
L	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6

Tabla 26: Tolerancias generales de rectitud y planitud.

Medidas en milímetros

Clases de tolerancia	Tolerancias de perpendicularidad, por campos de longitudes nominales, del lado más corto			
	hasta 100	más de 100 hasta 300	más de 300 hasta 1 000	más de 1 000 hasta 3 000
H	0,2	0,3	0,4	0,5
K	0,4	0,6	0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

Tabla 25: Tolerancias generales de perpendicularidad.

Medidas en milímetros

Clases de tolerancia	Tolerancias de simetría, por campos de longitudes nominales			
	hasta 100	más de 100 hasta 300	más de 300 hasta 1 000	más de 1 000 hasta 3 000
H	0,5			
K	0,6		0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

Tabla 27: Tolerancias generales de simetría.

Medidas en milímetros

Clases de tolerancia	Tolerancias de oscilación circular
H	0,1
K	0,2
L	0,5

Tabla 28: Tolerancias generales de oscilación.

Blai Soto Artiga

6.3. Normativa para el dimensionamiento de uniones atornilladas y pasadores.

Nº	Característica mecánica o física	Clase de calidad											
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8	10.9	12.9/ 12.9		
							$d \leq 16 \text{ mm}^a$	$d > 16 \text{ mm}^b$	$d \leq 16 \text{ mm}$				
1	Resistencia a la tracción, R_m , MPa	nom. ^c	400		500		600		800		900	1 000	1 200
		min.	400	420	500	520	600	800	830	900	1 040	1 220	
2	Límite elástico inferior, $R_{el. 0.2}$, MPa	nom. ^c	240	—	300	—	—	—	—	—	—	—	—
		min.	240	—	300	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Límite elástico convencional al 0,2% $R_{p0.2}$, MPa	nom. ^c	—	—	—	—	—	640	640	720	900	1 080	
		min.	—	—	—	—	—	640	660	720	940	1 100	
4	Límite elástico convencional al 0,0048d para elementos de fijación enteros, R_{pe} , MPa	nom. ^c	—	320	—	400	480	—	—	—	—	—	
		min.	—	340 ^e	—	420 ^e	480 ^e	—	—	—	—	—	
5	Tensión bajo carga de prueba, S_p^f , MPa	nom.	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970	
	Relación de la tensión bajo carga de prueba $\frac{S_{p,2000}/R_{el,min.}}{S_{p,2000}/R_{p0.2,min.}}$ o $\frac{S_{p,2000}/R_{p,min.}}{S_{p,2000}/R_{p,min.}}$		0,94	0,91	0,93	0,90	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	0,88	
6	Alargamiento porcentual después de la rotura para probetas mecanizadas, A , %	min.	22	—	20	—	—	12	12	10	9	8	
7	Reducción porcentual de la sección después de la rotura para probetas mecanizadas, Z , %	min.	—					52		48	48	44	
8	Alargamiento después de la rotura para elementos de fijación enteros, A_f (véase también el anexo C)	min.	—	0,24	—	0,22	0,20	—	—	—	—	—	
9	Solidez de la cabeza		Sin rotura										
10	Dureza Vickers, HV $F \geq 98 \text{ N}$	min.	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385	
		máx.	220 ^g					250	320	335	360	380	435
11	Dureza Brinell, HBW $F = 30 D^2$	min.	114	124	147	152	181	245	250	286	316	380	
		máx.	209 ^g					238	316	331	355	375	429
12	Dureza Rockwell, HRB	min.	67	71	79	82	89	—					
		máx.	95,0 ^g					99,5	—				

Tabla 29: Características mecánicas y físicas de los pernos, tornillos y bulones. Norma UNE 898.

7. Fichas técnicas

7.1. Bomba AP Racing CP 7855

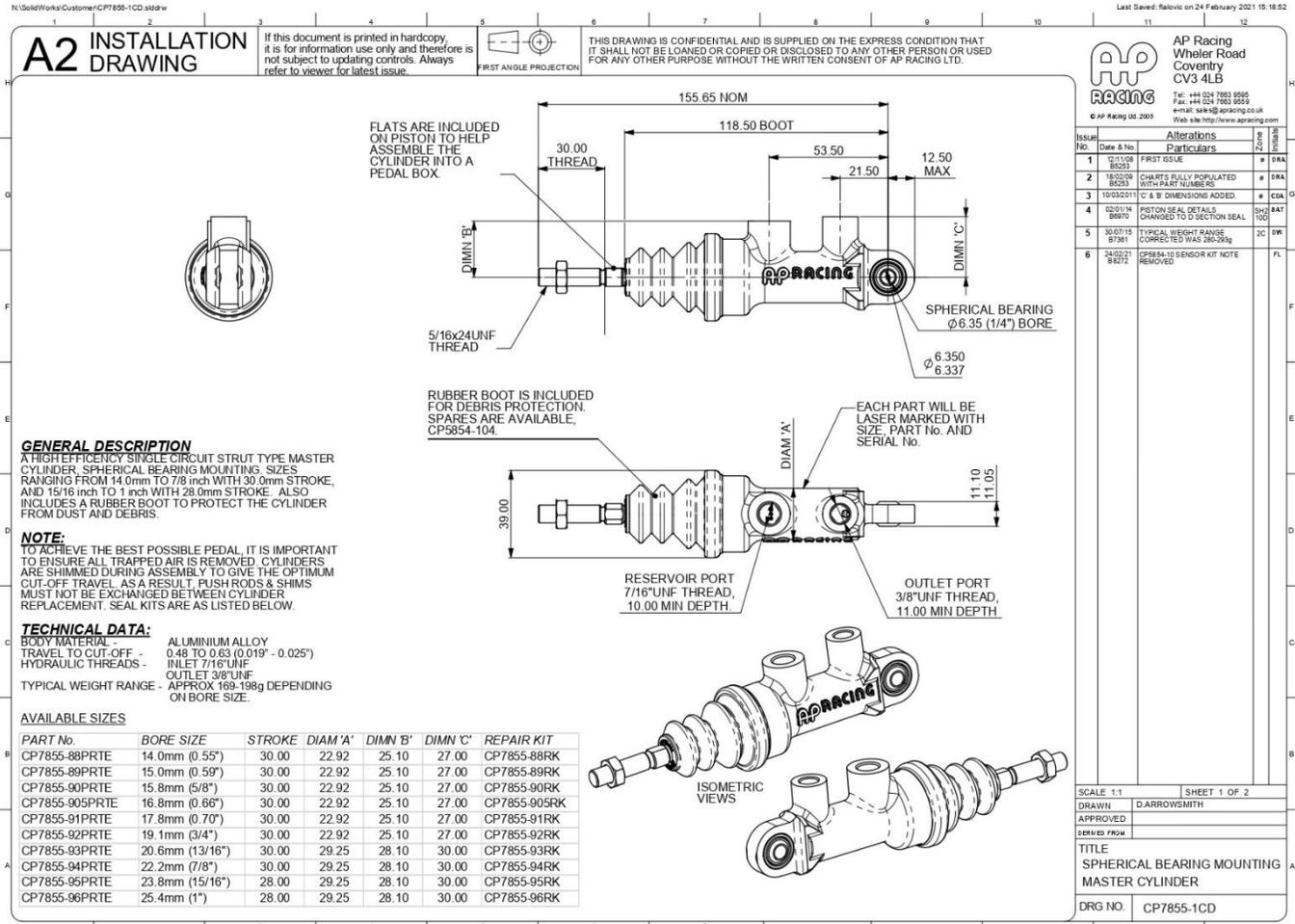


Ilustración 42: Plano no a escala de bomba AP Racing CP 7855. Proporcionado por el fabricante hoja 1 de 2.

Last Saved: ItaloVic on 24 February 2021 15:18:52

A2 INSTALLATION DRAWING

If this document is printed in hardcopy, it is for information use only and therefore is not subject to updating controls. Always refer to viewer for latest issue.

FIRST ANGLE PROJECTION

THIS DRAWING IS CONFIDENTIAL AND IS SUPPLIED ON THE EXPRESS CONDITION THAT IT SHALL NOT BE LOANED OR COPIED OR DISCLOSED TO ANY OTHER PERSON OR USED FOR ANY OTHER PURPOSE WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF AP RACING LTD.

REF	DESCRIPTION	INCLUDED WITH REPAIR KIT	MASTER CYLINDER PART NUMBER	REPAIR KIT
1	PRIMARY SEAL	Yes	CP7855-88PRTE	CP7855-88RK
2	SLYDRING BEARING	Yes	CP7855-89PRTE	CP7855-89RK
3	M/CYL RETURN SPRING	Yes	CP7855-90PRTE	CP7855-90RK
4	PISTON WASHER	Yes	CP7855-905PRTE	CP7855-905RK
5	D-RING PISTON SEAL	Yes	CP7855-91PRTE	CP7855-91RK
6	CUT-OFF SHIM		CP7855-92PRTE	CP7855-92RK
7	PISTON		CP7855-93PRTE	CP7855-93RK
8	ENDCAP		CP7855-94PRTE	CP7855-94RK
9	O-RING CAP SEAL	Yes	CP7855-95PRTE	CP7855-95RK
10	LOCK NUT 5/16"UNF	Yes	CP7855-96PRTE	CP7855-96RK
11	BOOT			
12	SPRING GUIDE PIN			
13	CIRCLIP	Yes		
14	BODY			

PRIOR TO ASSEMBLING PISTON (7) INTO ENDCAP (8) ENSURE THERE ARE NO SHARP EDGES IN THIS AREA

THE D SECTION SEAL IS A DIRECT REPLACEMENT FOR THE ORIGINAL O/RING SEAL

OTHER IMPORTANT NOTES:

- ENSURE BORE IS FREE FROM DEBRIS.
- LUBRICATE SEALS AND BORE WITH BRAKE FLUID PRIOR TO ASSEMBLY.
- CARE MUST BE TAKEN WHEN ASSEMBLING SEALS AS DAMAGE MAY BE CAUSED.
- THE CHANGING OF INTERNAL COMPONENTS OF THE MASTER CYLINDER IN RARE CASES, MAY ALTER THE DISTANCE TO CUT-OFF. IF YOU ARE UNABLE TO BLEED THE CYLINDER AFTER A SEAL CHANGE, PLEASE CONSULT AP RACING. ALSO ENSURE THAT ANY PARTS THAT HAVE BEEN DISASSEMBLED ARE KEPT WITH THE RIGHT CYLINDER AND ARE NOT MIXED.

AP RACING
Wheler Road
Coventry
CV3 4LB
Tel: +44 024 7883 0595
Fax: +44 024 7883 0559
e-mail: sales@ap racing.co.uk
Web site: http://www.ap racing.com

ISSUE No. Alterations Particulars Zone Initials

SCALE 1:1 SHEET 2 OF 2

DRAWN D.ARROWSMITH

APPROVED

DERIVED FROM

TITLE SPHERICAL BEARING MOUNTING MASTER CYLINDER

DRG NO. CP7855-1CD

Ilustración 43: Plano no a escala de bomba AP Racing CP7855. Proporcionado por el fabricante hoja 1 de 2.

7.2. Pasador ISO 2341

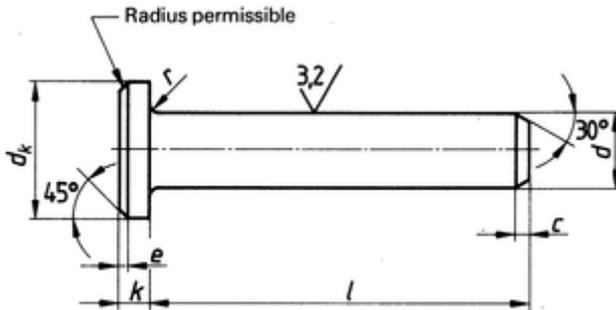


Ilustración 45: Cotas para pasador ISO 2341.

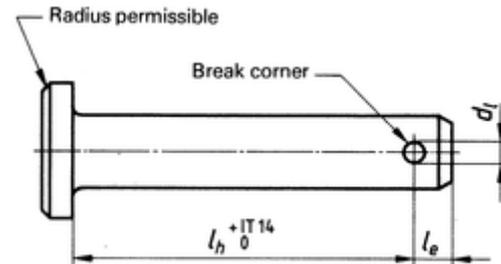


Ilustración 44: Cotas para pasador ISO 2341.

d	h11 ¹⁾	3	4	5	6	8
d _k	h14	5	6	8	10	14
d _l	H13 ²⁾	0,8	1	1,2	1,6	2
c	max.	1	1	2	2	2
e	≈	0,5	0,5	1	1	1
k	js14	1	1	1,6	2	3
l _e	min.	1,6	2,2	2,9	3,2	3,5
r		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Tabla 30: Valores de cotas para ISO 2341.

7.3. Tornillos

Clase de calidad del tornillo	8.8	8.8	10.9	10.9
Finura de la rosca d/P	<9	≥9	<9	≥9
AlCuMg 1 F40	1,1 d		1,4 d	-
GG-22	1,0 d		1,2 d	1,4 d
St37	1,0 d		1,25 d	1,4 d
St50	0,9 d		1,0 d	1,2 d
C45V	0,8 d		0,9 d	1,0 d

Tabla 31: Longitud de rosca útil. Ficha técnica Tormetal.

Blai Soto Artiga

7.4. Actuador neumático.

Specifications

Bore size (mm)		8	10	12	16	20	25
Piston rod dia. (mm)		4	4	6	6	8	10
Piston rod thread		M4 x 0.7	M4 x 0.7	M6 x 1	M6 x 1	M8 x 1.25	M10 x 1.25
Port size		M5 x 0.8	M5 x 0.8	M5 x 0.8	M5 x 0.8	G 1/8	G 1/8
Action		Double acting, Single/Double rod					
Fluid		Air					
Proof pressure		1.5 MPa					
Max. operating pressure		1.0 MPa					
Min. operating pressure	Spring return	0.1 MPa	0.08 MPa	0.05 MPa	0.05 MPa		
	Spring extended						
Ambient and fluid temperature		-20 to 80°C (Built-in magnet: -10 to 60°C)					
Cushion		Rubber cushion, Air cushion (Except ø8) (Non-rotating: Rubber bumper only)					
Lubrication		Not required. Use turbine oil Class 1 ISO VG32, if lubricated.					
Rod boot	Nylon tarpaulin	—				Max. ambient temperature 60°C	
	Heat resistant tarpaulin	—				Max. ambient temperature 110°C*	
Piston speed		50 to 1500 mm/s					
Allowable kinetic energy	Rubber cushion	0.02 J	0.03 J	0.04 J	0.09 J	0.27 J	0.4 J
	Air cushion	—	0.17 J	0.19 J	0.4 J	0.66 J	0.97 J
Non-rotating accuracy		±1° 30'	±1° 30'	± 1°	±1°	±0° 42'	±0° 42'
Stroke tolerance (mm)		0/+1				0/+1.4	

* Maximum ambient temperature of rod boots only.

Tabla 32: Extracto de la ficha técnica del actuador neumático.

Blai Soto Artiga

7.7. Regulador

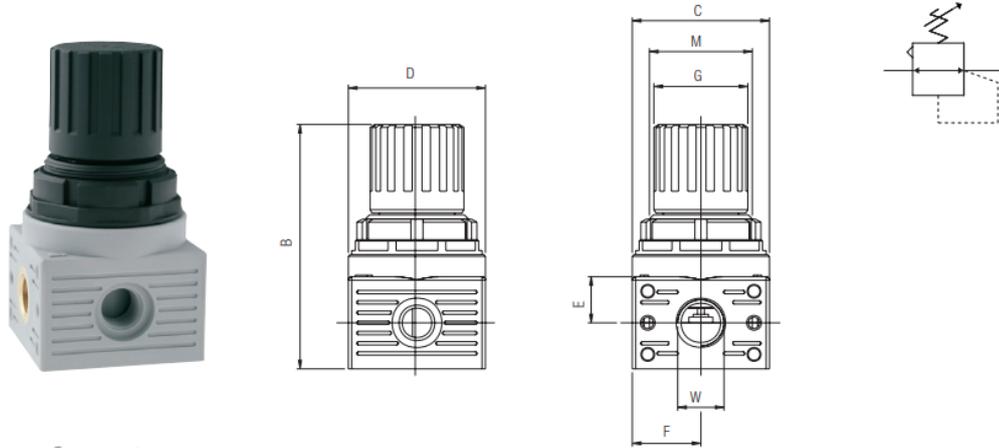


Ilustración 47: Cotas del regulador de presión.

F	G	I	M	W
20	27.5	27	M30X1.5	1/8 - 1/4

Tabla 35: Dimensiones del regulador de presión.

B	C	D	E
74	40	40	13.5

Tabla 34: Dimensiones del regulador de presión.

Rosca	1/8"
Campo de regulación	Entre 0 y 12 bar
Presión máxima	15 bar

Tabla 36: Características del regulador de presión.

Blai Soto Artiga

7.8. Presostato:

Referencia XMPR12B2133 del catálogo de Schneider Electric.



Ilustración 48: Presostato.

Possible differential (subtract from PH to give PB)	Min. at low setting	1 bar (14.5 psi)
	Min. at high setting	1.7 bar (24.6 psi)
	Max. at high setting	8.4 bar (121.8 psi)
Destruction pressure		30 bar (435 psi)
Mechanical life		1 million operating cycles
Cable entry		2 entries tapped for n° 13 cable gland, conforming to NF C 68-300 (DIN Pg 13.5)
Pressure switch type		Diaphragm

Tabla 37: Características del presostato.

7.9. Manómetro:

Referencia K8-10-40 del catalogo de SMC.



Ilustración 49: Manómetro

Blai Soto Artiga

Medición de presión mínima	0 bar
Medición de presión máxima	10 bar
Tamaño de la conexión	G 1/8
Diámetro Externo del Indicador	40 mm
Tipo de entrada	Entrada trasera

Tabla 38: Características del manómetro k8-10-40.

8. Presupuesto

En cuanto al presupuesto todas las piezas que son compradas por catálogo se les ha asignado el precio de tarifa suministrado por el fabricante.

En las piezas de fabricación propia se ha tomado la hipótesis donde el equipo recibe todas las piezas de proveedores externos y tiene que pagar todos los gastos.

No se ha valorado económicamente ni la mano de obra de montaje que recaerá en los componentes del equipo ni las horas de diseño que es el tiempo que ha costado desarrollar el presente documento.

Los precios de las operaciones de los materiales, mecanizados, corte laser y doblado de chapa, se han obtenido de las plantillas que la organización de FSAE suministra como base de precios para conformar el Cost Report que es uno de los eventos de la competición y el objetivo del cual es valorar, lo bien que los equipos han controlado los gastos durante todo el proceso de desarrollo del prototipo.

Estas plantillas se pueden encontrar en la página web de FSAE en el apartado "Series Resources" .

Blai Soto Artiga

8.1. Presupuesto del cambio de marchas

Parte		Unidades	Precio/unidad	Precio
ACTUADOR				
Actuador pistón neumático		1	58,44 €	52,01 €
Racor en ángulo		2	3,91 €	6,96 €
Rótula		1	7,21 €	6,42 €
Soporte del actuador	Material	2	0,04 €	0,08 €
	Corte laser	2	0,02 €	0,04 €
Pasador DIN 94		2	0,02 €	0,04 €
Pasador 8x30 mm		2	1,55 €	2,76 €
COMPONENTES ELÉCTRICOS				
Relé		1	8,45 €	7,52 €
Cable en espiral		1	10,31 €	9,18 €
Conectores		2	3,33 €	5,93 €
Interruptor		1	3,30 €	2,94 €
Cable 1 x 1,5 mm ²		1	10,99 €	9,78 €
Pulsador		2	3,25 €	5,79 €
CONEXIONES NEUMÁTICAS				
Líneas de distribución 6mm, 20 m		1	22,81 €	20,30 €
Reductor de 1/4" a 1/8"		3	2,31 €	6,17 €
Silenciador		2	3,96 €	7,05 €
Conexión en T		10	2,31 €	20,56 €
Acople de 1/4 a 1/8		2	19,54 €	34,78 €
Racor de espiga		2	3,32 €	5,91 €
Racor recto		10	1,65 €	14,69 €
ELEMENTOS				
Válvula neumática 5/3 pilotada eléctricamente		1	104,14 €	92,68 €
Regulador de presión		1	24,33 €	21,65 €
Calderín		1	109,83 €	97,75 €
Presostato		1	55,55 €	49,44 €
Manómetro		2	8,34 €	14,85 €
Compresor neumático		2	23,49 €	41,81 €
Válvula antirretorno		2	22,53 €	40,10 €
Válvula de seguridad		1	43,16 €	38,41 €
LEVAS				
Pasador leva	Material	2	0,10 €	0,20 €
	Mecanizado	2	0,40 €	0,80 €
Soporte de mecanismo	Material	1	3,46 €	3,46 €
	Mecanizado	1	7,83 €	7,83 €
Muelle		2	0,68 €	1,21 €
Impresión 3D		2	19,21 €	34,19 €
Impuestos (IVA 21%)				139,29 €
			TOTAL	802,57 €

Tabla 39: Presupuesto final para el sistema de cambio de marchas.

Blai Soto Artiga

8.2. Presupuesto de la pedalera

Pedalera		Unidades	Precio/unidad	Precio
CATÁLOGO				
Tuerca 7040 M6		10	0,11	0,98 €
Tuerca 7040 M8		16	0,11	1,57 €
Pasador DIN 94		6	0,02 €	0,11 €
Tornillo DIN 912 x25 M8 8.8		14	0,20 €	2,49 €
Tornillo DIN 912 x60 M8 8.9		2	0,20 €	0,36 €
Tornillo DIN 912 x25 M6 8.8		8	0,10 €	0,71 €
Tornillo DIN 7991 x 16 M8 8.8		10	0,13 €	1,16 €
Tornillo DIN 7991 x 20 M8 8.9		2	0,13 €	0,23 €
Arandela plana 8mm DIN - 125		38	0,03 €	1,01 €
Arandela plana 6mm DIN - 125		18	0,02 €	0,32 €
Papel de lija adhesivo		1	11,89 €	10,58 €
Bomba AP CP 7855		2	184,51 €	328,43 €
FABRICACIÓN PRÓPIA				
Pasador ISO 2341 8x50	Material	4	0,20 €	0,81 €
	Mecanizado	4	1,25 €	5,00 €
Pasador ISO 2341 8x45	Material	2	0,18 €	0,37 €
	Mecanizado	2	1,13 €	2,25 €
Pasador ISO 2341 8x80	Material	2	0,32 €	0,64 €
	Mecanizado	2	1,99 €	3,98 €
Pasador ISO 2341 8x40	Material	4	0,16 €	0,65 €
	Mecanizado	4	1,00 €	4,01 €
Soporte cable	Material	2	0,20 €	0,40 €
	Mecanizado	2	0,58 €	1,16 €
Soporte del pedal acelerador_embrague	Material	2	1,17 €	2,33 €
	Mecanizado	2	3,62 €	7,24 €
Pedal acelerador_embrague	Material	2	5,85 €	11,70 €
	Mecanizado	2	17,82 €	35,64 €
soporte bombas trasero	Material	1	1,53 €	1,53 €
	Mecanizado	1	4,05 €	4,05 €
Soporte freno delantero	Material	1	1,11 €	1,11 €
	Mecanizado	1	3,12 €	3,12 €
Puntera de la bomba	Material	2	0,19 €	0,37 €
	Mecanizado	2	0,77 €	1,53 €
Casquillo	Material	2	0,03 €	0,07 €
	Mecanizado	2	0,21 €	0,41 €
Base	Material	1	15,71 €	15,71 €
	Corte laser	1	3,18 €	3,18 €
Soporte a chasis	Doblado	1	0,88 €	0,88 €
	Material	6	0,10 €	0,62 €
Frontal acelerador_embrague	Corte laser	6	0,66 €	3,94 €
	Doblado	6	0,44 €	2,64 €
Frontal freno	Material	2	0,32 €	0,64 €
	Corte laser	2	0,50 €	1,00 €
Frontal freno	Material	1	0,78 €	0,78 €
	Corte laser	1	0,69 €	0,69 €
Impuestos (IVA 21%)				97,95 €
TOTAL				561,71 €

Tabla 40: Presupuesto final para la pedalera.