

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# Diseño de un mecanismo para la regulación de la altura de conducción de motocicleta off-road.



Grado en Ingeniería en Diseño Mecánico

## Trabajo Fin de Grado

Alejandro Garcés Galdeano

Juan Ignacio Latorre y Jose Ramón Alfaro

Tudela, 22 de enero de 2019



## **AGRADECIMIENTOS**

Me gustaría agradecer el esfuerzo de todas aquellas personas que me han ayudado a sacar este proyecto adelante. No solo me han aportado experiencia a nivel profesional, sino que también en lo personal.

A mi familia, novia y amigos, ya que, sin su ayuda y paciencia desinteresada, no habría podido terminar el proyecto.

A la Universidad Pública de Navarra (campus de Tudela), por poner a mi disposición las herramientas necesarias para la elaboración de dicho proyecto.

Y sobre todo dar las gracias a los tres profesionales de la universidad que han invertido su tiempo para ayudarme a sacar adelante este proyecto, muchas gracias Angel, José Ramón y Juan Ignacio.

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad principal el desarrollo o diseño y posterior estudio y análisis de un mecanismo que permita regular la altura del chasis de una moto off-road de competición.

Este tipo de motocicletas, tienen un comportamiento totalmente diferente a cualquier vehículo que rueda por asfalto, necesitando una estructura muy robusta. Una de las partes más importantes para conseguir dicha robustez se encuentra en su esqueleto, técnicamente llamado chasis y en su complementario sub-chasis

Este estudio lo realizaremos sobre una motocicleta en particular, la KTM EXC 250 2018, la mejor según los expertos y la mejor calificada en las últimas carreras y campeonatos de esta modalidad de off-road. Primeramente, realizaremos el diseño de un mecanismo mediante el cual se podrá regular la altura del sub-chasis con el basculante, decir que el rediseño de dicho mecanismo no modificara de ningún modo los anclajes ni medidas habituales para que no sea necesario ninguna modificación para en ensamblaje de los diferentes elementos, ya sea motor y demás componentes. Se trata del estudio y de un posible primer prototipo por lo que la fabricación y puesta en marcha de este proyecto no se efectuara.

Una vez realizado el estudio y análisis del sub-chasis ya existente, y diseñado el mecanismo, volveremos a realizar otro estudio y compararemos resultados mediante un programa de estudio de elementos finitos

## PALABRAS CLAVE

chasis, sub-chasis, aluminio, mecanismo, actuador lineal, eléctrico, mecánico, elementos finitos, solidworks, off-road, ktm.

## ABSTRACT

The main objective of this work is the development or design and the subsequent study and analysis of a mechanism that allows to regulate the height of the chassis of an off-road competition motorcycle.

This type of motorcycles, have a totally different behaviour to any vehicle that rolls by asphalt, needing a very robust structure. One of the most important parts to achieve this robustness is in its skeleton, technically called chassis and in its complementary sub-chassis.

We will study this study on a motorcycle in particular, the KTM EXC 250 2018, the best according to the experts and the best qualified in the last races and championships of this off-road modality. First, we will design a mechanism through which the height of the subframe can be adjusted with the swingarm, saying that the redesign of this mechanism will not modify the anchors nor the usual measures so that no modification is necessary for the assembly of the different elements, whether motor and other components. This is the study and a possible first prototype, so the manufacture and commissioning of this project will not take place.

Once the study and analysis of the existing subchassis has been carried out, and the mechanism has been designed, we will carry out another study and compare the results through a finite element study program.

## KEYWORDS

chassis, sub-chassis, steel, aluminum, mechanism, linear actuator, electrical, mechanical, finite elements, solidworks, weight reduction, off-road, ktm.

# ÍNDICE

<b>1. CONTEXTUALIZACIÓN</b> .....	7
<b>1.1. INTRODUCCION A LA MOTOCICLETA</b> .....	7
<b>1.2. HISTORIA DE LA MOTOCICLETA</b> .....	8
<b>1.3. TIPOS DE MOTOCICLETAS</b> .....	11
1.3.1. SPORT .....	11
1.3.2. TURISMO.....	12
1.3.3. GRAN TURISMO .....	12
1.3.4. NAKED.....	13
1.3.5. CUSTOM.....	13
1.3.6. CHOPPER .....	14
1.3.7. TRAIL.....	14
1.3.8. CROSS .....	15
1.3.9. TRIAL.....	15
1.3.10. ENDURO.....	16
1.3.11. SUPERMOTARD.....	16
1.3.12. SCOOTER .....	17
<b>1.4. OFF-ROAD</b> .....	18
<b>1.5. PARTES MOTOCICLETA</b> .....	19
1.5.1. MOTOR .....	19
1.5.2. BASTIDOR .....	20
1.5.3. SUSPENSION.....	20
1.5.4. FRENOS .....	23
<b>2. NECESIDAD A RESOLVER</b> .....	25
<b>3. OBJETIVOS Y ESPECIFICACIONES</b> .....	29
<b>3.1 OBJETIVO CONCRETO</b> .....	29
<b>3.2 NORMATIVA APLICABLE</b> .....	30
<b>4. ESTUDIO DE SOLUCIONES ALTERNATIVAS</b> .....	33
<b>4.1. SOLUCIONES FIJAS</b> .....	33
4.1.1. FABRICACIÓN DE CHASIS POR TALLAS.....	33
4.1.2. AJUSTES DE CHASIS Y ESTRUCTURAS ORIGINALES MEDIANTE CORTE O SOLDADURA.....	33

<b>4.2. SOLUCIONES MOVILES .....</b>	<b>34</b>
4.2.1. SOLUCIONES ELECTROMECAÑICAS .....	34
4.2.2. SOLUCIONES HIDRÁULICAS O NEUMÁTICAS.....	38
4.2.3. SOLUCIONES MECÁNICAS.....	39
<b>5. ELECCIÓN JUSTIFICADA DE LA SOLUCIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>5.1. TABLA DE ELECCIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>6. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN .....</b>	<b>43</b>
<b>6.1. PASOS SEGUIDOS DURANTE EL PROCESO.....</b>	<b>43</b>
6.1.1. OBTENCIÓN DE UN CHASIS MODELO.....	43
6.1.2. PROCESO DE INGENIERIA INVERSA .....	46
6.1.3. FABRICACION BASE PROTOTIPO.....	51
6.1.4. DISEÑO DE LOS COMPONENTES .....	52
6.1.5. ENSAMBLAJE FINAL.....	63
<b>6.2. ENSAYOS MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS .....</b>	<b>68</b>
<b>6.3. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>75</b>
<b>6.4. CONCLUSIONES DE LA SOLUCION ELEGIDA.....</b>	<b>78</b>
<b>7. PRESUPUESTO .....</b>	<b>79</b>
<b>7.1. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>79</b>
<b>7.2. MANO DE OBRA Y PRODUCCIÓN .....</b>	<b>82</b>
<b>8. PROCESO DE FABRICACION .....</b>	<b>85</b>
<b>9. MODELO DE NEGOCIO .....</b>	<b>87</b>
<b>10. COMPROBACION DE LAS ESPECIFICACIONES.....</b>	<b>89</b>
<b>11. CONCLUSIONES .....</b>	<b>91</b>
<b>12. LINEAS FUTURAS.....</b>	<b>93</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>97</b>



## **1. CONTEXTUALIZACIÓN**

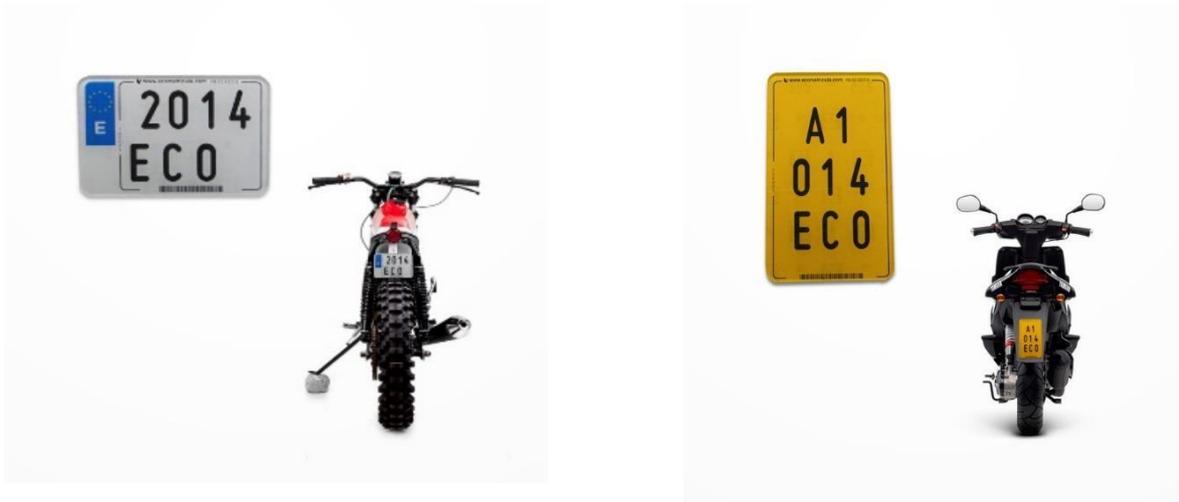
### **1.1. INTRODUCCION A LA MOTOCICLETA.**

Una motocicleta, comúnmente conocida en castellano con la abreviatura “moto”, es un vehículo de dos ruedas situadas en línea (una delante de la otra), propulsado por un motor de dos o cuatro tiempos, el cual acciona la rueda trasera (llamada motriz) mediante un mecanismo de cadena, correa o cardán, así pues, la rueda delantera (directriz) es la que dirige el sentido de marcha. Las motocicletas pueden ser monoplaza (una) o biplaza (dos), dependiendo del uso. En algunos de los casos es posible añadir un sidecar, para transportar a un pasajero o cualquier tipo de carga que no sobresalga de las dimensiones pertinentes.



**Imagen 1.1: Motocicleta KTM (*Motorbike Magazine*)**

Cabe destacar la diferencia entre motocicleta y ciclomotor, se distan principalmente en la cilindrada, y por lo tanto en sus prestaciones, los ciclomotores por ley no pueden superar los 50 cc y una velocidad superior a 45 km/h, por tanto, se considera motocicleta a partir de 50cc. Para identificar una motocicleta o un ciclomotor a simple vista, podemos fijarnos en la matricula, la cual será amarilla en los ciclomotores y blanca en las motocicletas.



**Imagen 1.2. Motocicleta matrícula blanca (Ecoplaca) Imagen 1.3. Ciclomotora matrícula amarilla (Ecoplaca)**

## 1.2. HISTORIA DE LA MOTOCICLETA.

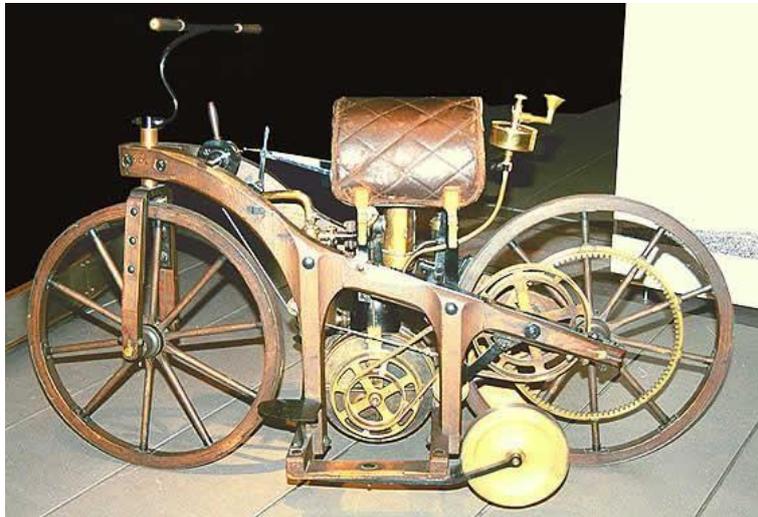
Para hablar del origen de la motocicleta tenemos que hacer referencia a su antecesor, la bicicleta. Un vehículo no motorizado el cual es accionado mediante las piernas del individuo a través de los pedales mediante un piñón un plato y una cadena. La bicicleta ayudó a dar forma a la motocicleta actual, la cual podemos definir como “una bicicleta motorizada”.

Según fuentes, las primeras pruebas de motocicleta fueron en el año 1867, cuando el estadounidense Sylvester Howard Roper se formuló una pregunta: ¿Qué pasaría si a una bicicleta le adapto un motor a vapor? Así pues, creó un motor de vapor con dos pistones (bicilindrico) de 164cc cada uno, el cual utilizaba carbón como combustible. El motor creado lo introdujo en el cuadro de una bicicleta y creó lo que hoy podríamos denominar la primera motocicleta.



**Imagen 1.4. Motocicleta a vapor de Howard (Pont Grup)**

Este modelo está considerado como la primera motocicleta de la historia, aunque hay mucha gente que asegura que realmente fue 18 años más tarde cuando se creó la moto como tal, ya que hay que recordar que la de Howard Roper era una moto a vapor, más cerca de la bici que de la propia motocicleta. Los alemanes Wilhelm Maybach y Gottlieb Daimler, construyeron en 1885 desde cero una motocicleta de cuadro y ruedas de madera, la cual era propulsada por un motor de combustión interna de cuatro tiempos. Este motor fue inventado por el famosísimo ingeniero Nikolaus August Otto, quien era todo un experto en diseñar y construir motores. Este motor desarrollaba 0,5 caballos de fuerza y permitía una velocidad de hasta 18 Kilómetros por hora.



**Imagen 1.5. Motocicleta Maybach y Daimler (*Pasion Biker*)**

Debido a este motor de combustión interna numerosos historiadores consideran a esta, como la primera motocicleta de la historia.

En 1894 Hildebrand y Wolfmüller presentan en Múnich (Alemania) la primera motocicleta fabricada en serie y comerciable. Las motocicletas de Hildebrand y Wolfmüller se mantuvieron en producción tres años más, hasta 1897. A pesar de todo esto, no hubo un gran asombro en la sociedad por las motocicletas.

No fue hasta 1897 cuando la motocicleta, a manos de los hermanos Eugene y Michel Werner cogió fuerza. Estos eran dos periodistas de origen ruso y montaron un pequeño motor en una bicicleta. Inicialmente, lo ensamblaron horizontalmente encima de la

rueda trasera, y luego delante del manillar, unido a la rueda delantera con una correa de cuero. En 1898 se comenzó a fabricar y tuvo un gran éxito. La “motocicleta”, fue una palabra creada por los hermanos Werner, la cual fue utilizada para llamar a todos los tipos de bicis motorizados.



**Imagen 1.6. Motocicleta hermanos Werner (*Curiosfera*)**

Fue en Francia alrededor de 1902 donde apareció el Scooter o ciclomotor, con el nombre de “Auto sillón”. Se trataba de una moto unida con un “parachoques” de protección, tenía ruedas pequeñas y un cuadro abierto el cual permitía al piloto viajar sentado, el inventor fue Georges Gauthier y fabricado en 1914. El scooter se desarrolló a partir de 1919 y tuvo un gran éxito junto con la Vespa italiana, a partir de 1946. La Vespa es el Scooter mundialmente más conocido, y fue diseñada por Corradino d’Ascanio. La Lambretta, también de Italia, fue la rival más importante de Vespa.



**Imagen 1.7. Scooter Gauthier (*Revita Placet*)**

El Scooter tuvo gran popularidad entre los jóvenes. Desde entonces han aparecido una gama amplísima de estos vehículos, más baratos, ligeros y de fácil manejo, cuyas características principales son las ruedas pequeñas y el cuadro abierto.

Cabe destacar, que en 1910 apareció el sidecar, un carrito con una rueda lateral el cual se unía al costado de la moto (aunque ya había aparecido años antes, pero en las bicicletas).

### 1.3. TIPOS DE MOTOCICLETAS.

Como ya hemos mencionado anteriormente, en el pasado los vehículos, en este caso las motocicletas, cumplían un único propósito, cubrir las necesidades de transporte. Hoy en día también es una de sus funciones principales, aun así, cada vez más, se destina este tipo de vehículo para el ocio y disfrute.

#### 1.3.1. SPORT

Motocicleta tipo sport o deportiva, es una motocicleta de unas elevadas prestaciones para el uso en vía pública, teniendo características más agresivas que otras motocicletas, sobre todo en su conducción.

Este tipo de moto es la más parecida a las motos de competición tipo MotoGP, en lo que más se parecen es en la estética (carenado), ya que este tipo de carenado favorece la aerodinámica de la motocicleta, aunque esto conlleva una menor protección del piloto.



Imagen 1.8. Kawasaki Ninja 125 (Motofichas)

El piloto tiene una posición bastante adelantada en cuanto a la conducción, esto se debe a la gran potencia de estas motos y la necesidad de poner peso en la parte delantera para que esta no se levante del asfalto.

Los motores son diseñados y optimizados para exprimir las características al máximo, ofreciendo la posibilidad de llegar a altas revoluciones, en detrimento de su comportamiento a bajos y medios regímenes. Dentro de las motocicletas aptas para la vía pública, suelen ser las más potentes en relación potencia/peso.

### 1.3.2. TURISMO

Este tipo de motocicleta fue creada para largos viajes. Los motores suelen estar comprendidos entre 600 y 1300 cc, la posición de conducción es más centrada que en la anterior, por lo tanto, mucho más cómodas de manejar, suelen llevar portamaletas en la parte trasera y en los laterales.

Estas motos tienen un motor mucho mas lineal, y no es necesario exprimir las revoluciones para que saquen una gran potencia.



Imagen 1.9. Moto Yamaha XT1200Z (*Soy Motero*)

### 1.3.3. GRAN TURISMO

Como su propia palabra lo indica, son motocicletas muy parecidas a el modelo anterior, pero de mayor tamaño, con grandes sillines, grandes carenados y mucha protección al piloto, por esto son muy pesadas y necesitan grandes cilindradas, con buen régimen de par en bajos y medios.



**Imagen 1.10. BMW K1600 Grand América. (Soy Motero)**

### 1.3.4. NAKED

Son motocicletas con muy poco carenado por lo que casi toda la estructura interior ya sea motor y demás componentes quedan a la vista, son motos creadas para volver a los orígenes donde las motos no tenían ningún tipo de carenado. Dentro del mundo NAKED se diferencian las: (Roadster, Streetfighter y la Scrambler), cada una de ellas creadas para un tipo de conducción, pero de estética y características similares.



**Imagen 1.11. Suzuki GSR 750 (Moto Fichas)**

### 1.3.5. CUSTOM

Como su propio nombre nos indica, CUSTOM significa en ingles *to Customize*, que la traducción significa personalización de algo ya creado a algo mucho más personal.

Cada dueño pide una serie de reformas estéticas o no, de su motocicleta a su propio gusto.



**Imagen 1.12. Harley Davidson. (Harley Davidson)**

### **1.3.6. CHOPPER**

Este tipo de moto carece de elementos innecesarios para su conducción o manejo, por lo que a veces cosas como parabrisas, asiento, depósito de combustible, faro de luces o guardabarros se hacen más pequeñas o directamente desaparecen.

Motocicletas muy parecidas a las CUSTOM, son la clara diferenciación en la posición de manejo y sobre todo en la distancia e inclinación de la rueda delantera respecto a la trasera.



**Imagen 1.13. Gv 250Cc Renegade. (MotoBuys)**

### **1.3.7. TRAIL**

Esta variedad, son las primeras motocicletas adaptadas y aptas para poder rodar por caminos no asfaltados o sendas forestales de escasa dificultad.

Tienen suspensiones con muchísimo más recorrido y más blandas que todas las anteriores y con una posición muy cómoda de conducción.



**Imagen 1.14. Honda CRG250 Rally. (Moto1Pro)**

### **1.3.8. CROSS**

Son motocicletas diseñadas para el uso exclusivo del motocross, motocicletas de cilindradas comprendidas entre 65 y 525cc, con motores de 2T desde 65 hasta 300cc y de 4T desde 250 hasta 525 cc. Dichas motos no necesitan seguro ya que no están homologadas para el uso por vías públicas, sino que son solo aptas para circuitos creados con este fin. No tienen ni faro de luces ni matrícula.



**Imagen 1.15. Suzuki RM250. (Arpem)**

### **1.3.9. TRIAL**

Se trata de una modalidad también exclusiva de circuitos o zonas preparadas para este fin, el cual consiste en la superación de diferentes obstáculos sin caerse al suelo y sin tocar el suelo con los pies, buscando siempre el punto de equilibrio.

Son por lo tanto motocicletas muchísimo más ligeras y se usan con neumáticos muy desinflados para facilitar el agarre de este con los obstáculos.



**Imagen 1.16. Sherco 250. (Galomotor)**

### **1.3.10. ENDURO**

Podría decirse que este tipo se creó a partir de las dos anteriores, es como la manera de homologar las mencionadas anteriormente, muy parecidas a las de CROSS con la diferencia de ser un poco más pesadas y con una mayor protección del piloto (objetos necesarios para poder ser homologadas)



**Imagen 1.17. Beta RR 250. (Moto fichas)**

### **1.3.11. SUPERMOTARD**

Esta modalidad es una mezcla entre el motociclismo de velocidad con el enduro. Son de estructura muy similar a las de enduro, aunque con mayores cilindras lo que las ensanchan un poco y con ruedas de carretera y suspensiones más duras que las de enduro.



**Imagen 1.18. Husqvarna FS 450. (Motorbike Magazine)**

### **1.3.12. SCOOTER**

Una motocicleta de este tipo es muy utilizada para el transporte por ciudad, sobre todo en ciudades grandes con pocos o pequeños aparcamientos.

Tiene un cuadro o chasis abierto en el cual el conductor se sitúa dentro, sentado en el sillín sin necesidad de tener la moto entre las piernas, teniéndolas así mucho más protegidas, tienen un carenado muy completo el cual tapa toda la mecánica de la motocicleta y tienen una zona donde se sitúan los pies para lograr una mayor comodidad. Estas suelen tener las ruedas mucho más pequeñas que cualquier otro tipo de motocicleta.

Actualmente con cilindradas hasta 650cc, aunque hasta hace pocos años las cilindradas iban desde 125 a 250cc.



**Imagen 1.19. Honda SH 125. (FórmulaMoto)**

## 1.4. OFF-ROAD

Actualmente el mundo del off-road lo componen básicamente las modalidades de enduro, trial, Trail y motocross, aunque dentro de estas puede haber diferentes variantes como, por ejemplo:

- Enduro: superen duro, Harden duro o enduro extremo.
- Motocross: supercross (ya sea indoor o outdoor)
- Trial: obstáculos preparados artificial o directamente en sitios abruptos del monte/campo.

La diferencia más destacable entre motocross y enduro es que, mientras la primera se practica en circuito cerrado, la segunda es al aire libre.

En cuanto a las características técnicas de las motos, las de motocross se caracterizan por el hecho de que prima su potencia. El principal objetivo de estos vehículos es lograr el máximo de aceleración, siendo por ello muy ligeras de carrocería.

En cambio, en el enduro lo que más importa es tener un vehículo fuerte y resistente, que nos pueda sacar de un apuro en medio de la montaña. Así, las motos de enduro, desde el punto de vista técnico, destacan porque son más duras y están muy bien preparadas para resistir a agentes externos adversos. La distancia es otro factor que diferencia el enduro y el motocross. Así, en este último los recorridos son cortos mientras en enduro se suelen hacer rutas de unos 60 kilómetros.

Por otra parte, las motos de enduro las puedes utilizar para circular por carretera ya que son totalmente reglamentarias; mientras con las de motocross no sucede lo mismo, ya que carecen de luces o espejos, por ejemplo. Estas últimas solo se pueden usar en circuito cerrado.

Nosotros haremos el estudio de un chasis de enduro, pero el estudio valdría para cualquier tipo de chasis de cualquier motocicleta.



**Imagen 1.20. Chasis Husqvarna Enduro. (Soy Motero)**

## **1.5. PARTES MOTOCICLETA.**

En este apartado describiremos las partes más importantes de la motocicleta, así como su influencia de cada una.

### **1.5.1. MOTOR**

El motor es la parte más importante de la motocicleta, es su corazón, y según el tipo de motor aplicado, nos dictara el carácter de la máquina.

Hay la posibilidad de que la motocicleta sea propulsada por un motor de gasolina de dos o cuatro tiempos (2T y 4T), aunque de un tiempo aquí los motores dos tiempos están siendo reservados a las cilindradas más pequeñas debido a razones medioambientales (emisiones y contaminación) por ello la gran mayoría de las motos de hoy en día son de cuatro tiempos. Las motocicletas más antiguas, y sobre todo de carrera, utilizan unidades de dos tiempos que alcanzan un asombroso pico de potencia para su tamaño. Como el motor de dos tiempos está diseñado para quemar aceite, las regulaciones de los gobiernos sobre las emisiones han restringido las ventas en los últimos años. Algunas Scooter de la actualidad están impulsados por electricidad.

El número de cilindros suele variar desde uno, utilizado en cilindradas más pequeñas, hasta 6 en línea, siendo disposiciones muy frecuentes los 4 en línea y dos en V con diferentes ángulos. El dos cilindros paralelo transversal fue el sistema más usual en las cilindradas mayores hasta los años 70. A partir de entonces se popularizó de manera extraordinaria los 4 cilindros.

El motor va normalmente posicionado de modo transversal, es decir el cigüeñal es perpendicular a la marcha, independientemente del número de cilindros. La lubricación se hace de modo común para el motor y el cambio, salvo en los dos tiempos (2T). La alimentación se hace por carburador, La disposición más frecuente hasta hoy día es, que la inyección de combustible los está desplazando por normativa ambiental (emisión de gases).

El encendido del motor se hacía originalmente por magneto y platinos, sin batería; Luego por bobina y batería, primero de platinos, luego transistorizado y hoy día totalmente electrónico. El encendido DIS o de «chispa perdida», primero de platinos y luego electrónico, se popularizó desde principios de los 70, con la llegada masiva de las japonesas tetra cilíndricas, es decir, que el distribuidor no se conoció en este tipo de motores.

Antiguamente la refrigeración por aire era la más normal, hoy día ha tomado un auge extraordinario la refrigeración líquida con la cual compite.



**Imagen 1.21. Motor KTM 250. (MotorPasion)**

### **1.5.2. BASTIDOR**

Se llama bastidor a todo el conjunto formado por: chasis, basculante, suspensiones, carrocería, ruedas, frenos y demás accesorios.

La principal función del bastidor es la de estética y dinámica, estáticamente tiene que soportar el peso del piloto, el de todos los componentes, también su función dinámica es importante, en conjunto con el resto de los elementos, aporta precisión en la conducción, en el manejo y en la seguridad, ya que debe resistir diferentes fuerzas de torsión y flexión, manteniendo las ruedas en la posición apropiada para aguantar los baches y fuerzas de frenado y demás.

### **1.5.3. SUSPENSIÓN**

Las motocicletas necesitan tener las ruedas en contacto con el suelo el mayor tiempo posible, como el suelo no siempre es liso, y tiene irregularidades las cuales producen elevaciones y hundimientos de todo el conjunto, a baja velocidad esto no supone un

gran peligro o importancia, pero a velocidades altas, la motocicleta es como si fuera dando saltos sobre el suelo perdiendo adherencia y maniobrabilidad, y por consiguiente un mayor peligro en la conducción. Para mejorar todo lo anterior, se necesita incorporar unos anclajes elásticos entre la estructura principal y las ruedas, uno delantero y otro trasero.

### 1.5.3.1. SUSPENSIÓN DELANTERA

El sistema de suspensión más empleado y el más universal es la horquilla telescópica, está formada por dos brazos los cuales se unen en la pipa de dirección mediante unas tijas rígidas, uniendo todo lo que es el conjunto y las ruedas.

Cada uno de los brazos está formado por barras de diámetros diferentes, uno más pequeño que el otro para que pueda encajar en su interior y cumplir su función de amortiguar. Esta amortiguación es posible gracias a unos muelles situados concéntricamente en el interior de las barras, aunque también es necesario rellenar las barras con un líquido, aceite hidráulico para frenar los rebotes. En un principio las horquillas tenían las botellas en la parte inferior y las barras en la superior, pero con el paso de los años y los avances tecnológicos han proliferado las llamadas horquillas invertidas, y como su propio nombre indica, los componentes cambian de posición, mejorando así la rigidez de estas.

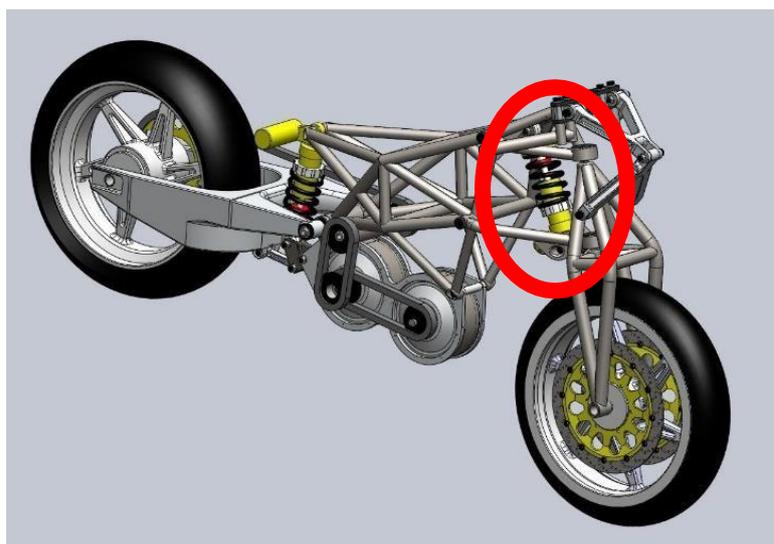


Imagen 1.22. Suspensiones delanteras (Moto1Pro)

### 1.5.3.2. SUSPENSIÓN TRASERA

En este tipo de motocicletas, esta parte de la suspensión es la encargada de unir el chasis con el basculante y sobre todo la encargada de mantener la rueda trasera con el suelo para así aplicar el mejor par motor y el mejor par de frenada.

Antiguamente se utilizaban dos amortiguadores traseros, uno en cada lado del basculante, la función era la misma, pero con los avances tecnológicos y con las novedades actuales se cambió a utilizar únicamente uno solo, siendo suficiente para realizar correctamente sus funciones.

El sistema está basado en un único elemento resorte/amortiguador conectado entre el chasis y sub-chasis al basculante. Está formado por un cuerpo y un vástago. El sistema es muy parecido a las horquillas delanteras, por lo que se trata de la parte más ancha del amortiguador, conteniendo también elementos para la absorción de los golpes y demás vibraciones.

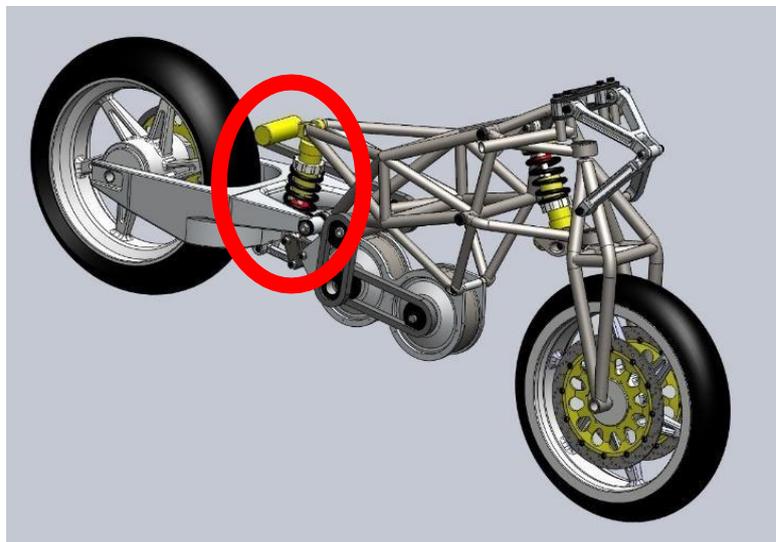


Imagen 1.23. Suspensiones traseras (Moto1Pro)

## 1.5.4. FRENOS

La potencia de frenado de un vehículo es muy importante, pues si en este caso una motocicleta no tiene los frenos equiparados en cuanto a potencia y dimensiones y la velocidad que llega a coger, puede haber un accidente.

La energía que tiene la motocicleta se debe a su masa y a su velocidad proporcionada por el impulso del motor, se transforma en calor o (energía calorífica) procedente del rozamiento del mecanismo de frenado (fricción). Esto es muy importante y hay que tenerlo en cuenta para el diseño de los frenos puesto la eficacia o eficiencia de frenado se basa en una buena disipación de este calor.

Los dos tipos de frenos más instalados son los frenos de tambor y de disco, aunque actualmente, los sistemas tambor se han quedado muy anticuados debido al problema que tienen para esa disipación de la energía calorífica, sin embargo, los frenos de disco, al tener un accionamiento totalmente externo, tiene una mejora de los problemas del sistema anterior, el sobrecalentamiento y la pérdida de rendimiento consiguiente.

El freno de disco está formado por un disco metálico atornillado a la llanta de la rueda, en este disco se instala la "pinza de freno" la cual suele estar sujeta al basculante. En el interior de la pinza se encuentran las pastillas, dotadas de un forro de fricción en la cara que toca con el disco de freno. Las pastillas son empujadas por la acción de unos cilindros metálicos denominados "pistones", que a su vez son accionados por un sistema hidráulico o un cable en contadas ocasiones. Si el sistema es hidráulico, el circuito interior dispone de un conducto hacia el exterior, regulado con una válvula formada por un tornillo hueco para permitir el purgado del circuito.

Una variedad en los discos de freno es el anclaje flotante. Normalmente los discos se sujetan de forma fija a la rueda, pero esto puede ocasionar algunos problemas. Si el disco está un poco doblado, con su roce se producirá una fricción con las pastillas, que tenderá a separarlas del disco, al tiempo que provoca un cierto esfuerzo en la frenada.

Si el disco tiene una cierta libertad de desplazamiento en el sentido de su eje, podrá moverse eliminando el problema. Para conseguir esto la superficie de rozamiento del disco se instala independiente del anclaje sobre la llanta.

En frenos de disco, la última tendencia son discos lobulados, que no son más que frenos de disco con una especial configuración para favorecer la disipación del calor y disminuir el peso.

Al contrario de cómo ocurre en los coches, el freno delantero y trasero de las motocicletas se accionan independientemente. Aunque en la actualidad se está trabajando para desarrollar un sistema de frenado eficaz y seguro con un solo accionador.

El freno delantero es el que mayor importancia tiene a la hora de enfrentarnos a una deceleración fuerte, debido a la transferencia de carga a la rueda delantera. Alrededor de un 70% del esfuerzo de frenada es realizado por él. Por ello las motos deportivas suelen contar con dos frenos de disco ubicados en la rueda delantera y además de mayor diámetro que la rueda trasera. El freno delantero es activado mediante la maneta derecha del manillar.

El freno trasero debido a la transferencia de pesos tiene menos importancia en la deceleración. Por ello suele utilizarse un sistema de disco más pequeño y de menos potencia que el delantero. Este, se acciona mediante el pie derecho.



**Imagen 1.24. Kit de freno (Mercado libre) Imagen 1.25. Frenos rueda delantera (Buffalo)**

## 2. NECESIDAD A RESOLVER

A continuación, explicaremos cual ha sido la necesidad encontrada para llevar a cabo la realización de este proyecto, es decir su justificación.

El siguiente proyecto tendrá un individuo a prueba que llamaremos sujeto 1, el cual nos dará los datos y medidas necesarias para llevar a cabo nuestro proyecto.

Los datos fisiológicos de este individuo son los siguientes:

### SUJETO 1:

- Altura: 173 cm.
- Peso: 82 Kg.
- Edad: 26 años.

Como ya hemos comentado anteriormente, la motocicleta a estudiar será una KTM EXC 250 dos tiempos, y la modalidad de este deporte llamado off-road, en particular: ENDURO.

Este deporte necesita un dominio de la motocicleta muy alto, prácticamente consiste en ir en continuo equilibrio encima de la misma, es por ello la principal necesidad de tener una motocicleta la cual sea cómoda y sobre todo ágil para cualquier tipo de usuario. Dentro de esa comodidad entra el parámetro de poder llegar al suelo con los pies, para que, en caso de encontrarse ante un terreno abrupto, o una subida empinada cerca de un barranco, poder hacer suelo fácilmente, y no caerse.

Actualmente tenemos en el mercado numerosas marcas y modelos (estos últimos dependen en gran parte de la modalidad a realizar), y a pesar de este gran número de opciones todas las marcas tienen talla única.

Algo bastante demandado por los usuarios es que las marcas inviertan un poco más en I+D y puedan ofertar diferentes tallas como ocurre por ejemplo en el mercado de sus hermanas pequeñas como son las bicicletas, ya sea de carretera o de montaña, tienes un pequeño, pero agradecido, número de tallas, desde la S hasta la XL pasando por la M y L.

Los fabricantes miden la altura de las motocicletas desde la parte alta del asiento hasta el suelo, ahora bien, haciendo un pequeño estudio de mercado, nos hemos dado cuenta de que la medida de estas oscila entre 930 mm la más baja y 976 mm la más alta, lo que nos indica que el margen para comprar una moto alta o baja ronda entre los 4 o 5 centímetros.

A continuación, veremos la ficha técnica de diferentes marcas de motocicletas, todas ellas 250cc 2 tiempos, desde la más alta del mercado hasta la más baja, todo ello para ver una mínima comparación de alturas, el resto de las marcas las podremos encontrar en **anexo1**.



Imagen 2.1. Ficha Técnica Yamaha YZ250 (Arpem)



Imagen 2.2. KTM 250 EXC TPI (Arpem)



Distancia entre ejes	1482
<u>Altura del asiento</u>	<b>930</b>
Distancia libre al suelo	407
Peso	104.0

**Imagen 2.1. Ficha técnica Beta RR 250 2T (Arpem)**

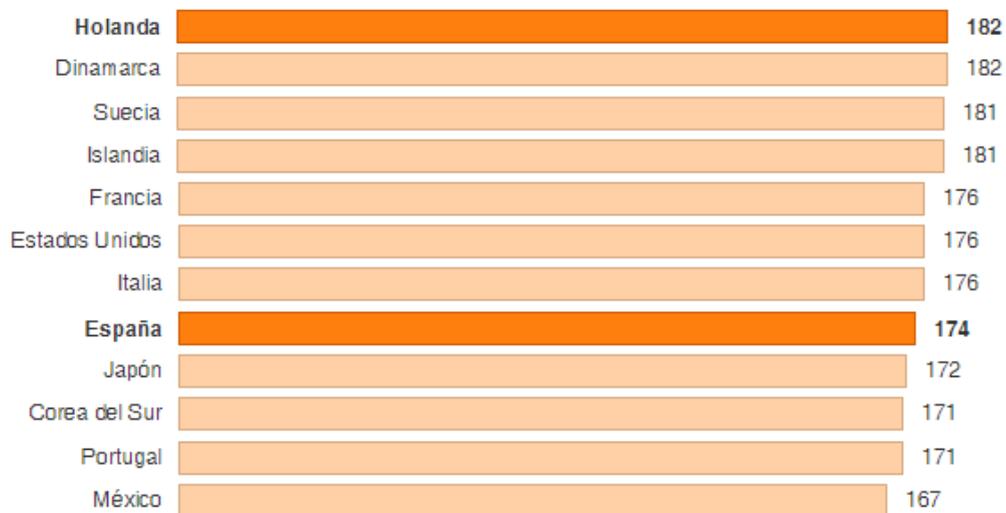
Nuestro **Sujeto 1** con 173 cm de altura, tiene una distancia desde la entrepierna al suelo de unos 81 cm a esto le deberíamos de restar una pequeña medida ya que las piernas crean un pequeño arco desde la cadera con respecto al suelo, pero aun omitiendo eso, nos indica que, con esta altura, dicho **Sujeto1** queda muy lejos de poder ir cómodo en las motocicletas que el mercado actual nos ofrece.

Según este artículo España se encuentra entre los países con menor media de estatura de toda Europa.

**Tabla 2.1 Altura media en España (Segundo Médico, 2019)**

## ¿Cuál es la Altura media en España?

En Europa la población española se encuentra entre las menos altas con una media de **174 centímetros (1,74 metros) para los hombres y 163 centímetros (1,63 metros) las mujeres**. Actualmente de los países en los la estura media sigue aumentado con las nuevas generaciones.



La altura media en España está en 174 cm para hombres y 163cm para mujeres, pese a que este deporte es practicado casi en su totalidad por hombres, las mujeres con el paso de los años van introduciéndose más en este mundo de las motos, loque todavía nos incrementa muchísimo más la necesidad de hacer algo al respecto.

Hemos cogido a un grupo de “ENDUREROS”, en total han participado 18 individuos, y los resultados son los siguientes: el individuo con mayor altura, media 194 cm seguido por otros tres individuos de 189, 186 y 185 cm, así mismo el individuo con menor altura, media 162 cm seguido por otro individuo que medía 165 cm, el resto de los individuos estaban entre 171 y 182 cm.

Por lo que tenemos un rango de 32 cm, lo cual nos termina por confirmar que estas motocicletas de talla única no son aptas para todos los públicos.

Después de preguntar a mecánicos y profesionales de concesionarios y talleres de motos de confianza, la incógnita de por qué no existen diferentes tallas o tamaños de motocicletas, nos han afirmado, que las motocicletas hoy en día están hechas para superar obstáculos, cada vez más grandes por lo que el tamaño y altura de las ruedas y de las suspensiones no podrían ser menores, y por consiguiente el tamaño del resto de los componentes tampoco puesto que los tienen parametrizados.

### **CONCLUSIONES:**

En este preliminar y después de ver la necesidad a resolver, podemos concluir que hoy en día lo que el mercado nos ofrece no es suficiente para abastecer a todos los tipos de individuos que practican este deporte. Ya sea por comodidad de las marcas o por la imposibilidad del diseño, pero todavía no han dado con una solución con un problema bastante frecuente en la actualidad.

### **3. OBJETIVOS Y ESPECIFICACIONES**

El objetivo de este trabajo fin de grado es la creación de un mecanismo con una propuesta de valor concreta. Esta propuesta de valor es realizar un diseño de un mecanismo muy específico para un nicho de mercado que todavía no tiene cubiertas unas necesidades específicas.

#### **3.1 OBJETIVO CONCRETO**

El diseño de este mecanismo nos conduce a la posibilidad de regulación de la altura de una motocicleta a través de un mecanismo, el cual tendrá unas características y cualidades que todavía no existen en el mercado, lo cual hacen a esta propuesta única. Dichas características y especificaciones las iremos detallando conforme avancemos en el estudio de mercado, aunque a continuación, adelantaremos algunas de ellas en un pliego de condiciones.

Los objetivos del propio diseño del dispositivo conviene dejarlos claros y descriptivos previamente. Así pues, en términos generales, los objetivos que serán necesarios cumplir son:

- Ser una solución para al menos el 75% de la población, aunque intentaremos que pueda llegar al 99%.
- Tener que ser versátil, ya que será una apuesta única en el mercado, dicha versatilidad se verá reflejada en la facilidad para regular el mecanismo, tanto para gente experta como para la inexperta.
- (Por parte del mecanismo) Soportar los esfuerzos de tracción y compresión como si de la pieza original se tratara.
- Tener un precio justo y equiparado a sus características técnicas.

En cuanto a las especificaciones, las cuales son mucho más concretas, nos acercaran y concretaran el tipo de dispositivo y los objetivos ya descritos.

- El peso del mecanismo será lo más bajo posible cumpliendo con los requisitos mecánicos y nunca superando en más de un 20% el chasis original.
- El precio del dispositivo o mecanismo intentaremos que sea lo más bajo

posible, no superando nunca los 50-100€ en cuanto a fabricación se refiere.

- La estructura de este deberá de ser exacta a la original ya que los anclajes de los componentes deben de estar fijos y no necesitar ninguna modificación.
- El mecanismo soportara al menos 2000N de esfuerzos en estático.

### 3.2 NORMATIVA APLICABLE.

Según el nuevo Manual de Reformas en Vehículos emitido por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en abril de 2011 que tiene su fundamento en la Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y en el Real Decreto 866/2010 de 2 de Julio sobre Reformas de Importancia entre otros, se establece que para realizar una reforma de importancia en un vehículo hace falta lo siguiente:

- Proyecto Técnico emitido por un técnico competente identificando el tipo de vehículo y las reformas realizadas. El contenido mínimo del proyecto deberá incluir entre otros los siguientes puntos:
  - Datos que identifiquen al vehículo
  - Identificación de acuerdo con el RD 866/2010 de la reforma a realizar
  - Características del vehículo antes de la reforma
  - Características del vehículo después de la reforma
  - Descripción de la reforma
  - Cálculos justificativos. Análisis de esfuerzos sobre el bastidor y resistencia de este.
  - Planos
- Certificado de taller donde se realizará la reforma
- Certificado de dirección final de obra realizado por un servicio técnico

Por lo tanto, según el punto 8 del Anexo I del RD 866/2010 la modificación de la carrocería se considera una reforma de importancia. La motocicleta sobre la que se realizará la modificación es un vehículo de tipo L3e por lo que en la sección II Grupo 8.51 del Manual de Reformas en Vehículos (Modificaciones que afecten a la carrocería de un vehículo) se estipula nuevamente la necesidad de la realización de un Proyecto Técnico.

El resumen de normativa que afecta a las reformas en vehículos es el siguiente:

- Directiva 2007/46/CE del Parlamento europeo y del Consejo, de 5 de septiembre de 2007
- Real Decreto 866/2010, de 2 de Julio
- Manual de Procedimiento de Inspección de las estaciones I.T.V.
- Orden ITC/3124/2010, de 26 de noviembre
- Reglamento (UE) Nº 371/2010 de la Comisión de 16 de abril de 2010 que sustituye los anexos V, X, XV y XVI de la Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo
- Real Decreto 750/2010, de 4 de junio
- Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre
- Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio



## **4. ESTUDIO DE SOLUCIONES ALTERNATIVAS**

Se va a realizar un recorrido por las diferentes soluciones alternativas que existen en la regulación de alturas de motocicletas para analizar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que tiene el dispositivo en el mercado. Además, el análisis servirá también para observar diferentes tecnologías que bien se pueden incorporar al diseño.

### **4.1. SOLUCIONES FIJAS.**

En los siguientes apartados vamos a estudiar las diferentes opciones que tenemos para solucionar las necesidades permanentemente, sin posibilidad de regulación.

#### **4.1.1. FABRICACIÓN DE CHASIS PORTALLAS.**

Esta solución es básica, se trata de fabricar chasis con diferentes tamaños y medidas, realizando medidas y tallando cada chasis con una altura determinada. Tendríamos que fabricar un mínimo de 4 chasis, con las tallas S, M, L y XL por ejemplo, y cada una de esas tallas albergaría medidas como por ejemplo, la talla S (160-168 cm), M (169-175 cm), L (176-186 cm), y la XL (de 187cm en adelante).

##### *4.1.1.1 Justificación*

Se trata de una buena solución si el coste de la compra del chasis es moderado, pero con abanicos de medidas tan grandes, no siempre encontraríamos el chasis adecuado.

#### **4.1.2. AJUSTES DE CHASIS Y ESTRUCTURAS ORIGINALES MEDIANTE CORTE O SOLDADURA.**

Esta medida es la que hasta este momento se está llevando a cabo por la mayoría de los pilotos, estos compran la motocicleta y lo primero que hacen es llevarla al taller de confianza para que se la regulen tanto en peso como en altura.

Este ajuste se basa en estimar a ojo los milímetros que sobran o faltan de chasis y cortar en caso de sobrar o soldar en caso de faltar material.

Sabemos de sobra que es el remedio más utilizado, ya que su coste es muy bajo, tanto, que muchos talleres si son de confianza no suelen ni cobrar ese trabajo.

#### 4.1.2.1.1. *Justificación*

El gran inconveniente, y bastante importante es que todas las medidas se toman a ojo, ya que no hay manera de medir cuanto tienes que cortar el chasis para que la altura baje "X", ya que no es lineal ni exponencial, es por esto por lo que no siempre tendremos el chasis con las medidas perfectas. Y el otro inconveniente es que una vez que modificamos el chasis no hay vuelta atrás si no es haciendo alguna "chapuza" o "apaño".

## 4.2. SOLUCIONES MOVILES

En este punto estudiaremos las variantes móviles, es decir, las diferentes soluciones, pero teniendo en cuenta la necesidad de que pueda ser regulable, que se pueda con un mismo chasis adaptar a diferentes usuarios y medidas. Todas las siguientes soluciones ya sean electromecánicas, mecánicas o hidráulicas y neumáticas, tienen un principio común que es el mecanismo del propio chasis, el cual mediante unas articulaciones para facilitar el movimiento y unos brazos telescópicos para la regulación de la altura se acoplaran a las siguientes soluciones.

### 4.2.1. SOLUCIONES ELECTROMECAÑICAS.

En las soluciones electromecánicas, como su propio nombre indica, ya incorpora componentes eléctricos, en este caso necesitaríamos incorporar un motor mediante el cual se accionaría el movimiento, el motor tendría que ser un motor de 12 voltios, para así poder utilizar la batería del propio vehículo.

#### 4.2.1.1. ACTUADOR LINEAL

Estudiando las diferentes posibilidades, una sería incorporar un actuador lineal que el propio mercado nos ofrece, este mismo se compone de un motor con una reductora y un actuador telescópico. El actuador soportara como mínimo 2000N en estático, ya que tendremos que dar un poco de margen al peso del piloto con la equitación y de alguno de los componentes de la motocicleta



**Imagen 4.1. Actuado lineal (Alibaba)**

#### 4.2.1.1.1. *Justificación*

Pese a que se trata de una posibilidad muy buena, el alto precio de los componentes nos hace eliminar esta posibilidad, ya que solamente el actuador lineal más económico de una marca como SKF el cual cumpla con los requisitos mínimos, tendría un coste de alrededor de 450/500€.

[\(https://es.rs-online.com/\)](https://es.rs-online.com/)

	<p>Actuador lineal SKF, 2300N,          Husillo, 12V dc, 45 → 65mm/s,          Recorrido de 102mm</p> <p>Código RS <a href="#">885-5319</a>          N° ref. fabric. CAHB-21-B1N-102317-          AAA000-000 EU          Fabricante <a href="#">SKF</a></p> <p><input type="checkbox"/> Comparar</p>	<p><b>473,44 €</b>          Unidad</p> <p><input type="text" value="1"/> unidades</p> <p><b>Añadir</b></p>
---	--	--

**Imagen 4.2. Compra de actuador lineal (Rs Components)**

#### 4.2.1.2. **MOTORREDUCTOR CON HUSILLO Y PIÑÓN**

Este sistema nos permitiría de una forma cómoda y fácil regular la altura de la motocicleta única y exclusivamente introduciendo un motorreductor a un eje con dos piñones y dos husillos. Este mecanismo nos permite transmitir un movimiento circular del motor en movimiento lineal del husillo, también podría hacerse con un piñón cremallera, pero el avance lineal sería

muchísimo más grande y más difícil de controlar, por lo que el husillo es perfecto para nuestras necesidades.



**Imagen 4.3. Husillo y piñón (Rodysa)**

Tendríamos que comprar un motor reductor con potencia suficiente para soportar 2000N en estático, en el eje de la salida de la reductora (la cual previamente tendríamos que realizar un estudio de la reducción necesaria de las revoluciones del motor para el avance que nosotros elijamos), incorporaríamos un piñón para cada brazo del chasis, y en cada brazo del chasis sujetaríamos el husillo.

También tendríamos que añadir un controlador o placa base para al motor, y todos los componentes necesarios para la sujeción del motor y de los demás componentes y si fuera posible un mando a distancia para accionar todo el mecanismo.

#### **4.2.1.2.1. Justificación**

Hemos revisado diferentes páginas de venta online de componentes electrónicos, las cuales sean fiables y el precio no sea muy elevado. Hemos encontrado algunas con precios y características muy parecidas, dejando fuera paginas chinas, hemos encontrado diversos motores, y los diferentes componentes necesarios para llevar a cabo esta posible solución, el motor ronda los 35€, el controlador los 45€ el más justo, y

alrededor de 100€ uno más completo con posibilidad de poner mando a distancia, y el resto de los componentes minoritarios suman otros cerca de 20€, por lo que sumando los componentes, tenemos un precio de entre 100 y 155€, sin contar el precio del chasis y de otros conceptos como cables, mano de obra y material de soldadura entre otros.

Por lo que, basándonos en los objetivos y especificaciones del apartado anterior, tenemos la obligación de rechazar esta propuesta y seguir buscando otra alternativa.

### 50:1 Metal Gearmotor 37Dx70L mm with 64 CPR Encoder



Imagen 4.4. Motorreductor (Pololu)

	Versiones originales, no recomendadas para nuevos diseños (incluidas con fines de comparación)					Versiones G2, lanzadas en noviembre de 2018.			
	 <a href="#">SMC 18v7</a>	 <a href="#">SMC 18v15</a>	 <a href="#">SMC 24v12</a>	 <a href="#">SMC 18v25</a>	 <a href="#">SMC 24v23</a>	 <a href="#">SMC G2 18v15</a>	 <a href="#">SMC G2 24v12</a>	 <a href="#">SMC G2 18v25</a>	 <a href="#">SMC G2 24v19</a>
<b>Voltaje de funcionamiento mínimo:</b>	5.5 V	5.5 V	5.5 V	5.5 V	5.5 V	6.5 V	6.5 V	6.5 V	6.5 V
<b>Voltaje de funcionamiento máximo recomendado :</b>	24 V <sup>(1)</sup>	24 V <sup>(1)</sup>	34 V <sup>(2)</sup>	24 V <sup>(1)</sup>	34 V <sup>(2)</sup>	24 V <sup>(1)</sup>	34 V <sup>(2)</sup>	24 V <sup>(1)</sup>	34 V <sup>(2)</sup>
<b>Voltaje nominal máximo de la batería:</b>	18 V	18 V	28 V	18 V	28 V	18 V	28 V	18 V	28 V
<b>Corriente continua máxima (sin enfriamiento adicional):</b>	7 A	15 A	12 A	25 A	23 A	15 A	12 A	25 A	19 A
<b>USB, TTL serial, analógico, control RC:</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Control I<sup>2</sup>C:</b>						✓	✓	✓	✓
<b>Limitación de corriente de hardware:</b>						✓	✓	✓	✓
<b>Protección de tensión inversa:</b>						✓	✓	✓	✓
<b>Dimensiones:</b>	2.1 " × 1.1 "			2.3 " × 1.2 "		2.1 " × 1.1 "		1.7 " × 1.2 "	
<b>Precio:</b>	<a href="#">\$ 39.95</a>	<a href="#">\$ 44.95</a>	<a href="#">\$ 49.95</a>	<a href="#">\$ 59.95</a>	<a href="#">\$ 64.95</a>	<a href="#">\$ 39.95</a>	<a href="#">\$ 39.95</a>	<a href="#">\$ 49.95</a>	<a href="#">\$ 49.95</a>
<b>Disponible con conectores instalados?</b>	<a href="#">Sí</a>	<a href="#">Sí</a>	<a href="#">Sí</a>	No	No	<a href="#">Sí</a>	<a href="#">Sí</a>	No	No

Imagen 4.5. Tabla controlador de motor reductor (Pololu)

## 4.2.2. SOLUCIONES HIDRÁULICAS O NEUMÁTICAS.

En cuanto a las soluciones hidráulicas o neumáticas, tendríamos el mismo mecanismo que el actuador lineal, pero en vez de estar propulsado mediante un motor eléctrico y sus componentes, estaría actuando gracias a un fluido, ya sea líquido, normalmente aceite hidráulico, o gas normalmente aire.

En el caso del hidráulico, habría que acoplarle un circuito cerrado, con un depósito de aceite, el cual, mediante una bomba electrónica, cogería aceite del depósito y mediante el circuito la llevaría al cilindro actuador para producir el movimiento.

En caso del neumático habría que instalar un compresor de aire eléctrico para proporcionar el fluido al actuador.

### 4.2.2.1. Justificación

Como ya hemos justificado anteriormente, sumando: el precio de un motor, el controlador del motor, el actuador, el depósito, y el circuito, superaría muy por encima el precio máximo admisible tipificado en los objetivos y especificaciones. Sin tampoco olvidarnos del peso, el cual aumentaría mucho, debido al depósito aceite y los componentes. Por lo que esta opción también quedaría descartada.

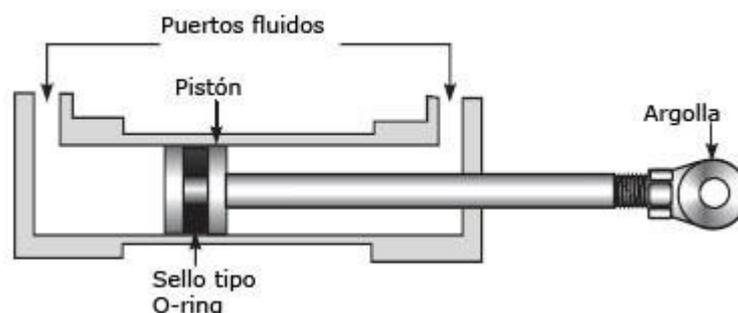


Imagen 4.6. Cilindro de doble entrada (*Sapiensman*)

### 4.2.3. SOLUCIONES MECÁNICAS

En las soluciones mecánicas es donde encontramos la simplicidad y sencillez, y no por ello peor solución. Aquí descartamos cualquier tipo de actuador eléctrico o hidráulico/neumático. Descartando esto, bajamos mucho el precio de componentes, y por supuesto el peso de este.

Podría hacerse de dos maneras: manteniendo un sistema de husillo-piñón, o por otro lado con unos brazos telescópicos con un sistema de “clicks”.

#### 4.2.3.1. MECÁNICO PIÑÓN-HUSILLO.

Este método sería prácticamente como el comentado con anterioridad, solo cambiaría que en el extremo del eje estaría un sistema tuerca/contratuerca, en vez del motorreductor eléctrico, lo cual nos simplifica en gran medida la fabricación y la inserción de componentes. Quedaría de modo que, mediante una herramienta, ya sea llaves planas o Allen, y una cabeza hexagonal o Allen, girar el eje para ajustar la altura mediante el giro producido entre el piñón y el husillo.



**Imagen 4.7. Piñón y cremallera mecánica**  
*(capturada de un prototipo propio de SolidWorks)*

En la imagen podemos ver un prototipo creado en SolidWorks, y se basa en dos cremalleras verticales, un eje horizontal con dos juegos de piñones y en uno de los juegos se incorporaría una manivela para mover el eje. Utilizaríamos husillo y no cremallera ya que el husillo nos permite ser más exactos a la hora de regular la altura, dado que el avance de la cremallera por vuelta de piñón es muchísimo mayor, y nosotros no necesitamos una regulación tan rápida.

#### 4.2.3.1.1. *Justificación*

Este prototipo podría ser funcional, y podría llevarse a cabo ya que no incumple de ningún modo los objetivos o especificaciones que hemos detallado anteriormente: bajo coste de fabricación, el peso no aumentaría demasiado, y sería un mecanismo sencillo de modificar para cualquier tipo de usuario.

#### 4.2.3.2. **MECÁNICO CON BRAZOS TELESCÓPICOS Y SISTEMA DE “CLICKS”**

Este sistema es el más sencillo y funcional que hemos podido encontrar, y se basa en el principio que tienen las muletas ortopédicas, el cual tiene un sistema de ajuste de la altura de tipo telescópico, formado por un tubo extensor que se desliza dentro de otro, y este es bloqueado mediante unas bolitas que ajustan en unos agujeros, y estas quedan fijas. Cuando se quiere volver a regular tan solo hay que volver a apretar las bolitas hacia dentro y el tubo telescópico vuelve a poder regularse.



**Imagen 4.8. Sistema telescópico muletas. (Askix)**

#### 4.2.3.2.1. *Justificación*

Este mecanismo no tendríamos duda de su fiabilidad en cuanto a funcionamiento, su precio sería el más bajo hasta el momento, el peso no aumentaría demasiado, y en cuando a su facilidad de uso, ¿quién no sabe regular la altura de una muleta ortopédica?

## 5. ELECCIÓN JUSTIFICADA DE LA SOLUCIÓN

Después de haber desarrollado los apartados anteriores, y habiendo realizado un estudio de manera extensiva de las diferentes soluciones que se han planteado, vamos a realizar la elección de una solución a nuestro parecer definitiva, que aporte una solución todavía inexistente en el mercado, y que sea posible la realización de un prototipo, a poder ser mediante un programa 3D, y su posterior mecanización física.

### 5.1. TABLA DE ELECCIÓN

A continuación, les presentamos una tabla con las diferentes soluciones, y los parámetros en los cuales nos hemos basado para la elección de esta.

		PRECIO	PESO	VERSATIL	FIABLE	FACIL FABRICACION	NO ALTERA COMPONENTES	REGULABLE
<b>Mecanismos</b>								
<b>FIJOS</b>	TALLAS	REGULAR	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN	REGULAR	MAL
	CORTE O SOLDAR	BIEN	BIEN	REGULAR	BIEN	BIEN	MAL	MAL
	ACTUADOR LINEAL	MAL	MAL	REGULAR	BIEN	MAL	REGULAR	BIEN
<b>MÓVIL</b>	MOTORREDUTOR HUSILLO-PIÑÓN	MAL	MAL	REGULAR	BIEN	MAL	REGULAR	BIEN
	HIDRÁULICO O NEUMÁTICO	MAL	MAL	REGULAR	REGULAR	MAL	MAL	BIEN
	PIÑÓN-HUSILLO	BIEN	REGULAR	BIEN	BIEN	REGULAR	REGULAR	BIEN
	TELESCOPICO + CLICKS	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN	REGULAR	BIEN

**Tabla 5.1. Justificación gráfica de la elección**

Para la elección de la solución óptima hemos puntuado de bien, regular o mal las siguientes características, como son el precio del coste de fabricación, el peso de puesta en marcha en el vehículo, la versatilidad (la facilidad para la modificación del propio usuario), la fiabilidad del diseño, la facilidad para producir o fabricar el producto, si conlleva la alteración de anclajes de los demás componentes, y si es regulable según las necesidades del cliente.

Sabiendo y habiendo estudiado lo anterior, daremos más importancia a los tres primeros puntos, como son el precio de fabricación, el peso y la versatilidad no dejando de lado que queremos que la principal finalidad de nuestro proyecto es la posibilidad de regulación de la altura de una motocicleta, por lo que el apartado de regulable también lo tendremos muy en cuenta.

Ahora profundizamos en la selección OPTIMA: cualquiera de las soluciones que tengan uno o más apartados con la puntuación MAL, quedan automáticamente descartados. Por lo que únicamente nos quedarían dos opciones, la opción móvil de piñón-husillo y la opción móvil de telescópico + clicks.

Ambas soluciones tienen una pequeña posibilidad de alterar los anclajes de los componentes, pero, sin embargo, la opción de piñón-husillo tendría un mayor aumento del peso, y una complejidad mayor en la fabricación del mecanismo.

Por lo que podemos concluir que, la elección OPTIMA de la solución sería la opción móvil mecánica telescópica con clicks. La cual desde el estudio previo ya intuíamos que podría ser la acertada, puesto que normalmente las soluciones más básicas y sencillas son las más adecuadas y completas. Aunque que sean básicas y sencillas no significa de ningún modo que no sean funcionales y del todo prácticas.

## 6. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

En este apartado vamos a proceder a terminar o llevar a cabo la solución elegida en el apartado anterior mediante programas de diseño 3D como por ejemplo SolidWorks, y un programa de escaneo y postproceso como es el ARTEC STUDIO. Para el escaneo de la pieza de estudio ha sido utilizado el escáner EVA12 3D. También trataremos temas importantes como materiales, forma, y especificaciones finales.

### 6.1. PASOS SEGUIDOS DURANTE EL PROCESO.

#### 6.1.1. OBTENCIÓN DE UN CHASIS MODELO

Inicialmente, hemos cogido una motocicleta en particular, de la cual poder extraer un chasis para poder realizar el estudio, coger medidas y dimensiones y sobre todo tener una mejor idea partiendo de él.

La motocicleta es una KTM EXC 250 del año 2015, es una motocicleta de enduro de dos tiempos, con una cilindrada de 250 cc.



Imagen 6.1. Motocicleta KTM EXC 250 a estudio.

Hemos llevado la motocicleta a unos de los talleres de la universidad, Ángel el encargado de los talleres nos habilitó un taller con todo tipo de herramienta en el cual poder trabajar con comodidad y también que la motocicleta y sus componentes estuvieran a mano y seguros.

Para la extracción del sub-chasis ha sido necesario desmontar la motocicleta casi por completo, ya que estas tienen la mayoría de los componentes y el carenado ancladas a él.



**Imagen 6.2. Motocicleta a estudio desmontada**

Una vez que tenemos todos los componentes sueltos de una manera esquematizada para luego poder volver a montar todos ellos sin ningún tipo de problema o imprevisto, obtenemos el sub-chasis:



**Imagen 6.3. Sub-chasis desmontado con el carenado.**

Este es el sub-chasis a estudiar, decir que es un chasis de aluminio, y cuando lo hemos desmontado nos hemos sorprendido bastante, ya que al tenerlo delante y sin ningún componente nos hemos dado cuenta de que no es simétrico, y de que este hecho a conciencia para una mejor posición de componentes como son la salida del tubo de escape, la pata de cabra y muchos otros componentes.

Dado que tenemos esta asimetría, todas las principales ideas que teníamos preconcebidas nos han cambiado bastante, llegamos a la conclusión de que el mejor modo de pasar el sub-chasis a 3D era mediante Ingeniería Inversa.

La ingeniería inversa es lo opuesto a la ingeniería de software. Si la ingeniería del software sirve para planificar, gestionar y aplicar una metodología a un proyecto durante su desarrollo y preparación, en la ingeniería inversa, a partir del proyecto concluido, extraemos los modelos de datos, especificaciones [...] esa información se exporta al repositorio y se reconstruye la aplicación (Villar, 2003, pág. 3)

Son varias las ventajas que se consiguen al utilizar un conjunto de herramientas de ingeniería inversa (Kendall, 2005, pág. 19):

1. Reducción del tiempo requerido para el mantenimiento del sistema, con lo cual quedará más tiempo para nuevos desarrollos
2. Se genera documentación, que podría haber sido inexistente o mínima en los programas anteriores
3. Se crean programas estructurados a partir de código de computadora no estructurado o pobremente estructurado
4. Los cambios futuros al mantenimiento son más sencillos, porque se pueden realizar al nivel del diseño más que al nivel del código
5. Es posible analizar el sistema con el fin de eliminar porciones sin utilizar de código de computadora, el cual aún podría estar presente en programas anteriores a pesar de que las revisiones hechas al programa a lo largo de los años lo hayan vuelto obsoleto.

Al fin y al cabo, la Ingeniería Inversa es utilizada por fabricantes de todo tipo de productos, ya sea para intentar acercarse lo más posible a productos exitosos del mercado o para crear algo nuevo de algo ya existente.

### 6.1.2. PROCESO DE INGENIERIA INVERSA

Esta es nuestra solución para pasar nuestro sub-chasis físico a un modelador 3D, lo hemos hecho mediante un escáner llamado EVA12, y un programa llamado ARTEC STUDIO.



**Imagen 6.4. Escáner EVA12 3D. (TrIMech)**

Primeramente, hemos tenido que limpiar el sub-chasis a conciencia para posteriormente aplicarle una capa de pintura blanca sin brillo como es el caso de una pintura de la marca JOVI que es una tempera escolar la cual se puede eliminar fácilmente con agua.



**Imagen 6.5. Tempera al agua de color blanca**

Esto es necesario ya que el escáner funciona mediante fotos flas, y necesita tener la mayor información posible de las superficies que se van a escanear, ya que materiales con algún tipo de brillo pueden confundir al escáner y producir defectos o proyecciones no deseadas.



**Imagen 6.6. Sub-chasis pintado de tempera blanco**

Una vez pintado el chasis con la tempera blanca y haberlo dejado secar durante unas horas nos hemos puesto con el escaneado, la dificultad del escaneado reside en que el sub-chasis tiene unas dimensiones un tanto peculiares, ya que está formado por perfiles largos y estrechos, lo cual dificulta un poco el flasheado del escáner.

El escáner crea unas fotografías 3D del barrido producido por el mismo, y luego hay que hacer un cosido de todas estas fotografías para formar un objeto 3D. Para facilitar este cosido, que se hace mediante alineación de puntos iguales, hemos aplicado unos gomets de color rojo al sub-chasis para la obtención de esos puntos necesarios para la alineación.



**Imagen 6.7. Sub-chasis con gomets rojos para la identificación de los puntos necesarios para la alineación de las fotografías del escáner.**

Posteriormente hemos colocado el sub-chasis anclado entre el techo y el suelo para que no se moviese mediante unos alambres y un peso. Antes de empezar el escaneo ha sido necesario modificar parámetros como geometría, textura, si hay fusión a tiempo real, velocidad de escaneo y el brillo de la textura entre otros.

La distancia de escaneo depende en gran parte de la calidad, del objeto y por supuesto del escáner. En nuestro caso tenemos un rango de escaneo aceptable el cual se encuentra entre 600/900 mm, aunque se intenta en todo momento mantener la distancia lo más estable y continua posible.

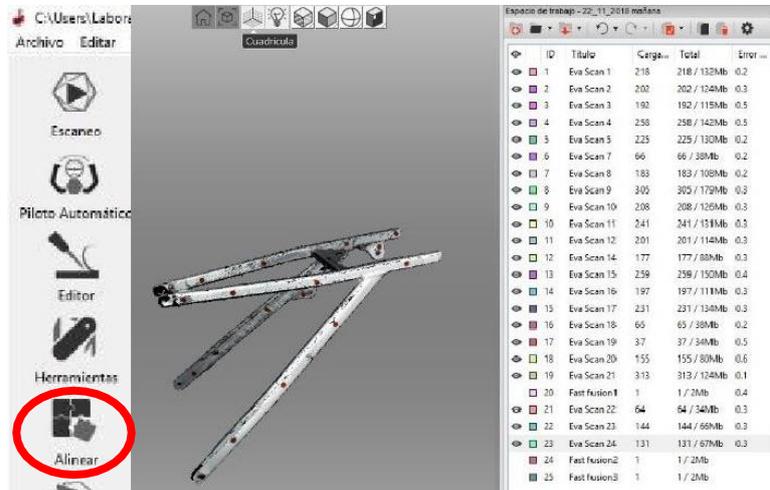
En nuestro caso tenemos una pieza un tanto rara, pero si tuviéramos una pieza de medidas estándar y con una base plana, esta podría posicionarse en una plataforma giratoria dejando el escáner fijo y únicamente girando la base.



**Imagen 6.8. Captura de los diferentes escaneos antes de coserlos mediante alineación**

Una vez obtenidos los escaneos, borramos los que no necesitamos o los que tengan proyecciones, para quitar carga al programa. Es posible arreglar defectos de los escaneos de dos modos: escaneo por escaneo antes de coser el conjunto, lo cual es más tardío, pero con mejor acabado, o una limpieza del conjunto final con menos detalle y con un poco más de ruido.

Una vez tengamos los escaneos limpios de ruido y de proyecciones pasamos a coserlos, es decir a alinear los puntos necesarios para crear un conjunto. Con el conjunto volvemos a limpiar el ruido que haya podido quedar.



**Imagen 6.9. Fotografía del proceso de alineación de los diferentes escaneos**

Ahora pasamos a fusionar el conjunto, consiste en “pegar todas las partes para considerar todo un solo cuerpo. Antes de realizar este paso tenemos que crear un registro global en el programa. Tras este paso ya podríamos fusionar el conjunto con la calidad deseada, eso dependerá de si hacemos una fusión rápida, suave o dura.

Solo nos faltaría el postproceso, aplicaríamos filtros de objetos pequeños, relleno de agujeros, simplificaremos todo con un mallado y un suavizado al final.



**Imagen 6.10. Postprocesado y editado.**

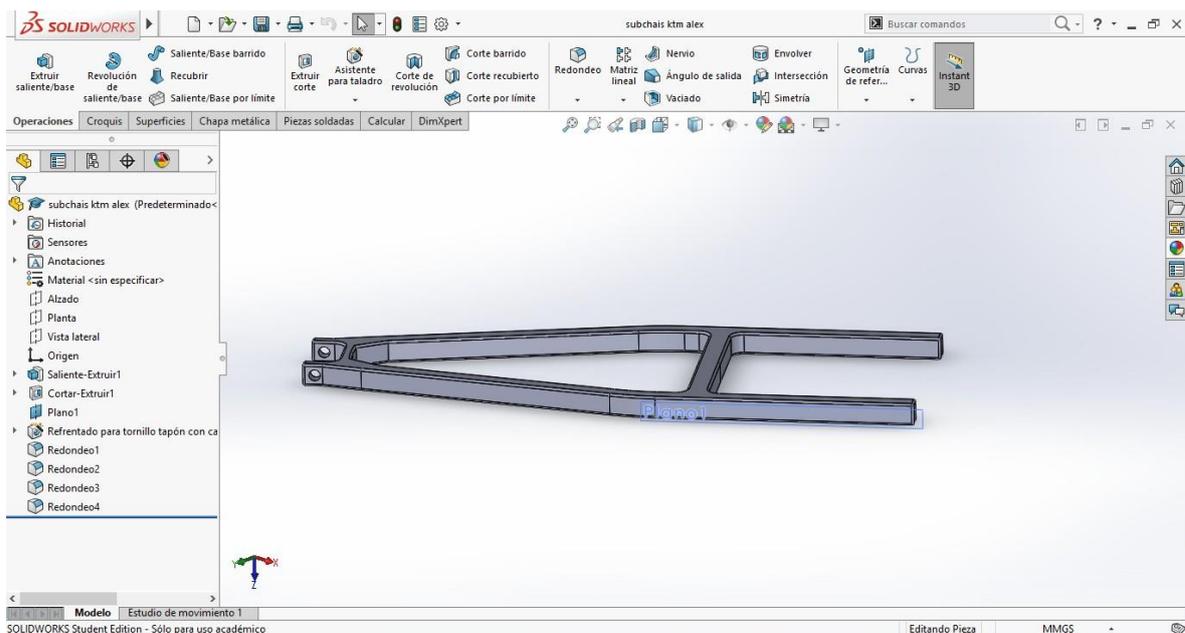
El uso de este programa es bastante intuitivo, ya que tiene muchas correcciones automáticas, pero si necesitamos una gran calidad de escaneo, estas aplicaciones automáticas no valdrían y tendríamos que trabajar mucho más el programa.

El último paso de este programa sería guardar el archivo con una extensión (.ply o .stl) para poder abrirlo y editarlo posteriormente en SolidWorks.

Una vez que tenemos el archivo listo para poder modificarlo en SolidWorks podemos coger las medidas necesarias para la elaboración de nuestra base de prototipo.

### 6.1.3. FABRICACION BASE PROTOTIPO

Tenemos la primera parte del prototipo, con las mismas medidas que las originales, y esto será nuestra base, donde se han ido incorporando los demás componentes.



**Imagen 6.11. Captura de la base del sub-chasis en SolidWorks**

Hemos realizado un mecanizado en un material económico, pero con una densidad suficiente para poder realizar ensamblajes.

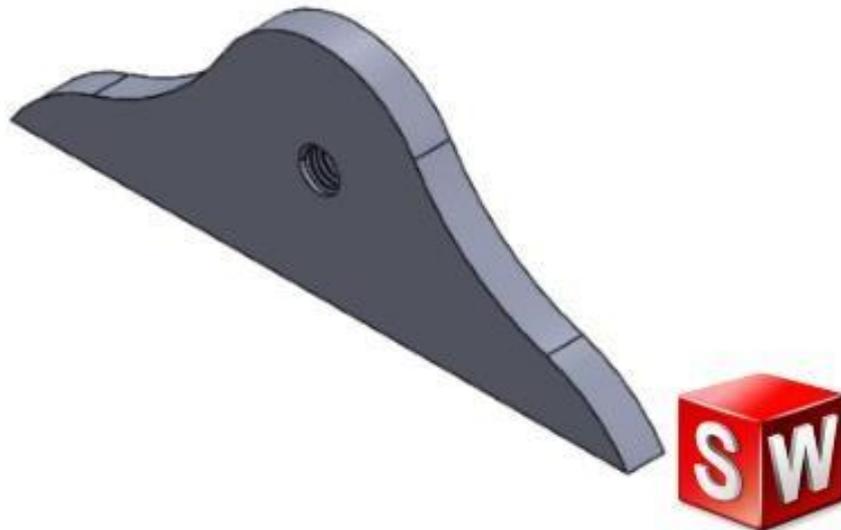
Ya tenemos nuestra base, la cual, tras probarla en la estructura de la motocicleta, hemos podido comprobar que encaja perfectamente.

## 6.1.4. DISEÑO DE LOS COMPONENTES

Tras haber estudiado a conciencia el giro y la regulación de la altura, nos hemos dado cuenta de que los brazos telescópicos debían de ser articulados en ambos extremos ya que el ángulo que forman los brazos y la base del sub-chasis se modifica con la regulación de dicha altura. A parte de ser articulados, también tienen que poder dejarse fijos puesto que este sub-chasis tiene que soportar diversos esfuerzos, por lo que hemos diseñado unas articulaciones mediante tornillos y tuercas las cuales aflojándolas puedes articular y cuando se desee dejar fijo solo haría falta apretar la tuerca.

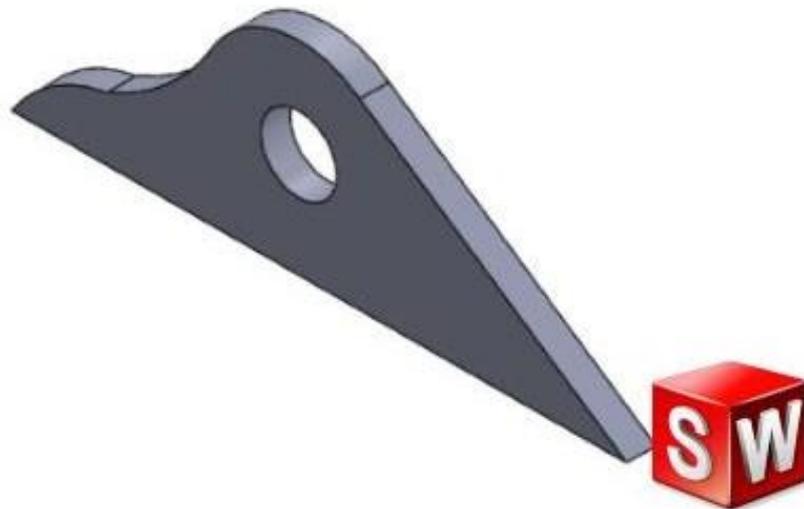
### 6.1.4.1. PLETINAS PARA LAS SUJECIONES

El sub-chasis original tenía tres pletinas soldadas para la sujeción de diferentes componentes como por ejemplo el tubo de escape, la tapa del filtro del aire y del carenado de la parte trasera y asiento de la motocicleta.



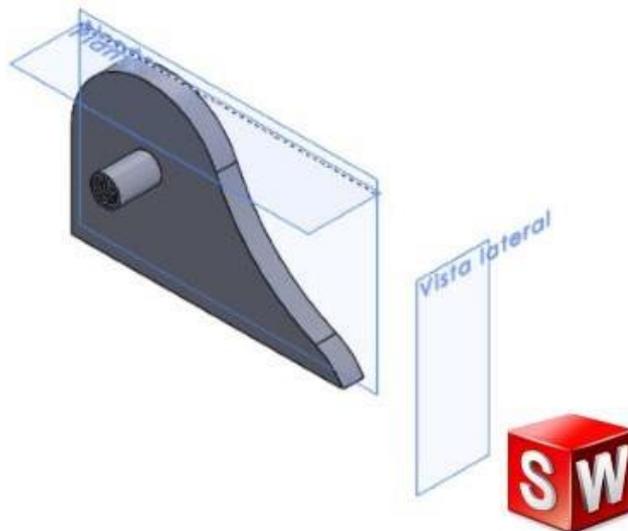
**Imagen 6.12. Pletina 1**

Esta imagen muestra la pletina número 1, la cual está alojada en uno de los brazos telescópicos, más concretamente en el derecho. Esta pletina es la encargada de sujetar uno de los dos tornillos que sujetan la salida del tubo de escape.



**Imagen 6.13. Pletina 2**

Esta pletina numero 2 esta soldada a nuestra base principal del sub-chasis, la cual esta alrededor de  $13^\circ$  y es la encargada de sujetar el carenado trasero y el asiento de la motocicleta.



**Imagen 6.14. Pletina 3**

Esta pletina número 3 también esta soldada en la base principal del sub-chasis, y es la encargada del segundo tornillo que sujeta la salida del tubo de escape y de otra parte del carenado trasero.

### 6.1.4.2. PLETINAS BRAZOS TELESCÓPICOS

Hemos diseñado una serie de pletinas para poder realizar de un modo sencillo y eficiente la articulación de los brazos telescópicos.

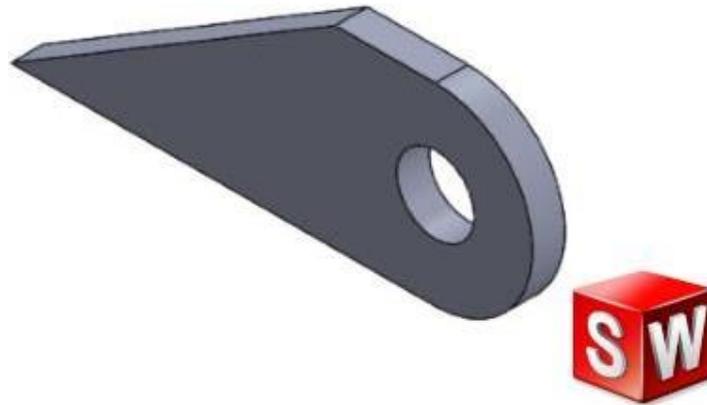


Imagen 6.15. Pletina articulación brazos corta1

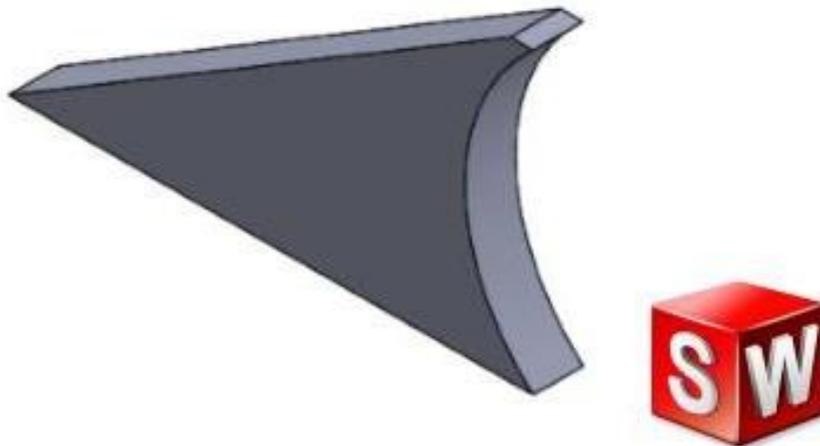
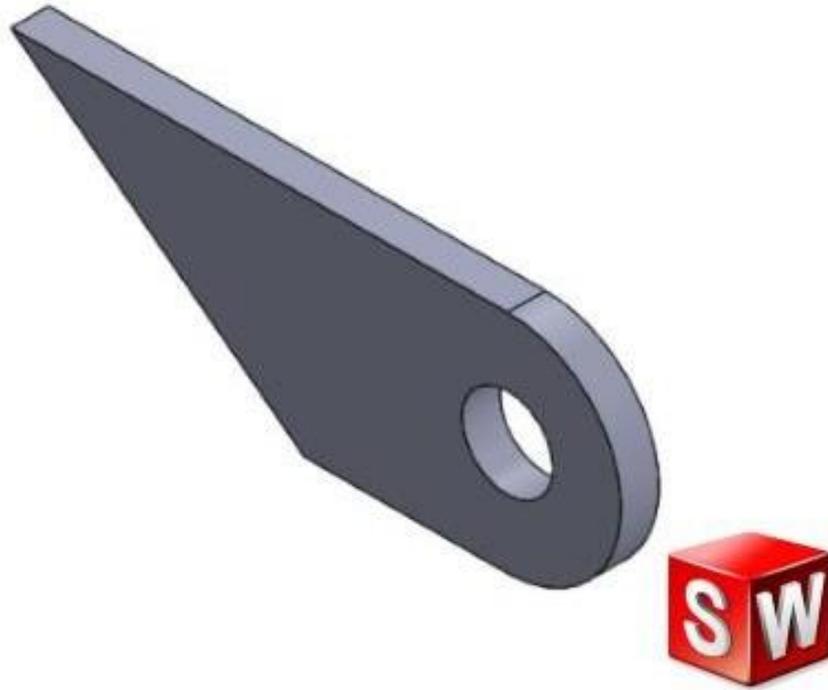
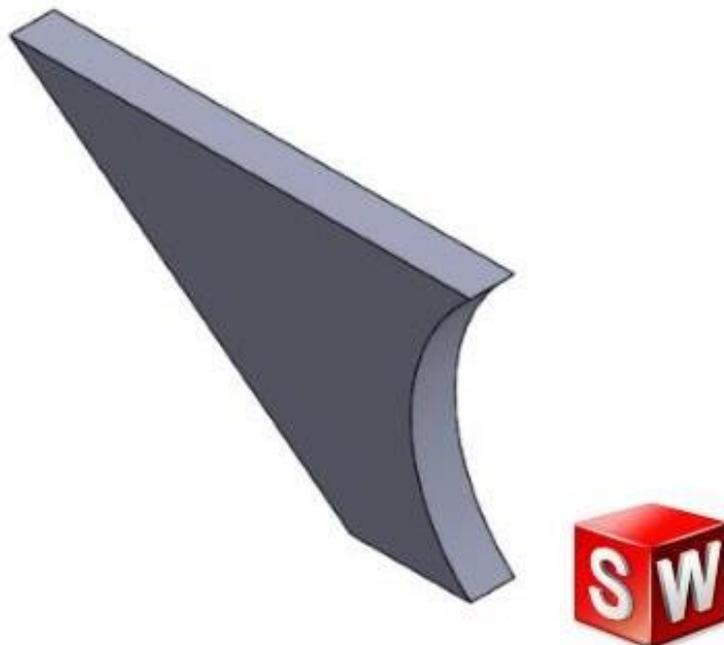


Imagen 6.16. Pletina articulación brazos corta2

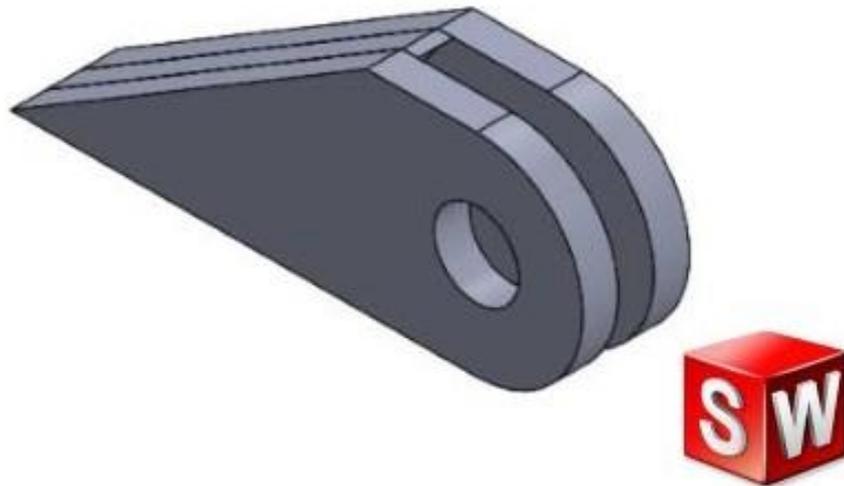


**Imagen 6.17. Pletina articulación brazos larga1**

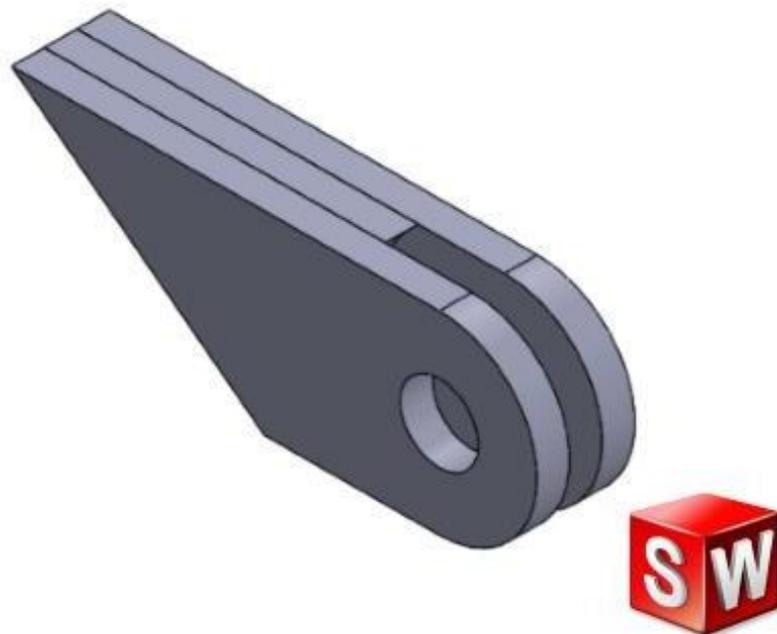


**Imagen 6.18. Pletina articulación brazos larga2**

Una vez que tenemos todas las pletinas diseñadas, procedemos a el ensamblaje de la pletina corta y de la pletina larga, el resultado es el siguiente:



**Imagen 6.19. Ensamblaje articulación brazos corta**



**Imagen 6.20. Ensamblaje articulación brazos larga**

Ya tenemos las articulaciones que irán soldadas a nuestra base del sub-chasis. Y solo nos quedaría diseñar la parte articulada que ira en los brazos telescópicos y la cual vamos a mostrar a continuación:



**Imagen 6.21. Articulación brazos telescópicos**



**Imagen 6.22. Parte externa brazo telescópico con ranura para regulación**

Esta imagen nos muestra la parte externa del brazo telescópico, es decir dentro de ella entrara la segunda parte telescópica, la interna. Esta quizás sea la parte más importante del proyecto, ya que es la encargada de la regulación de la altura junto con la parte interna. La hemos diseñado lo más fuerte y ligera posible. Tiene siete posibles regulaciones gracias a las siete ranuras o agujeros de taladro que le hemos adaptado, las cuales están lo más juntas posibles para poder regular una altura gradualmente.



**Imagen 6.23. Parte interna brazo telescópico con agujero para regulación**

Esta es la parte interna, la cual encajara dentro de la parte anterior, también muy importante para la regulación de la altura. Esta parte tiene únicamente un agujero, el cual coincidiéndolo con cualquiera de los siete de la parte anterior nos darán la regulación requerida.

### 6.1.4.3. OTROS COMPONENTES

A continuación, mostraremos los diferentes componentes que hemos tenido que añadir al proceso de fabricación, como son tornillos, tuercas, pasadores y tornillos pasantes.

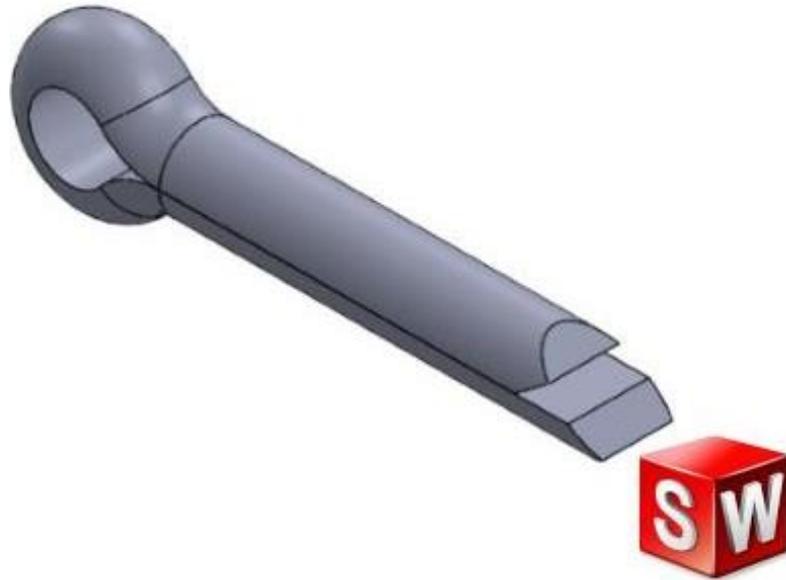
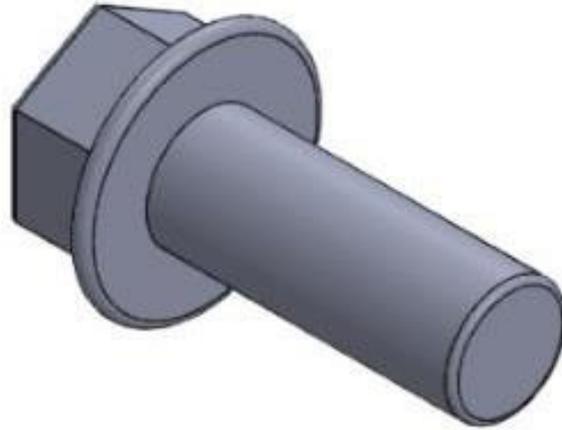


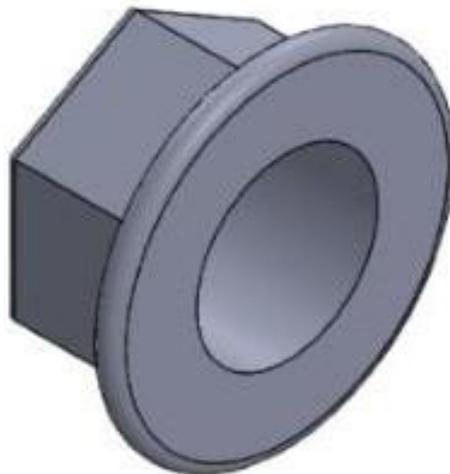
Imagen 6.24. Pasador



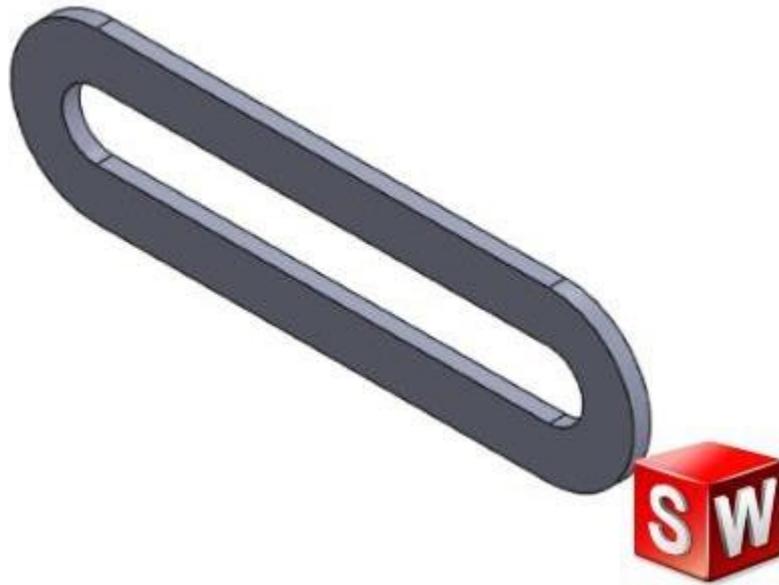
Imagen 6.25. Tornillo pasante



**Imagen 6.26. Tornillo M10**



**Imagen 6.27. Tuerca M10**



**Imagen 6.28. Pletina para el acople de los componentes en caso de necesitarlo**

Cabe destacar que la tuerca y tornillo tan solo la hemos creado en SolidWorks para tener un ensamblaje finalizado, ya que estos componentes los compraríamos de cualquier marca comercial, ya que lo único necesario es la largura de al menos 30 mm y que sea métrica 10 (M10). Es por eso por lo que nuestros diseños están sin rosca tanto el tornillo como la tuerca.

También hay que comentar que las piezas anteriores como son los brazos telescópicos tanto externos como internos están realizadas de una forma irreal, ya que sería imposible que una barra de diámetro 10 entrara en un cilindro de diámetro interno 10. Se hace así por la sencilla razón de dejar un ensamblaje bonito y funcional a la vista de presentación, mientras que, a la hora de fabricación, es un punto fundamental, el mantener unas holguras mínimas para que pueda ser funcional.



**Imagen 6.29. Ensamblaje de los brazos con sus articulaciones y la regulación de la altura mediante tornillos y tuercas.**

En esta imagen podemos observar los brazos telescópicos, con sus articulaciones, la superior con un tornillo y una tuerca en cada brazo, y la inferior únicamente con un agujero en cada brazo en los cuales se introducirán los tornillos originales de fábrica.

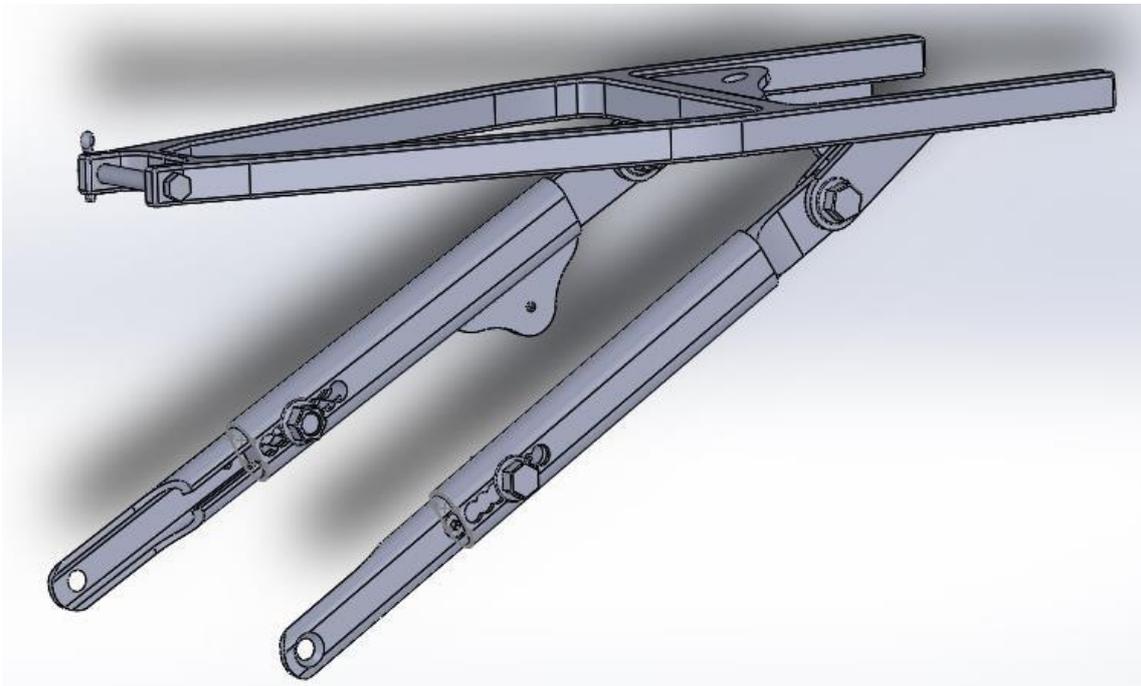
También vemos el sistema regulador de altura de los brazos telescópicos. El sistema es sencillo, la primera idea era usar unas bolas de acero tipo las que usan las muletas ortopédicas, pero nos dimos cuenta de que las muletas ortopédicas no necesitan aguantar tantos esfuerzos como aguantarían dichas bolas en nuestro sub-chasis, por lo que tuvimos que buscar una solución más eficaz y que nos diera una mayor fiabilidad de uso y seguridad al piloto.

### 6.1.5. ENSAMBLAJE FINAL.

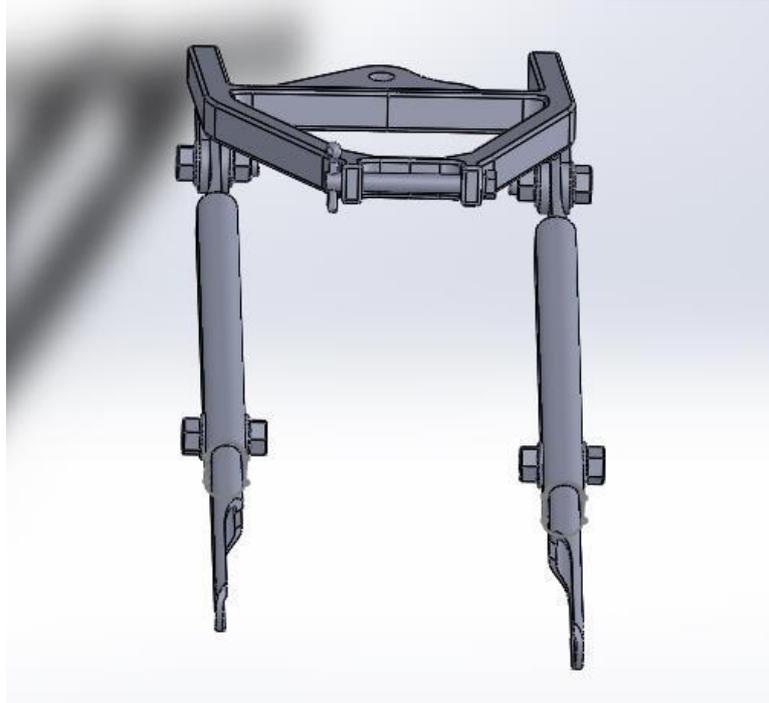
Una vez concretadas cada una de las partes del prototipo, se ha procedido al ensamblaje final de todas ellas en un conjunto.

Hemos obtenido nuestro proyecto terminado, es un ensamblaje con la base que teníamos creada, con las pletinas diseñadas y por supuesto con los dos ensamblajes de los dos brazos telescópicos reguladores de altura.

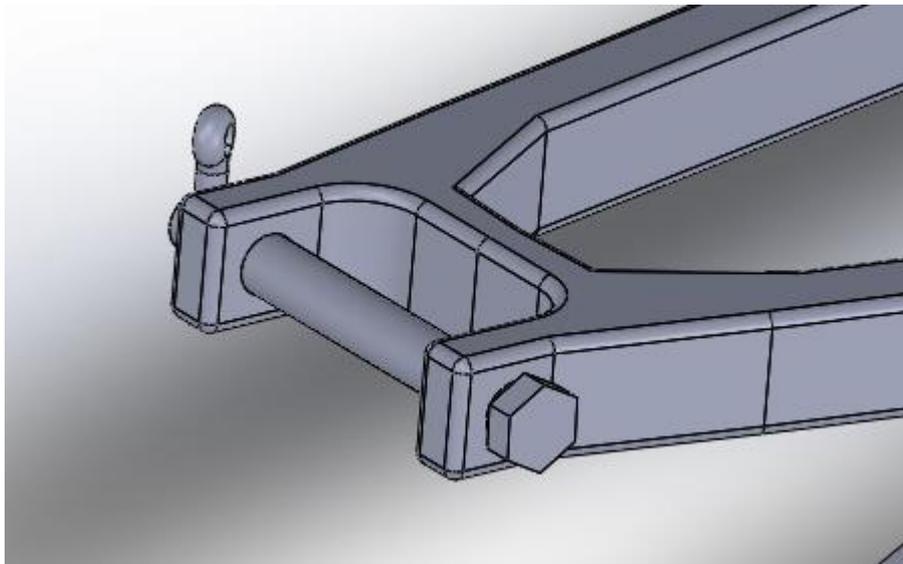
En el apartado anterior, ya hemos podido adelantar y se puede intuir cual será el conjunto final, aunque ahora veremos unas imágenes, las cuales nos darán muchos más detalles de cómo es y que movilidad puede llegar a tener.



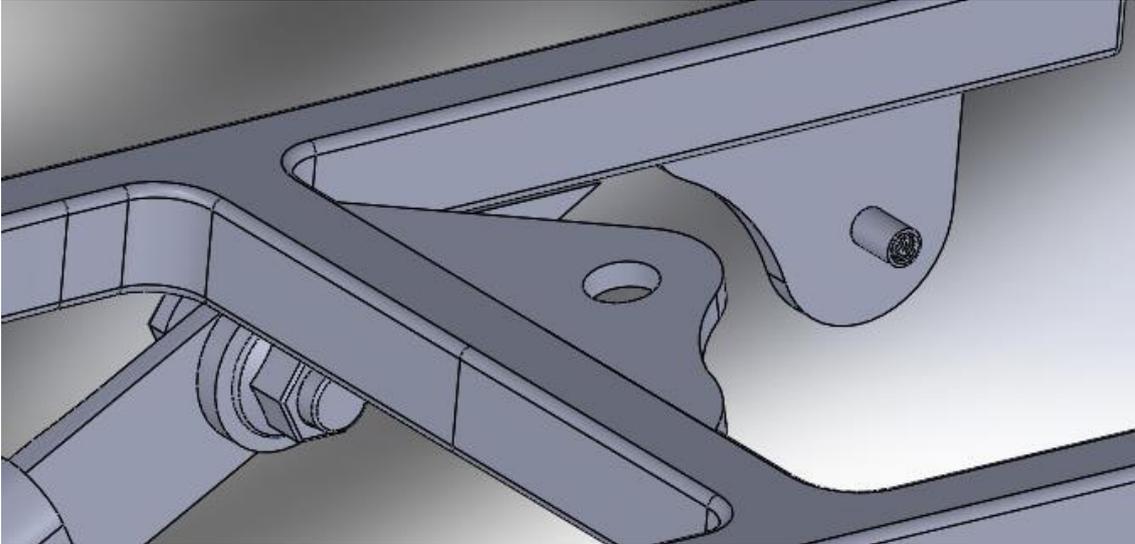
**Imagen 6.30. Conjunto final ensamblado**



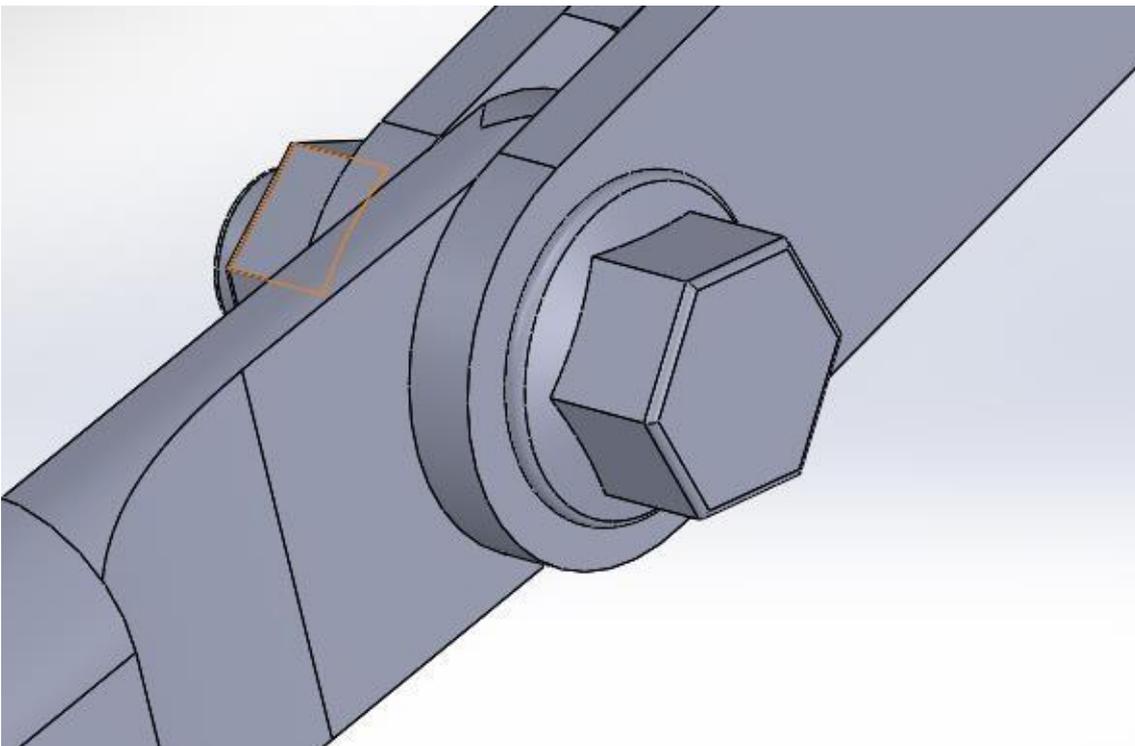
**Imagen 6.31. Conjunto final ensamblado**



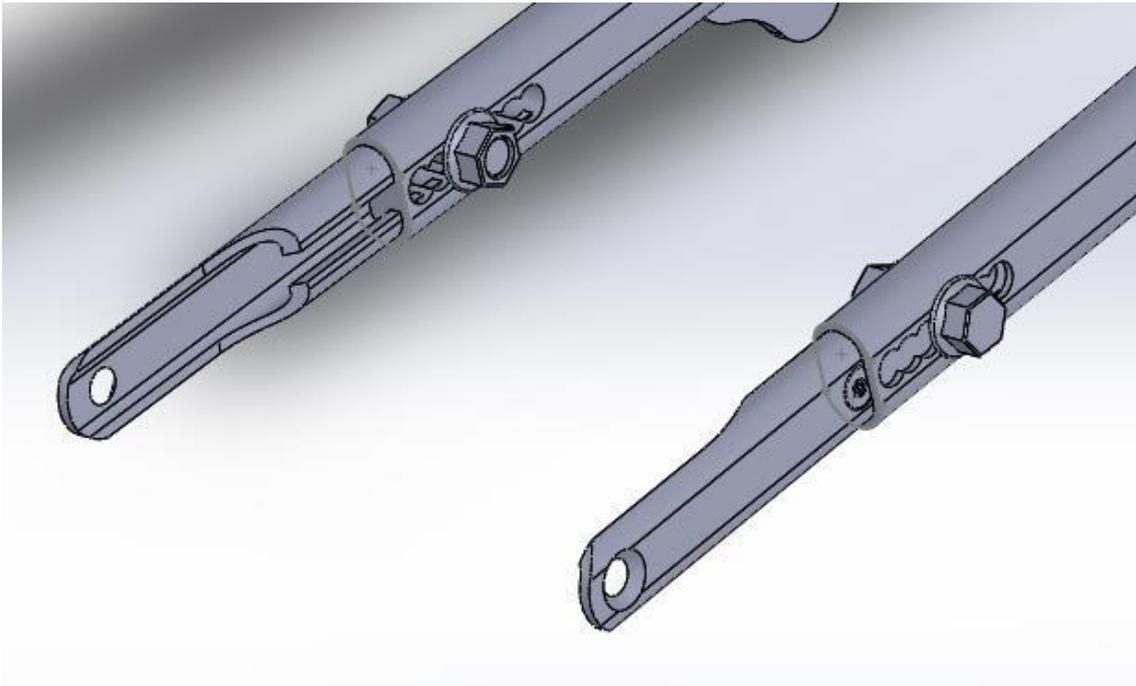
**Imagen 6.32. Anclaje mediante tornillo pasante y pasador.**



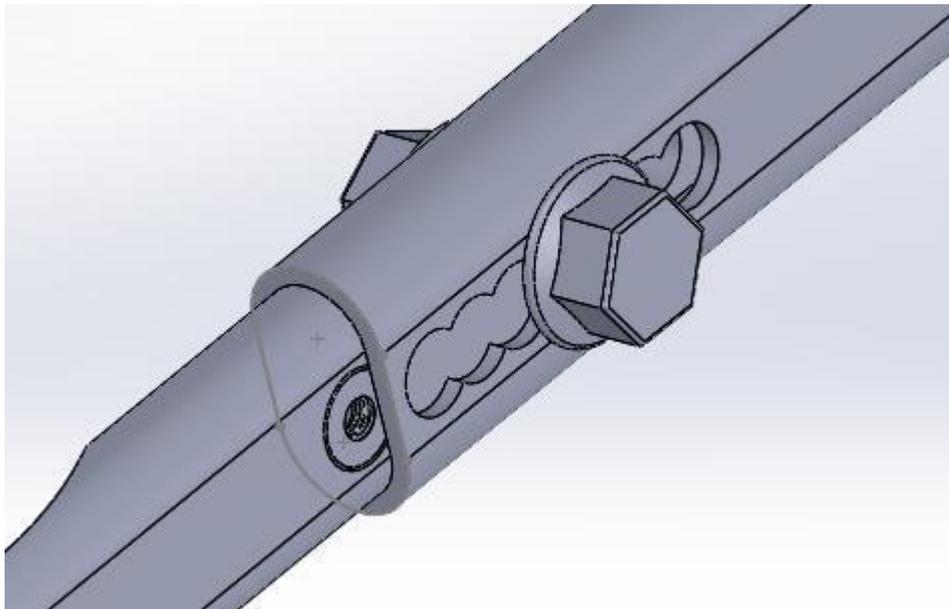
**Imagen 6.33. Pletinas ensambladas.**



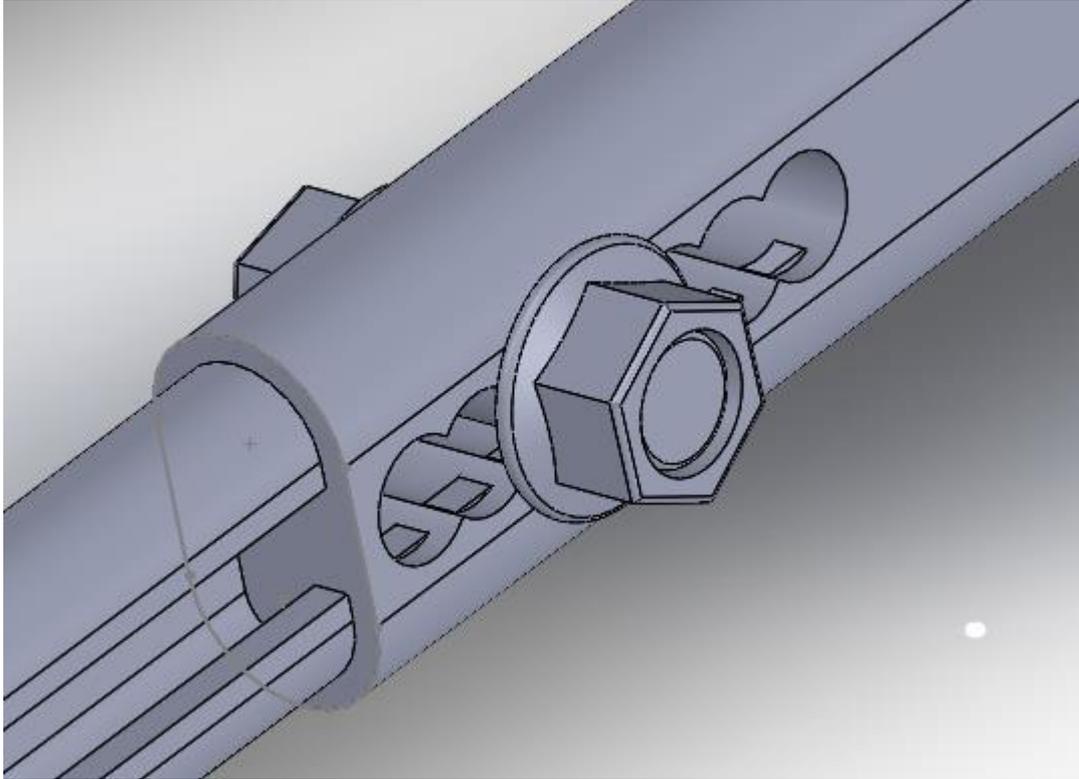
**Imagen 6.34. Articulación superior brazo telescópico.**



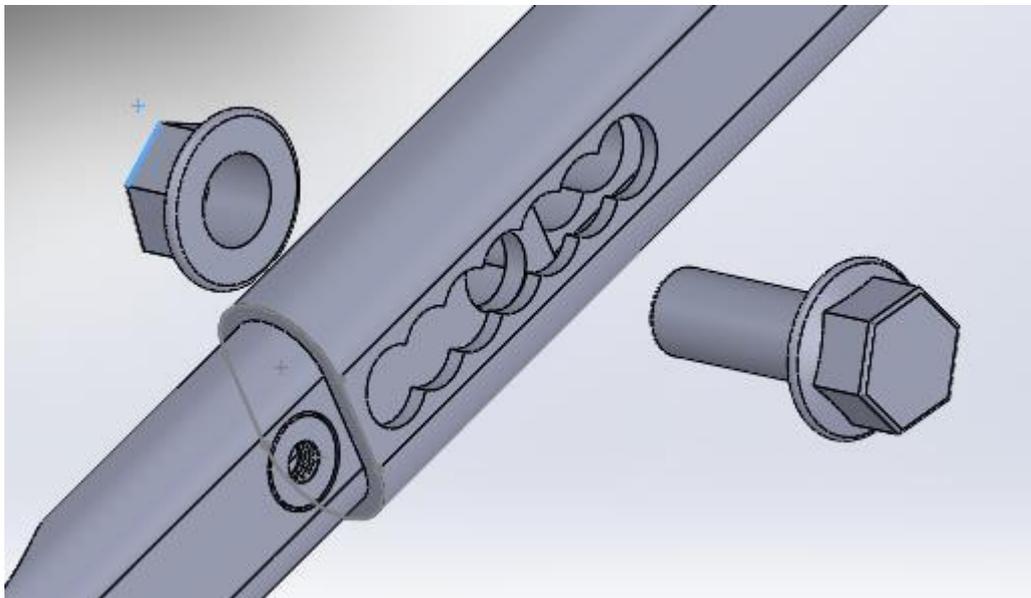
**Imagen 6.35. Regulación de la altura de los brazos telescópicos.**



**Imagen 6.36. Regulación parte externa.**



**Imagen 6.37. Regulación parte interior.**



**Imagen 6.38. Explicación visual de como regula la altura.**

## 6.2. ENSAYOS MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS

Un apartado que tiene una gran importancia es el siguiente, ya que, mediante una serie de ensayos de elementos finitos, sabremos si nuestro dispositivo cumple con las especificaciones previamente tratadas.

Puesto que se trata de un dispositivo de creación propia, y que tiene unas modificaciones respecto al original, debemos realizar algún análisis o estudio que determine su eficacia. El material de construcción es un Aluminio 6061-T6, con unas propiedades y características que ya trataremos más adelante. Lo que ahora nos interesa son sus propiedades mecánicas a tracción y compresión. Este soporta esfuerzos a tracción de hasta  $310\text{N/mm}^2$  o lo que es lo mismo  $310\text{MPa}$ . La hoja de características de este material se encuentra en el **Anexo1**.

Los tornillos y tuercas son de muy buena calidad y el fabricante nos asegura que aguantan unos esfuerzos de al menos  $500\text{N/mm}^2$  ( $500\text{MPa}$ ). Como veremos en el **Anexo2**.

En la siguiente imagen mostraremos los puntos más débiles de la estructura los cuales llevaremos a estudio mediante el programa ANSYS 14.

Las fuerzas aplicadas a todos estos puntos se consideran muy superiores a las que en un futuro se verían obligadas a soportar, dando así una mayor seguridad en cuanto a fortaleza estructural. Le introduciremos un peso de  $200\text{Kg}$  para ir sobre seguros, lo cual traducido serían  $2000\text{N}$ .

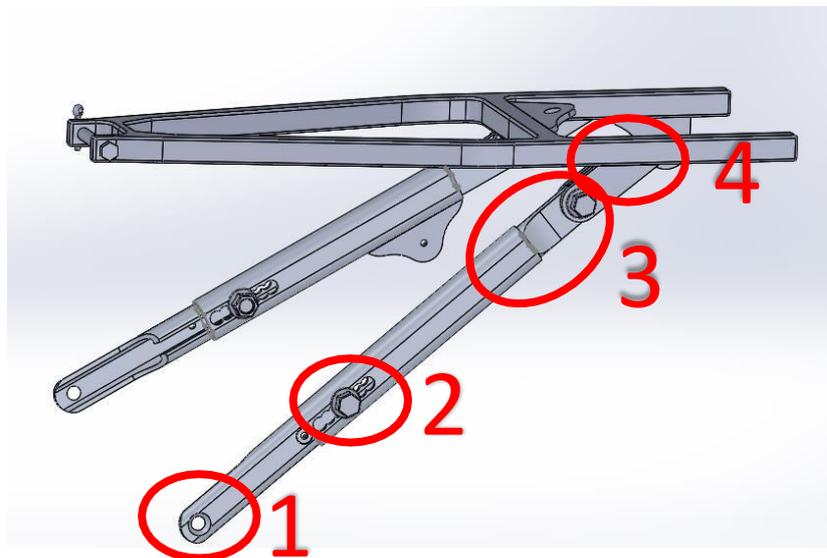
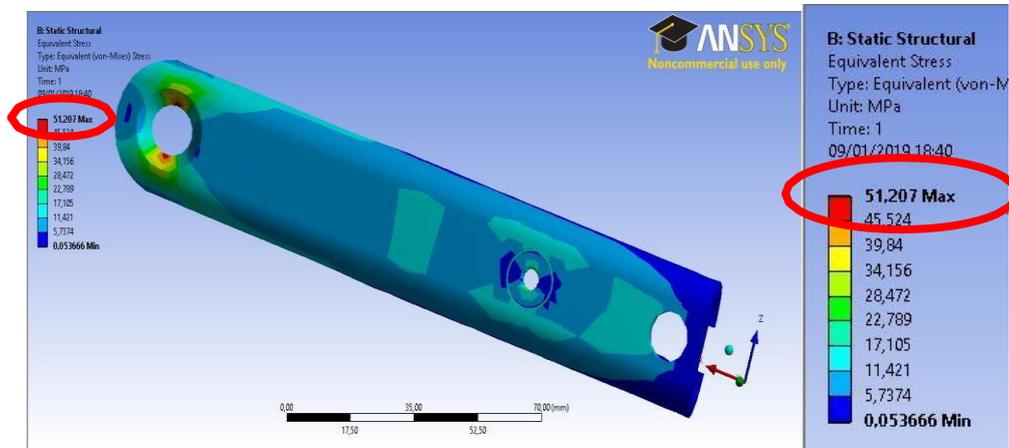


Imagen 6.39 puntos débiles del sub-chasis.

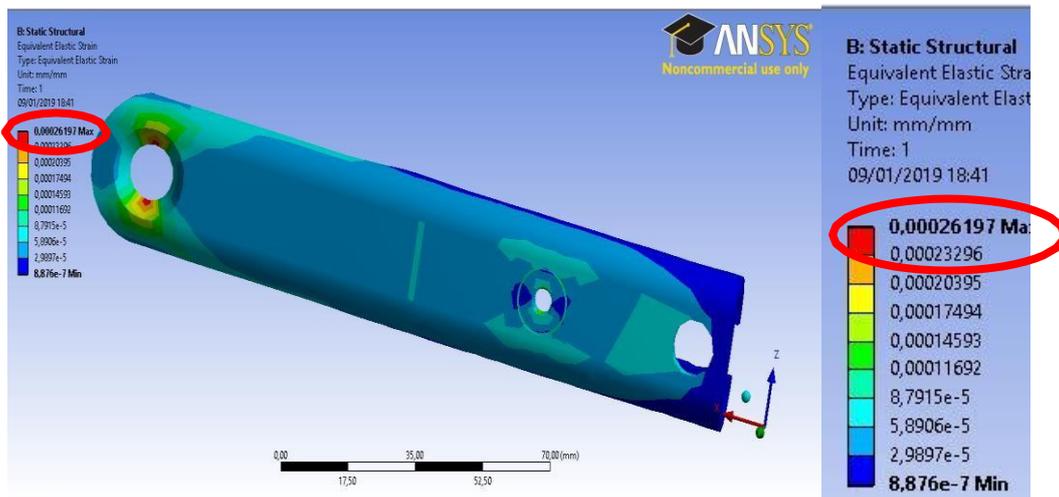
- **Punto1:**

Se trata de la sujeción de la parte baja del chasis, la cual ira atornillada al Chasis de la motocicleta.



**Imagen 6.40 Estudio tensiones Punto 1 a tracción y compresión.**

Como podemos ver en este punto1, las partes que más sufrirían serían debido a la geometría, ya que en la parte izquierda es más estrecha sería donde más sufriría llegando a cerca de 51 MPa. Los resultados tanto a Tracción como a compresión han salido prácticamente exactos.

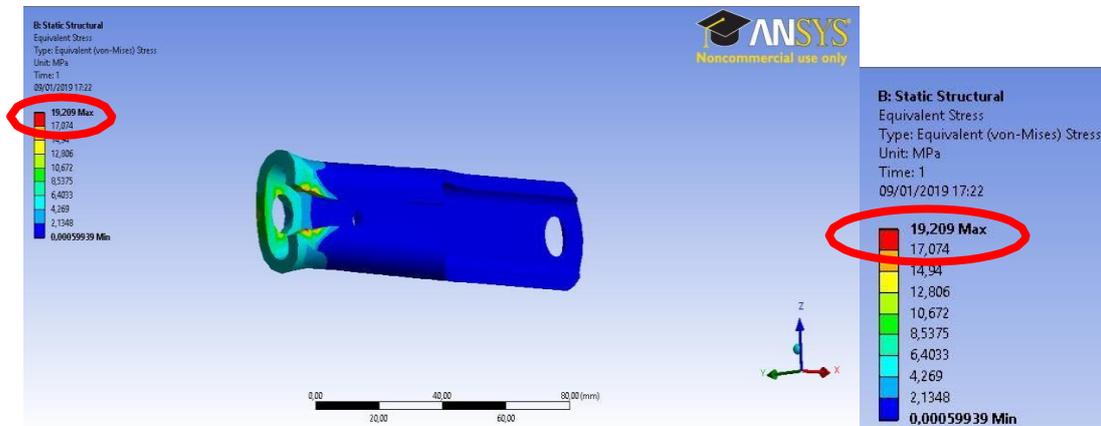


**Imagen 6.41 Deformación Punto 1.**

La deformación estaría en el orden de 2 diezmilésimas de milímetro.

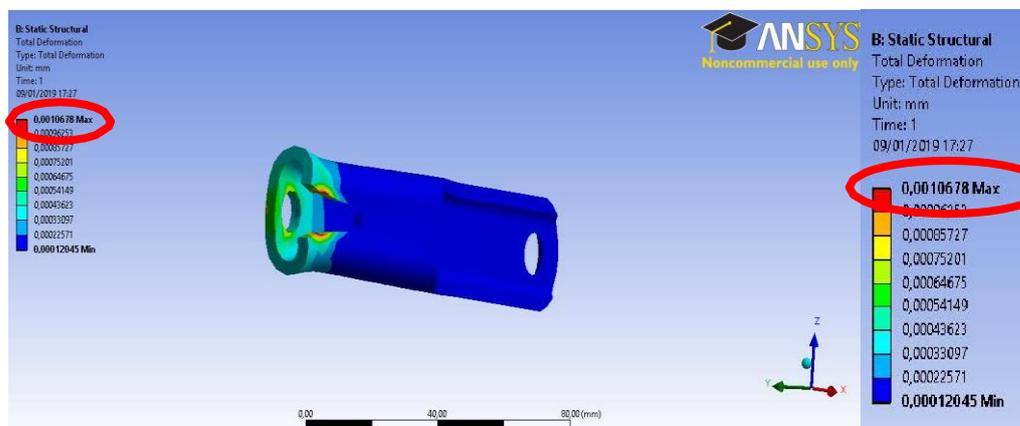
- **Punto 2:**

En este punto tenemos un punto común con dos elementos. Haremos el estudio del brazo interno (A) y del externo(B).



**Imagen 6.42 Estudio tensiones Punto 2(A) compresión.**

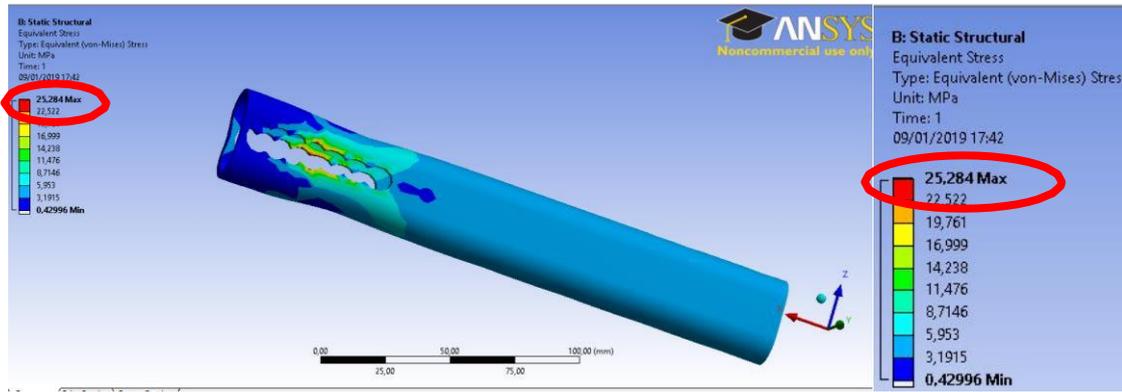
Observamos que en este punto todavía es menor la tensión, siendo 19.21MPa, por lo que este punto tampoco sería un problema en cuanto a debilidad estructural.



**Imagen 6.43 Deformación en milímetros Punto 2(A).**

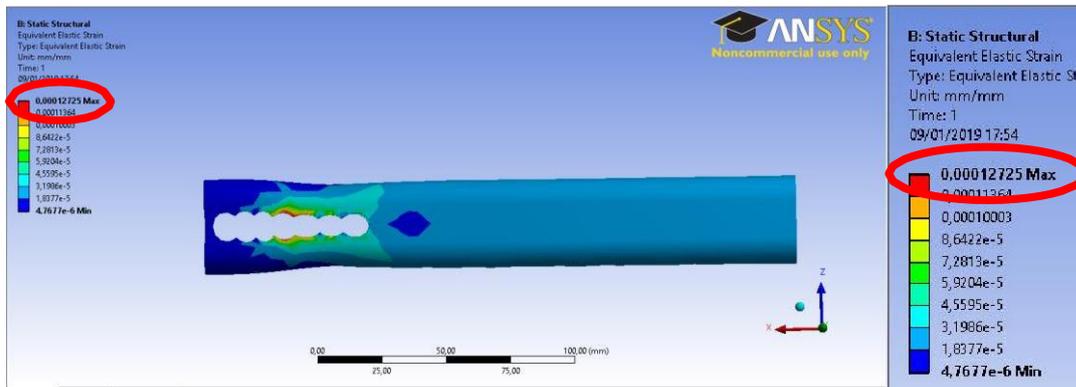
Como observamos en la tabla, tendríamos una deformación casi imperceptible de 0.001 mm, por lo que tampoco se tendría en cuenta.

Nos hemos dado cuenta de que el estudio da igual realizarlo a Tracción o compresión, ya que los resultados son casi exactos.



**Imagen 6.44 Estudio tensiones en el Punto 2 (B).**

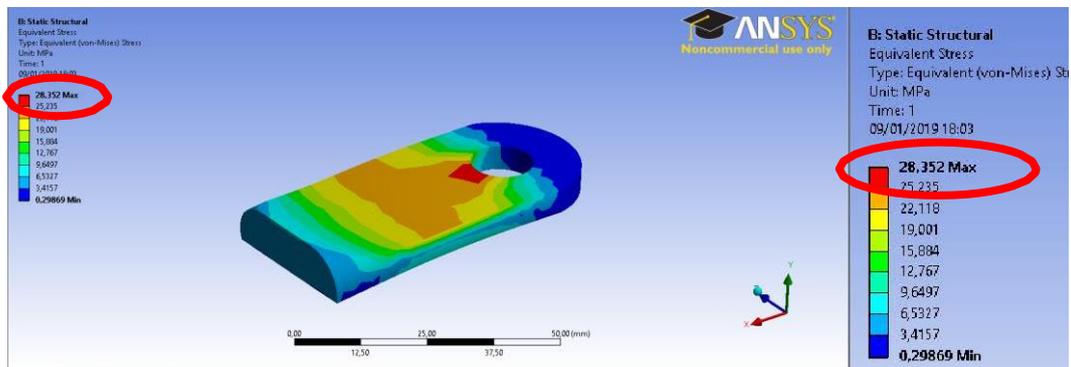
Como podemos ver en los resultados, soportaría fuerzas de alrededor de 25MPa, las cuales se ven en las puntas de los dientes de los agujeros reguladores de altura.



**Imagen 6.45 Deformación Punto 2 (B).**

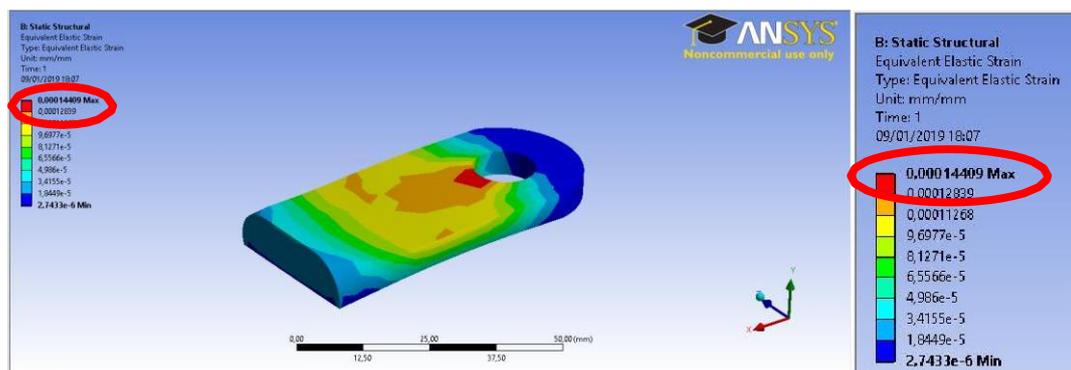
Deformaciones casi imperceptibles del orden de  $(10^{-4})$  milímetros.

- **Punto 3:**



**Imagen 6.46 Tensión en el Punto 3.**

Como vemos las fuerzas que soportan estas piezas son muy parecidas, en este punto 3, la tensión es de 28 MPa.



**Imagen 6.47 Deformación del Punto3.**

También observamos una deformación muy parecida al punto 2 (B) anterior.

• Punto 4:

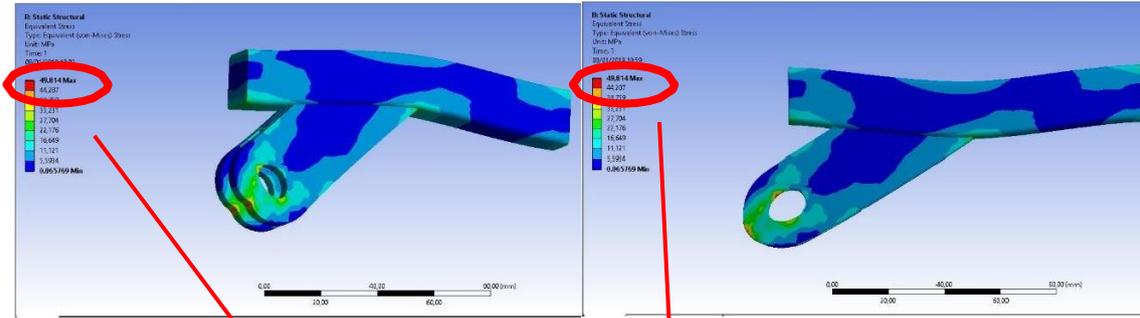
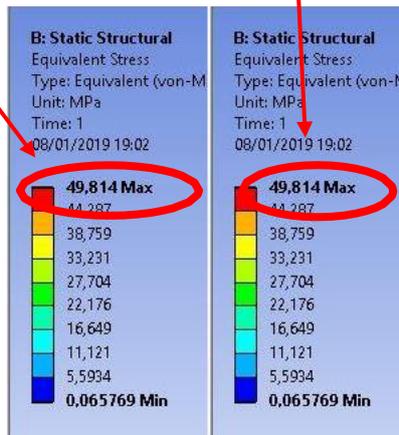


Imagen 6.48 Tensiones de Tracción y Compresión Punto 4.



Como vemos en las imágenes, los resultados a tracción o a compresión son iguales. Y de una tensión de alrededor de 50MPa.

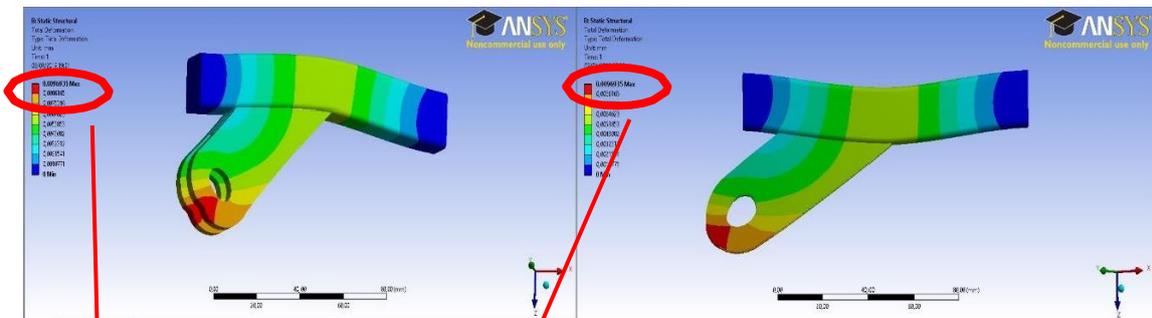


Imagen 6.49 Deformaciones a Tracción y Compresión del Punto



**CONCLUSIÓN:** Como podemos ver, al estudiar los 4 puntos más conflictivos del dispositivo, y tras revisar los valores que el programa nos ha dado, podemos decir casi con certeza que el sub-chasis y sus componentes no sufrirán ninguna debilidad estructural. Aunque la aplicación verdadera de este estudio sirve para decirnos las zonas que más van a sufrir y el por qué.



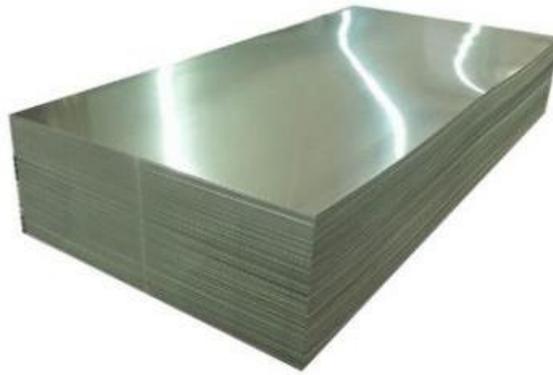
### 6.3. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

- Los materiales de construcción son muy pocos, perfiles de aluminio, para la construcción de la base principal del sub-chasis.
- Una plancha de aluminio para el corte por láser de las pletinas y demás componentes.
- En cuanto a los brazos telescópicos, son perfiles de aluminio 6061 T6, con una matriz de dimensiones específicas.
- También tendremos que adquirir del mercado unos tornillos M10 y de longitud de perno de al menos 30 mm, así como las tuercas y unas arandelas.
- Un tornillo pasante de M10 y de 80 mm que el mercado nos pueda proporcionar.
- Y el pasador será comprado en el mercado ya que no necesita ningún tipo de característica o propiedad especial.

El material escogido para los perfiles y para las pletinas es aluminio 6061 y se ha elegido dicho material debido a sus grandes propiedades físicas y mecánicas. El aluminio 6061 es una aleación de aluminio endurecido, el cual contiene como elementos principales el aluminio el magnesio y silicio.

- Tiene buenas propiedades mecánicas y sobre todo de soldadura.
- Muy usado en estructuras de alta resistencia que requieran un buen comportamiento frente a la corrosión.
- Usado en vehículos como camiones, barcos, trenes y muchos más.
- Utilizado en construcción, fontanería y mobiliario.

Es utilizado casi por completo en formas pre-templadas como el 6061-O y templadas como 6061-T6 y 6061-T651.



**Imagen 6.50 Planchas aluminio 6061 T6 (Alibaba)**



**Imagen 6.51 Perfiles aluminio 6061 T6 (Alibaba)**



**Imagen 6.52 Barras aluminio 6061 T6 (Alibaba)**



**Imagen 6.53 Bobina aluminio 6061 T6 (Alibaba)**



**Imagen 6.54 Tornillo M10 (Alibaba)**



**Imagen 6.55 Tuerca M10 (Alibaba)**



**Imagen 6.56 Pasador (Alibaba)**

## 6.4. CONCLUSIONES DE LA SOLUCION ELEGIDA

- Las conclusiones son bastante claras, en cuanto a la elección final, sabemos y hemos probado que es la mejor, la más eficiente teniendo en cuenta los parámetros de fabricación y diseño.
- Sobre todo, la que mejor cumple con todos los objetivos y especificaciones que en un principio nos habíamos impuesto.
- También la elección del material creemos que es la más adecuada debido a las características del propio material y de las aplicaciones a las que va a estar expuesto

## 7. PRESUPUESTO

El presupuesto se realiza de una manera aproximada, ya que es muy difícil conocer con exactitud algunos de los precios finales, tanto de los desperdicios de material como del futuro producto comercial. El presupuesto queda más detallado puesto lo dividiremos en materiales al por mayor para la fabricación de componentes y en materiales ya fabricados listos para el ensamblaje.

### 7.1. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

#### PLANCHAS DE ALUMINIO:

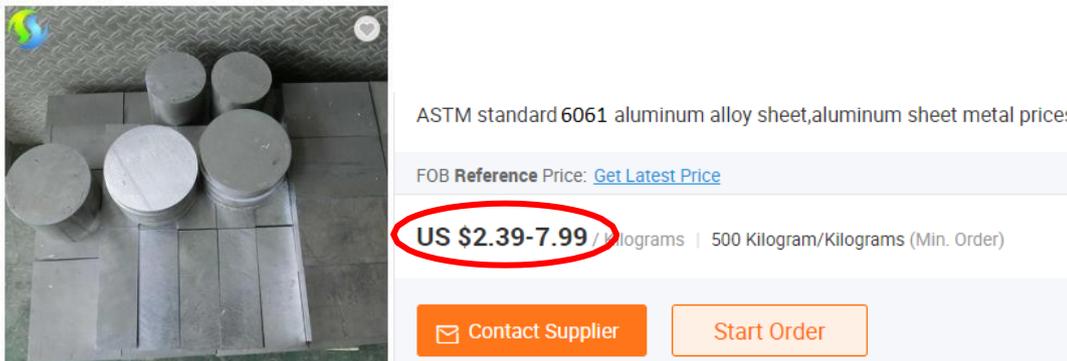


**Imagen 7.1. Precio de las planchas de aluminio (Alibaba)**

Tenemos en el mercado la posibilidad de comprar las planchas de aluminio, ya sea por unidades o por toneladas de peso. En nuestro caso hemos optado por lo más económico que es comprar por volumen de peso, esto tiene un inconveniente, ya que las planchas al cortar por láser tienen pérdidas de material llamados retales, en nuestro caso eso no influye a la hora de tener pérdidas de material, puesto que recuperaríamos estos restos y la propia empresa encargada de abastecer el producto anteriormente mencionado sería la encargada de reciclarlos el propio producto, teniendo así un descuento en peso de los siguientes pedidos.

Este material, Aluminio 6061 T6 nos sale por un precio de entre 2.29/8.99 \$, que traducido en euros serían entre 2 y 7,85 €, dependiendo de la cantidad de kilogramos que pidamos, 7,85€/kg pidiendo 500kg y 2€/kg pidiendo más de 2500kg.

## BARRAS O LINGOTES DE ALUMINIO:



ASTM standard 6061 aluminum alloy sheet, aluminum sheet metal prices

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

**US \$2.39-7.99** / Kilograms | 500 Kilogram/Kilograms (Min. Order)

[Contact Supplier](#) [Start Order](#)

**Imagen 7.2. Precio de las barras de aluminio (Alibaba)**

La propia empresa que nos suministra las planchas también se encarga de suministrarnos las barras o lingotes para en caso de necesitarlo cortar pequeñas piezas para la posterior soldadura. Llegando a un acuerdo con la empresa, los portes desde china correrían a cuenta de ellos, con un suministro mensual de materiales.

## PERFILES RECTANGULAR DE ALUMINIO:



6061 T6 tubo cuadrado de aluminio para patas de la silla

FOB Referencia Precio: [Consiga El Último Precio](#)

**US \$2.1-2.3** / Kilogramo | 500 Kilogramo/s (min. Order)

[Contactar proveedor](#) [Comprar ya](#)

**Imagen 7.3. Precio de los perfiles de aluminio (Alibaba)**

Otra empresa nos proporciona los perfiles rectangulares de aluminio a un precio de alrededor de 2,30 \$ en un pedido mayor de 500 kg, lo que al cambio son 2€. Los recortes sobrantes tampoco se tiran, sino que irán dirigidos al reciclaje anteriormente dicho. La misma empresa bajo diseño previo, nos mandan perfiles para los brazos telescópicos al mismo precio que hemos detallado antes.

## **TORNILLERIA:**

- **Pasadores:**

Los pasadores son de una marca española de suministros de tornillería nos dan el precio en torno a 100 unidades de producto con un precio de 85,08 €, saliendo a 0,85€/unidad.

### **Anexo4.**

- **Tornillos:**

Los tornillos de la misma marca anterior y con la misma política de venta de 100 unidades a 66,33€ saliendo a 0,63€/unidad. Aunque también tendríamos que comprar unos tornillos de longitud 80 mm para el tornillo pasante al que, mediante un agujero taladrado en un extremo, introduciremos el pasador. 144€/100unidades por lo que la unidad sale a 1,44€.

### **Anexo5.**

- **Tuercas:**

Las tuercas de la misma marca anterior y con la misma política de venta de 100 unidades a 165€ saliendo a 1,65€/unidad.

### **Anexo6.**

## 7.2. MANO DE OBRA Y PRODUCCIÓN:

Para la realización del proyecto se va a necesitar un taller de corte y mecanizado del aluminio, una maquina cortadora por láser, una estación de soldadura y finalmente una mesa donde poder ensamblar todos los componentes.

Inicialmente la inversión de la empresa será bastante grande debido al precio de las maquinarias anteriormente nombradas, por lo que esto lo asumiremos y no lo añadiremos al presupuesto del sub-chasis.

En cuanto a los materiales: Para las pletinas superiores necesitaremos unos 25x2 gramos de aluminio. Las pletinas de la articulación superior suman alrededor de 50x2. Los brazos telescópicos exteriores son 119x2 y el interior de 65x2. El resto de las pletinas suman alrededor de 80 gramos más. Por lo que nos ponemos con un total de alrededor de 600 gramos de aluminio para los componentes de cada sub-chasis fabricado. Necesitaremos 1250 mm del perfil rectangular para un chasis con una masa de 325 gramos.

### MASAS CALCULADA MEDIANTE SOLIDWORKS:

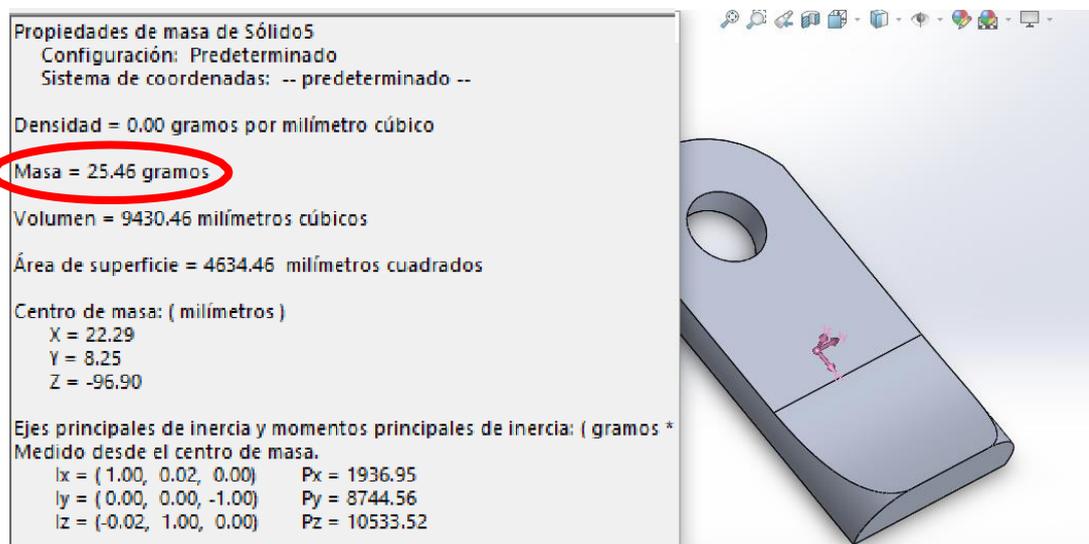


Imagen 7.4 Propiedades de los sólidos.

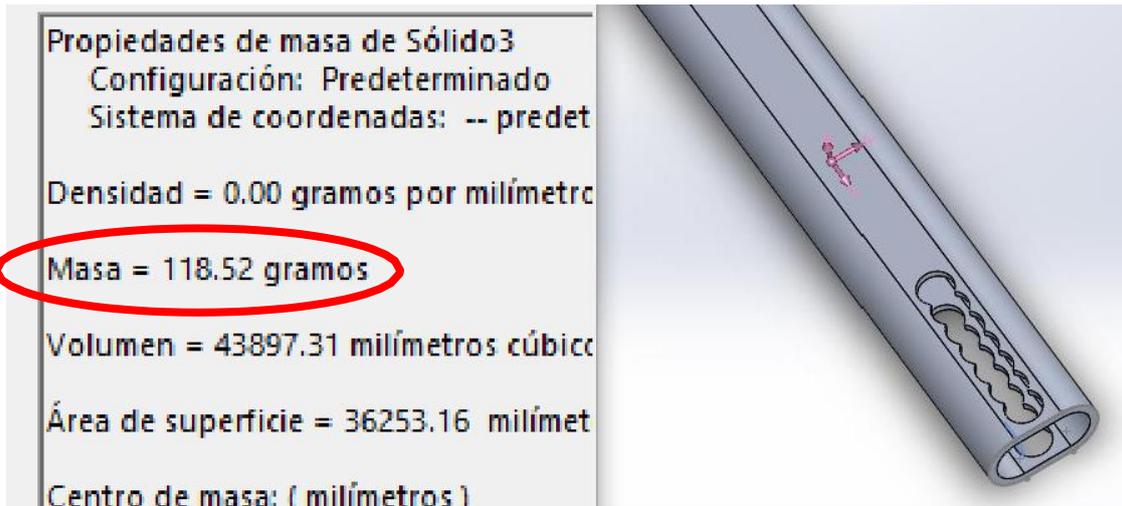


Imagen 7.5 Propiedades de los sólidos.

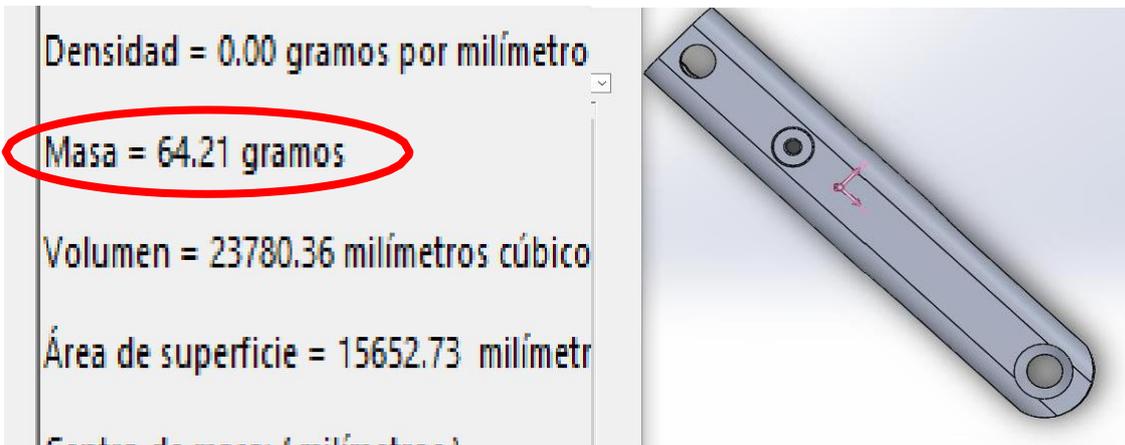


Imagen 7.6 Propiedades de los sólidos.

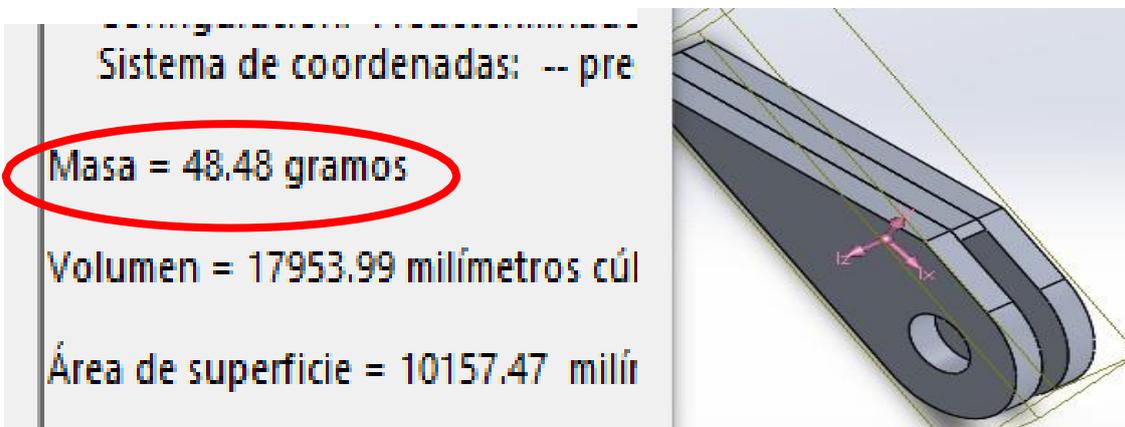


Imagen 7.7 Propiedades de los sólidos.

Haciendo un baremo de los precios/kilogramos, y dejando a un lado el coste de maquinaria y de mano de obra nos sale un precio/unidad de:

**1 sub-chasis:**

- Alrededor de 600 gramos de aluminio para corte y extrusión de perfiles.  
 $0.600 \times 2 = 1.20 \text{ €}$
- Alrededor de 325 gramos de aluminio en perfil rectangular.  $0.325 \times 2 = 0.65 \text{ €}$
- 4 tornillos M10 y 30 mm de longitud.  $0,63 \times 4 = 2,52 \text{ €}$
- 4 tuercas con brida M10 y 30 mm de longitud.  $4 \times 1,65 = 6,60 \text{ €}$
- 1 tornillo pasante. 1,44€
- 1 pasador. 0,85€

Todo lo anterior hace una suma de: **13,26€** en cuanto a materia prima se refiere.

Se ha calculado de una manera aproximada las horas de fabricación de los diferentes perfiles tras cortarlos, doblarlos y taladrarlos con diferentes máquinas.

El tiempo de trabajo estimado para la fabricación de los diferentes perfiles y ensamblaje de los demás componentes como son los brazos telescópicos, las pletinas y tornillería, será alrededor de 2 horas y esta labor la realizará un único empleado. Para poder realizar los diferentes procesos de fabricación es necesaria como mínimo la experiencia y nivel académico de un técnico superior.

Otro empleado será el encargado del transporte y almacenamiento de las piezas adquiridas mediante empresa externa. Este empleado no tiene un tiempo estimado de producción, por lo que le estimaremos que puede “producir” tantas piezas sean necesarias para abastecer al empleado anterior y por lo tanto le otorgaremos las mismas remuneraciones.

El precio por hora trabajada de este tipo de oficio es de entre 12 y 18 €. Y nuestra empresa remunera a dichos trabajadores con 16€/hora. Por lo tanto, el coste de fabricación por parte de la mano de obra será de 64€ brutos por chasis. En estos cálculos se incluye la amortización de las máquinas empleadas para su fabricación.

El precio total de este dispositivo es una estimación aproximada de **13,26+64=77,26€**.

## **8. PROCESO DE FABRICACIÓN**

Este apartado explica o detalla el proceso de fabricación, es decir, como produciríamos nuestro producto como empresa.

La fabricación del chasis se hace por partes, ya que nosotros como empresa lo que vendemos es un pack, el cual consta del chasis regulable, tornillería necesaria, y unas pletinas para en caso de necesitarlas el cliente, este no tenga que comprarlas aparte.

1. La parte de la base principal se hace cortando, plegando y soldando perfiles rectangulares de aluminio.
2. Las pletinas se producen mediante corte por láser de una plancha de aluminio y posteriormente se soldarán al sub-chasis
3. Los brazos telescópicos tanto externo como interno se producen mediante extrusión de perfiles con una matriz diseñada.
4. Un empleado es el encargado del aprovisionamiento del taller de ensamblaje, para que a este no le falten los elementos necesarios.
5. El operario de realizar la labor número 1, también es el encargado de ensamblar los diferentes componentes en la mesa de trabajo.

Por lo tanto, tenemos:

- Taller de corte por láser y mecanizado.
- Una estación de soldadura con sus complementos.
- Taller de máquina-herramienta tales como taladro, lijadora, esmeril entre muchas otras. Este será el mismo taller de ensamblaje final, al cual le llegan todas las piezas listas para ser unidas.
- Los planos para la fabricación de todos los componentes diseñados estarán al final del informe en los **Anexos7**.



## **9. MODELO DE NEGOCIO**

En cuanto a tratar nuestro modelo de negocio, nuestra intención como empresa es vender un pack, es decir un sub-chasis regulable con todos los demás componentes o complementos necesarios para su correcto montaje y utilización.

Tras haber estudiado el mercado, y haber visto que actualmente no existe ningún tipo de regulación de la altura de las motocicletas, primeramente, pensamos en crear un mecanismo el cual instalándolo en los sub-chasis originales pudiera realizar dicha regulación. Tras diseñar y estudiar dicho acople, nos dimos cuenta de que había que modificar muchos componentes de la motocicleta y que no quedaba tan bien como parecía en un primer diseño.

Tras haber fallado en el primer intento, pensamos en por qué no crear un conjunto completo, el cual nos quitaba problemas de diseño, y de acople de los componentes.

Es por eso por lo que la empresa, vende el pack completo. Por el momento el pack tendría valor para las marcas ktm y husqvarna, en los modelos de 2000 a 2016, aunque se prevé que la empresa pueda trabajar con todas las marcas del mercado sin excepción alguna.



## 10. COMPROBACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES

En este apartado se va a realizar un recorrido exhaustivo por todos los objetivos y especificaciones propuestos en el apartado 3 del proyecto, el cual nos va a determinar si se cumplen o no.

- Hay que separar objetivos y las especificaciones puesto que los objetivos o al menos la mayoría de ellos, solo los veremos cumplidos una vez que el producto esté terminado de manera definitiva y testado con todas las pruebas necesarias. Lo que no indica que, en caso de incumplir algún objetivo, este no haya resultado satisfactorio, puesto que en el mercado no hay nada ni siquiera similar, en cuanto a características. Siendo así un producto muy competitivo en el mercado.
- En cuanto a las especificaciones, ya teníamos bastante certeza de que se iban a cumplir de manera estricta, ya que en la elección de la solución final se fueron descartando diversas opciones que no cumplían todas las necesarias o por otro lado incumplían alguna de ellas.
  - En cuanto al peso obtenido por el propio programa de SolidWorks, tenemos que el conjunto pesa alrededor de: **0.925kg**, y el sub-chasis original pesando en el laboratorio de la universidad tiene **1.151kg**, por lo que no es que supere de ningún modo en un **20%** el peso del sub-chasis original, sino que mejora este apartado ya que baja el peso del sub-chasis en un **19,64%**.
  - El precio de fabricación del dispositivo está en **77,26€** por lo que se encuentra dentro del rango de **50-100€** que teníamos especificado, entonces este apartado también se cumple.
  - El dispositivo tenía que tener las mismas dimensiones y anclajes que el original. Aunque nos ha costado mucho diseñarlo de tal forma que así fuera lo pudimos hacer.
  - Después de un estudio mediante elementos finitos y de haber sometido a prueba las diferentes partes expuestas a esfuerzos, tenemos la certeza de que cumple con creces las especificaciones.

- Por lo que después de todo este repaso, podemos concluir en que nuestro dispositivo cumple fielmente con todas las especificaciones inicialmente impuestas.



**Imagen 10.1 pesaje del sub-chasis original.**

## **11. CONCLUSIONES.**

Este apartado trata de las conclusiones finales, las cuales hacen referencia a los aspectos más técnicos del dispositivo. Como hemos visto al estudiar las posibilidades que nos ofrece el mercado, actualmente no existe una solución que proporcione una regulación de la altura de las motocicletas. El motociclista en numerosos foros de internet pide alguna opción de la regulación de la motocicleta, debido a esta inexistente opción hace de este proyecto realmente novedoso, por lo que creemos que tendrá buena aceptación por los consumidores.

Uno de los principales retos ha sido poder dar al cliente una solución a un gran problema. Ya que, hoy en día, hay muchísima gente con un grandísimo problema como es la comodidad de ir en una motocicleta que este a la altura idónea de conducción.

Tenemos que tener presente que dicho proyecto es un trabajo muy amplio pese a su sencillez, ya que abarca ramas como el diseño, el cálculo de esfuerzos, la fabricación de los componentes y la elección de los materiales entre otros.

Este proyecto prácticamente trata de una manera más amplia las distintas soluciones mecánicas desde el punto de vista del diseño mecánico y la integración de todos los elementos y complementos necesarios e indispensables que garanticen un buen funcionamiento y cumplimiento de todos los objetivos propuestos.

Una de las principales conclusiones que hemos podido sacar de este proyecto, es que a veces las soluciones más sencillas, son las que mejor resultado nos proporcionan. Esta sencillez elimina o disminuye la posibilidad de fallo o error. Por lo que, con nuestro diseño y mecanismo, nos aseguramos esa sencillez convertida en fiabilidad.

En cuanto al coste de fabricación, creemos que es muy bueno, aunque mejorable, puesto que nos da bastante margen de maniobra para ajustar un precio dentro del mercado que sea asequible para cualquier individuo y por supuesto nos pueda reportar el máximo beneficio para la empresa.

La conclusión definitiva es que el dispositivo cumple con los objetivos y las especificaciones detalladas anteriormente.



## **12. LÍNEAS FUTURAS.**

El propósito de esta empresa para el futuro es reinvertir los beneficios de la empresa para poder avanzar en los diseños y poder dar al cliente dispositivos más novedosos en cuanto a tecnología se refiere.

Lo cual una de las posibles ideas para estas “líneas futuras” sería la de automatizar el mecanismo regulador, incorporando actuadores, y un cuadro de mandos desde el cual regular la altura.

Aunque las “líneas futuras” a corto plazo sería producir el dispositivo para todas las posibles marcas del mercado, y una vez introducidos en el mercado, ver qué lugar ocupa y que predisposición alcanza.

La principal idea que tenemos como empresa para el futuro es no tener que comprar ningún componente de una empresa externa ya que, estamos en dependencia de ella y podemos llegar a tener un problema en caso de que este cierre o tenga cualquier tipo de problema.



## BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo. (2017). *Wikipedia*. Recuperado el octubre de 2018, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Suspensi%C3%B3n\\_de\\_motocicleta](https://es.wikipedia.org/wiki/Suspensi%C3%B3n_de_motocicleta)
- BOE. (14 de Julio de 2010). Recuperado el noviembre de 2018, de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-11154>
- *Culturizando*. (29 de agosto de 2018). Recuperado el octubre de 2018, de <https://culturizando.com/la-historia-de-la-motocicleta/>
- *Curiosfera*. (2018). Recuperado el octubre de 2018, de <https://www.curiosfera.com/historia-de-la-moto/>
- *Enduro*. (10 de noviembre de 2017). Recuperado el octubre de 2018, de <https://enduro.es/moto/diferencias-moto-enduro-motocross/>
- *Gassattack*. (2016). Recuperado el diciembre de 2018, de [http://www.gassattack.com/articulos\\_tecnicos/geometrias.pdf](http://www.gassattack.com/articulos_tecnicos/geometrias.pdf)
- Kendall, K. E. (2005). *Análisis y diseños de sistemas*.
- Lautaro. (2016). *Monografías*. Recuperado el 22 de Diciembre de 2018, de <https://www.monografias.com/trabajos95/motocicleta/motocicleta.shtml#estructura>
- Mendez, N. E. (agosto de 28 de 2012). *Historia y evolución de la moto*. Recuperado el noviembre de 2018, de <http://juanchoferia.blogspot.com/>
- Morales, M. J. (16 de enero de 2017). *UnComo*. Recuperado el noviembre de 2018, de <https://ocio.uncomo.com/articulo/cual-es-la-diferencia-entre-motocross-y-enduro-32682.html>
- Ruiz, R. (29 de Julio de 2017). *About español*. Recuperado el Noviembre de 2018, de <https://www.aboutespanol.com/geometria-de-la-moto-lanzamiento-avance-y-distancia-entre-ejes-3890553>
- *Segundo Médico*. (22 de 12 de 2019). Obtenido de <https://www.segundomedico.com/altura-media-en-espana/>

- *Todo motos*. (6 de noviembre de 2013). Recuperado el diciembre de 2018, de <http://www.todomotos.pe/tipos/2688-cross-enduro-diferencias>
- Villar, M. L. (2003). *Informatica. Temario A. Volumen Iv. Profesores de Educacion*.

## ANEXOS



# Ficha técnica moto Honda CRF250R

Anexo 1.1

MOTO HONDA CROSS

Twitter G+ Me gusta 0 Compartir

PRECIOS

FOTOS

VIDEOS

PRUEBAS

NOTICIAS

Otras marcas: [BMW](#), [Kawasaki](#), [Suzuki](#), [Triumph](#), [Yamaha](#) [Ver más marcas](#)



MODELO DE SCATALOGADO

PRECIO  
8.690 €

SEGURO DE HONDA CRF250R

Calcular seguro



[Ver más fotos](#)

Ficha técnica

Financiación

## Datos generales

Longitud total (mm)	2183
Anchura total (mm)	827
Altura total (mm)	1274
Distancia entre ejes	1486
Altura del asiento	957
Distancia libre al suelo	327
Peso	108,0



# Ficha técnica moto Gas Gas EC 250

Anexo 1.2

MOTO GA 3 GA 3 ENDURO

[Twitter](#) [G+](#) [Me gusta](#) [Compartir](#)

PRECIOS

FOTOS

VIDEOS

NOTICIAS

Otras marcas: [Bmw](#), [Honda](#), [Kawasaki](#), [Suzuki](#), [Triumph](#), [Yamaha](#) [Ver más marcas](#)



PRECIO

7.890 €

SEGURO DE GA 3 GA 3 EC 250

Calcular seguro



[Ver más fotos](#)

Ficha técnica

Financiación

## Datos generales

Longitud total (mm)	2145
Anchura total (mm)	810
Altura total (mm)	1235
Distancia entre ejes	1480
Altura del asiento	960
Peso	105,0

[PRECIOS](#)
[FOTOS](#)
[VIDEOS](#)
[PRUEBAS](#)
[NOTICIAS](#)

 Otras marcas: [BMW](#), [Honda](#), [Suzuki](#), [Triumph](#), [Yamaha](#) [Ver más marcas](#)


PRECIO  
8.349 €

SEGURO DE KAWASAKI KX250F

Calcular seguro



[Ver más fotos](#)

[Ficha técnica](#)
[Financiación](#)

## Datos generales

Longitud total (mm)	2172
Anchura total (mm)	825
Altura total (mm)	1260
Distancia entre ejes	1478
Altura del asiento	945
Distancia libre al suelo	324
Peso	104,5

[PRECIOS](#)
[FOTOS](#)
[VIDEOS](#)
[PRUEBAS](#)
[NOTICIAS](#)

Otras marcas: [BMW](#), [Honda](#), [Kawasaki](#), [Triumph](#), [Yamaha](#) [Ver más marcas](#)



PRECIO  
**8.350 €**

SEGURO DE SUZUKI RM-Z250

Calcular seguro



[Ver más fotos](#)

Ficha técnica

Financiación

## Datos generales

Longitud total (mm)	2170
Anchura total (mm)	830
Altura total (mm)	1270
Distancia entre ejes	1475
Altura del asiento	955
Peso	106,0

[PRECIOS](#) [FOTOS](#) [VIDEOS](#) [PRUEBAS](#) [NOTICIAS](#)

Otras marcas: [Bmw](#), [Honda](#), [Kawasaki](#), [Suzuki](#), [Triumph](#), [Yamaha](#) [Ver más marcas](#)



PRECIO  
**8.499 €**

SEGURO DE HUSQVARNA TE 250I  
2019

[Calcular seguro](#)



[Ver más fotos](#)

[Ficha técnica](#)

[Financiación](#)

## Datos generales

Distancia entre ejes	1495
Altura del asiento	960
Distancia libre al suelo	370
Peso	105,2

# -6061- (ALUMINIO – MAGNESIO – SILICIO)

## COMPOSICIÓN QUÍMICA

%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Otros elementos	Al
Mínimo	0,40		0,15		0,80	0,04			Otros Total	
Máximo	0,80	0,70	0,40	0,15	1,20	0,35	0,25	0,15	0,05 0,15	El resto

## PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS ( a temperatura ambiente de 20°C )

Estado	Características a la tracción					
	Carga de rotura Rm. N/mm <sup>2</sup>	Límite elástico Rp 0,2, N/mm <sup>2</sup>	Alargamiento A 5,65%	Límite a la fatiga N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la cizalladura $\tau$ N/mm <sup>2</sup>	Dureza Brinell (HB)
0	125	55	27	120	85	30
T4	235	140	21	180	150	65
T6	310	270	14	190	190	95

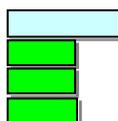
## PROPIEDADES FÍSICAS TÍPICAS ( a temperatura ambiente de 20°C )

Módulo elástico N/mm <sup>2</sup>	Peso específico g/cm <sup>3</sup>	Intervalo de fusión °C	Coefficiente de dilatación lineal 1/10 <sup>6</sup> K	Conductividad térmica W/m K	Resistividad eléctrica a 20°C - $\mu\Omega$ cm	Conductividad eléctrica % IACS	Potencial de disolución V
70,000	2,70	580-650	23,3	T4-155 T6-166	T4-4,3 T6-4,0	T4-40 T6-43	-0,83

## APTITUDES TECNOLÓGICAS

### SOLDADURA

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



### MECANIZACIÓN

Fracmentación de la viruta  
Brillo de superficie

Estado: 0



Estado: T6



### COMPORTAMIENTO NATURAL

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



### EMBUTICIÓN

Por expansión  
Embutición profunda

Estado: 0



Estado: T6

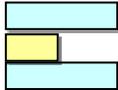


### FORJABILIDAD



### ANODIZADO

De protección  
Decorativo  
Anodizado duro



### RECUBRIMIENTO

Lacado  
Galvanizado Buena.  
Níquel químico Regular.



Mala, evitar.

## RADIOS DE PLEGADO

Estado	0,4<e<0,8 mm,	0,8<e<1,6 mm	1,6<e<3,2 mm,	3,2<e<4,8 mm,	4,8<e<6 mm,	6<e<10 mm,	10<e<12 mm,
0	0	0,5	1	1	1	1,5	2
T4	0,5	1	1,5	2,5	3	3,5	4
T6	1,5	2,5	3,5	3,5	4	4,5	5

Multiplicar el coeficiente por el espesor (e) de la chapa

# -6061- (ALUMINIO – MAGNESIO – SILICIO)

## CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA ALEACIÓN A DIFERENTES TEMPERATURAS

Estado	-195°C			-80°C			-30°C			+25°C			+100°C		
	Rm	Rp 0,2	A 5,65	Rm	Rp 0,2	A 5,65	Rm	Rp 0,2	A 5,65	Rm	Rp 0,2	A 5,65	Rm	Rp 0,2	A 5,65
T6	415	325	22	340	290	18	325	285	18	310	275	17	290	260	18

Estado	+150°C			+205°C			+260°C			+315°C			+370°C		
	Rm	Rp 0,2	A 5,65												
T6	235	215	20	130	105	28	50	34	60	32	19	85	21	12	95

Rm N/mm<sup>2</sup>; Rp N/mm<sup>2</sup>; A 5,65 %

Según normas A.A.

## TRATAMIENTOS DEL ALUMINIO

Estado	Tratamiento de puesta en solución T°C	Medio de temple	Tratamientos de maduración artificial. Mantenimiento a Tª en horas	Maduración natural.
T4	530°C± 5 °C	Agua a 40°C máx.		4 días mínimo
T6	530°C± 5 °C		(**) 8 horas a 175± 5°C ó 6 horas a 185± 5°C	

(\*\*) Este tratamiento da mejores características mecánicas y alargamiento.

Intervalo de temperatura de forja: 350° – 500°C

Recocido total: 420°C, con enfriamiento lento hasta 250°C

Recocido contra acritud: 340°C

1 kg / mm<sup>2</sup> = 9,81 N/mm<sup>2</sup>; 1N/mm<sup>2</sup> = 1MPa

## APLICACIONES

Se aplica en la industria para la fabricación de moldes, troqueles, maquinaria, herramientas, vehículos, ultraligeros, vagones de ferrocarril, industria naval, piezas de bicicletas, muebles, oleoductos, estructuras de camiones, construcciones navales, puentes, usos civiles y militares, calderería, torres y postes, construcción de calderas, motoras, aplicaciones aeroespaciales, cobertura de rotores de helicópteros, remaches, etc.

## OBSERVACIONES

Es una aleación desarrollada para cubrir en características mecánicas el campo entre la 6063 y las aleaciones del grupo AlCu y AlZn. El tiempo entre el temple y la maduración artificial no debe superar las 2 horas. Esta aleación que endurece por tratamiento térmico, tiene una buena aptitud a la soldadura pero pierde casi un 30% de la carga de rotura en la zona soldada.

# INFORMACIÓN TÉCNICA

## CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS TORNILLOS

Grupo	Calidad del producto	Clase de resistencia	Límites de los diámetros de rosca	Resistencia a la tracción $R_m^{1)}$ mín. N/mm <sup>2</sup>	Límite elástico convencional al 0,2% $R_{p0,2}$ mín. N/mm <sup>2</sup>	Alargamiento de rotura a $A_L$ mín.mm
Austenítico	A1, A2 y A4	50	≤ M 39	500	210	0,6 d
		70	≤ M 24	700	450	0,4 d
		80	≤ M 24	800	600	0,3 d

1) La resistencia a la tracción se calcula en función de la sección resistente de la rosca

## CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LAS TUERCAS

Grupo	Calidad del producto	Clase de resistencia	Límites de los diámetros de rosca d mm	Resistencia a la carga de prueba, $s_p$ mín. N/mm <sup>2</sup> Tuerca de tipo 1 ( $m \geq 0,8d$ )
Austenítico	A1, A2 y A4	50	≤ M 39	500
		70	≤ M 24	700
		80	≤ M 24	800

Calidad del producto	Composición química % <sup>1)</sup>								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
A1	0,12	1	6,5	0,2	0,15 - 0,35	16 a 19	0,7	5 a 10	1,75 a 2,25
A2	0,1	1	2	0,05	0,03	15 a 20		8 a 19	4
A4	0,08	1	2	0,045	0,03	16 a 18,5	2 a 3	10 a 15	1

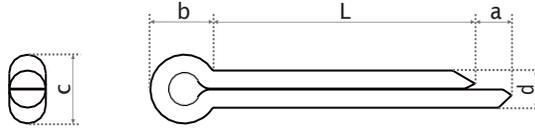
1) Los valores indicados son máximos.

- Los aceros de calidad A1 se destinan especialmente al mecanizado. Debido a su alto contenido en azufre esta clase de aceros tienen una menor resistencia a la corrosión.

- Los aceros inoxidable austeníticos normalmente suelen ser no magnéticos, sin embargo después de una deformación en frío puede detectarse un ligero magnetismo. Esto no modifica de manera significativa las características de inoxidable de estos aceros.

- Asimismo los aceros inoxidable para muelles pasan a ser magnéticos durante la deformación en frío, debido a que parte de la austenita se ha transformado en martensita, que es magnética. Cuanto mayor sea la dureza, mayor porcentaje de martensita obtendremos y por lo tanto mayor será su magnetismo.

## PASADOR ALETA SPLIT PINS



- Inox A2 ■
- Inox A4 ■
- Acero ■

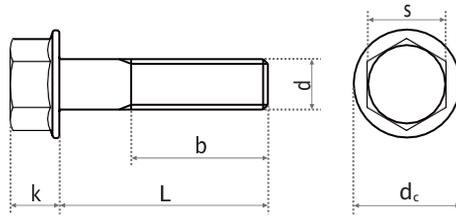
d* L	1	1,2	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	13
6	■	■	■	■								
8	■	■	■	■								
10	■	■	■	■	■	■						
12	■	■	■	■	■	■						
14	■	■	■	■	■	■						
16	■	■	■	■	■	■	■	■				
18	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
22	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
25	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
28	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
32	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
36	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
40	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
45	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
50			■	■	■	■	■	■	■	■	■	
56						■	■	■	■	■	■	
63							■	■	■	■	■	
71							■	■	■	■	■	
80							■	■	■	■	■	
90								■	■	■	■	
100								■	■	■	■	
112									■	■	■	
125										■	■	
140											■	

d <sub>mi.n.</sub>	0,8	1	1,3	1,7	2,1	2,7	3,5	4,4	5,7	7,3	9,3	12,1
d <sub>max.</sub>	0,9	1,1	1,4	1,8	2,3	2,9	3,7	4,6	5,9	7,5	9,5	12,4
b	3	3	3,2	4	5	6,4	8	10	12,6	16	20	26
c <sub>max.</sub>	1,8	2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,4	9,2	11,8	15	19	24,8
c <sub>max.</sub>	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4	4	4	4	6,3	6,3

\*diámetro nominal del agujero pasante

Medidas indicadas en mm

### TORNILLO HEXAGONAL CON COLLAR BISELADO HEXAGON FLANGE BOLTS

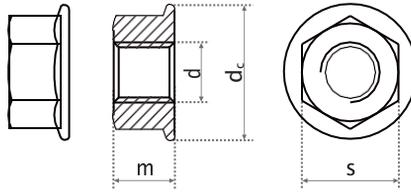


Inox A2  
 Acero 8.8 ■  
■  
 Acero 10.9 ■

d	M5	M6	M8	M10	M12	M16
L						
10	<span style="color: green;">■</span>					
12	<span style="color: green;">■</span>					
16	<span style="color: green;">■</span>					
20	<span style="color: green;">■</span>					
25	<span style="color: green;">■</span>					
30	<span style="color: green;">■</span>					
35	<span style="color: green;">■</span>					
40	<span style="color: green;">■</span>					
45	<span style="color: green;">■</span>					
50	<span style="color: green;">■</span>					
60	<span style="color: green;">■</span>					
70	<span style="color: green;">■</span>					
b	16	18	22	26	30	38
k <sub>max</sub>	5,4	6,6	8,1	9,2	11,5	14,4
s	8	10	13	15	16	21
d <sub>c</sub>	11,8	14,2	18,0	22,3	26,6	35,0

Medidas indicadas en mm

**TUERCA HEXAGONAL CON COLLAR BISELADO**  
**HEXAGON FLANGE NUTS**

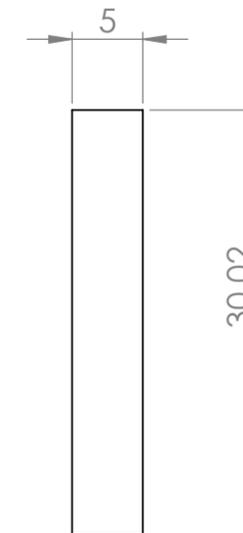
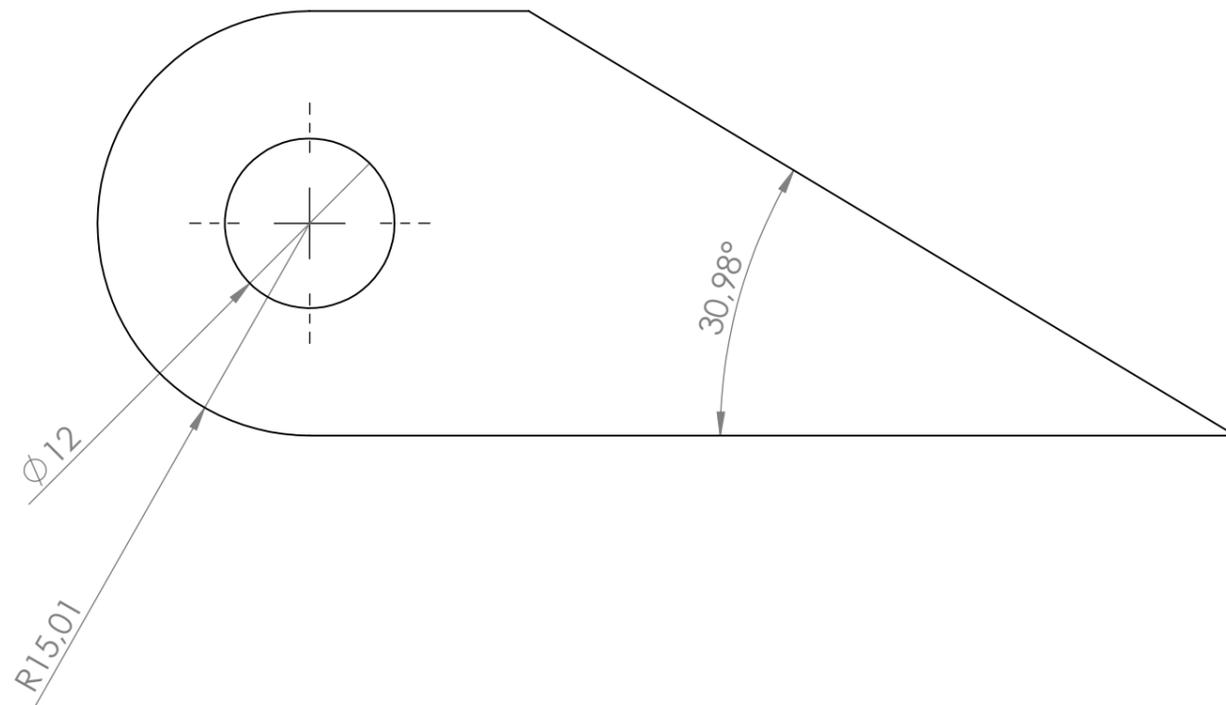
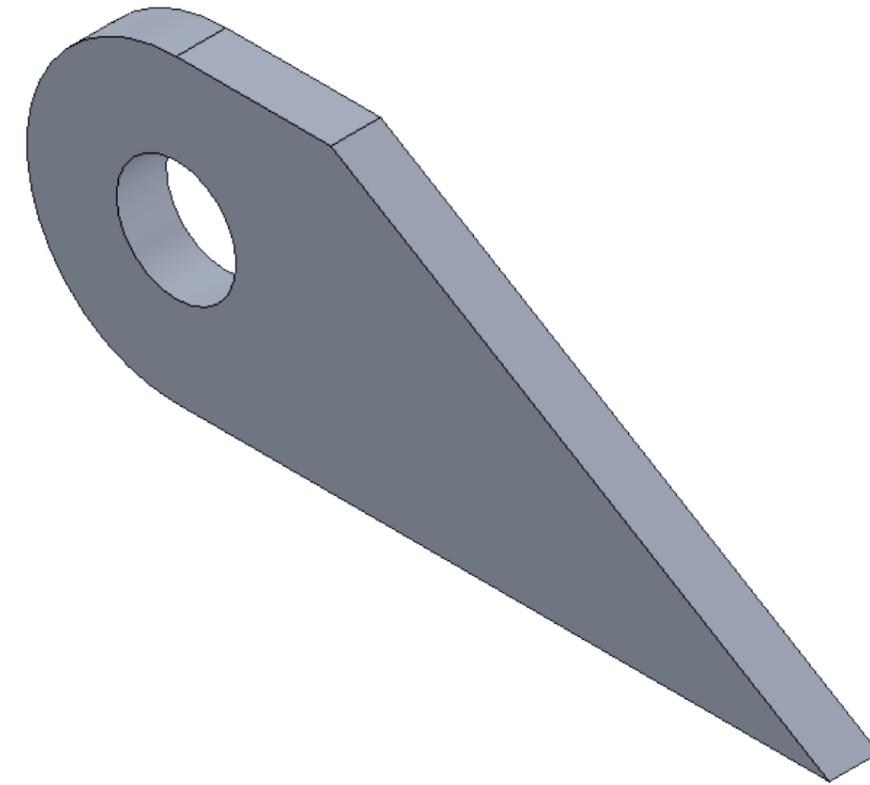
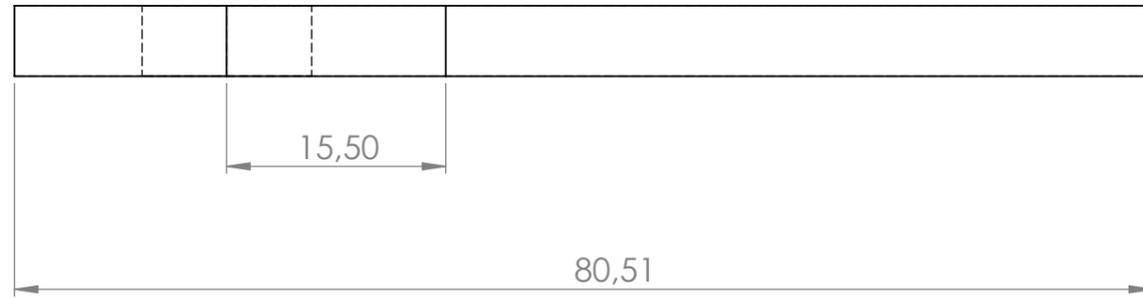


Inox A2 ■  
 Inox A4 ■  
 Acero C-8 ■

d		$d_c$ max.	$m$ max.	s
M4	■ ■ ■	10	4,65	7
M5	■ ■ ■	11,8	5	8
M6	■ ■ ■	14,2	6	10
M8	■ ■ ■	17,9	8	13
M10	■ ■ ■	21,8	10	15
M12	■ ■ ■	26	12	18
M16	■ ■ ■	34,5	16	24
M20	■ ■ ■	42,8	20	30

Medidas indicadas en mm

## **Anexos planos**



Universidad Pública  
de Navarra



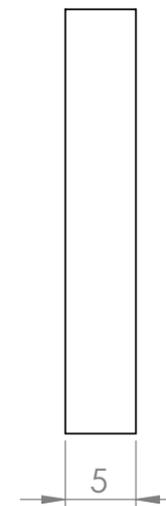
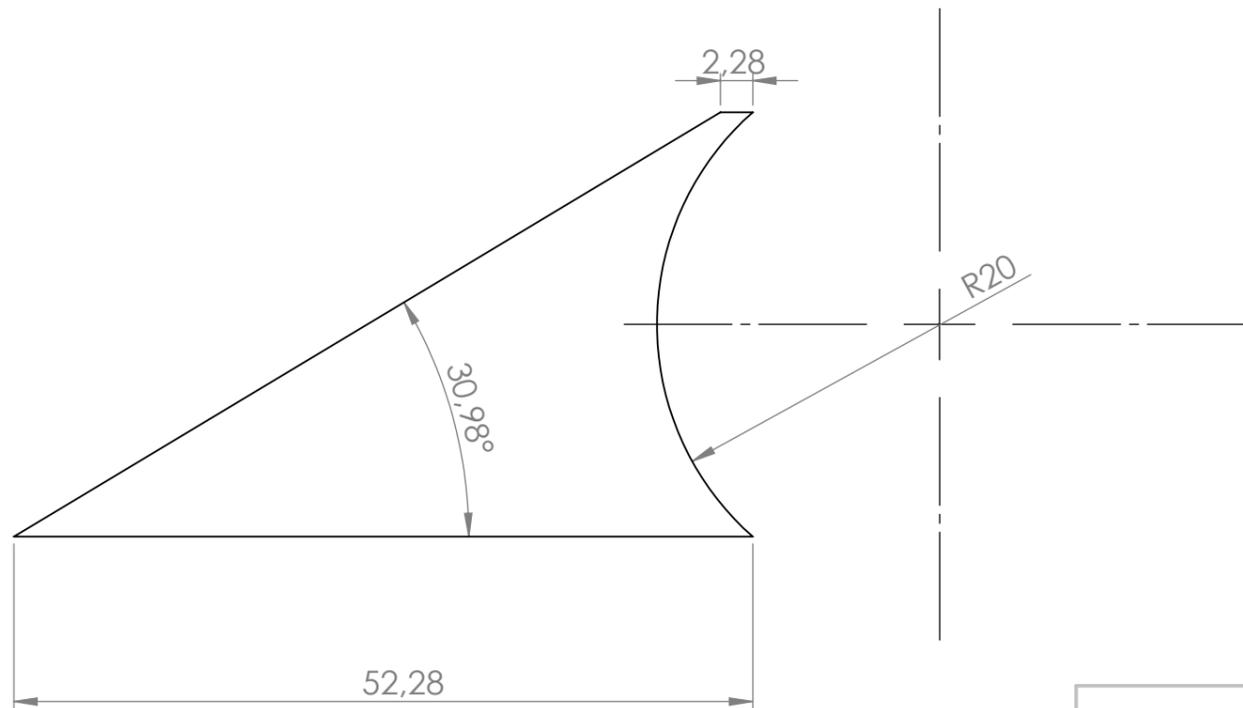
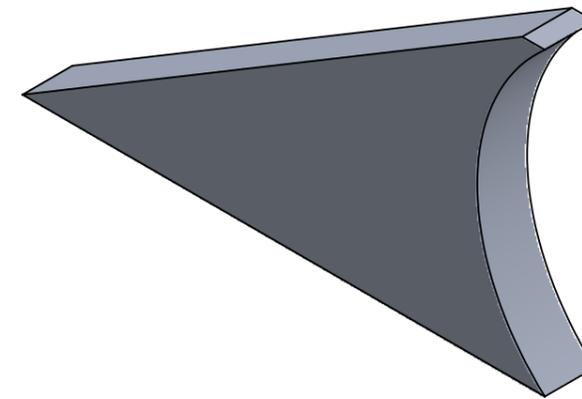
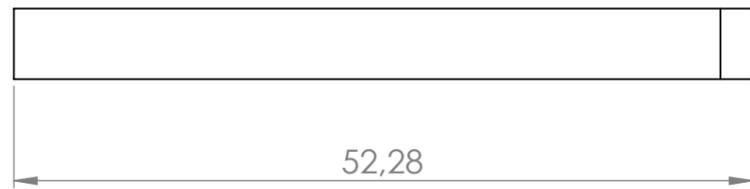
NOMBRE:	Garcés Galdeano	Alejandro
VERIF:		FECHA: 25-DIC-2018
INGENIERIA DE DISEÑO MECANICO		MATERIAL: Aluminio 6061 T6
		PESO:

N.º DE DIBUJO  
**arti\_plet\_corta**

A3

ESCALA:2:1

HOJA 1 DE 1



Universidad Pública  
de Navarra



NOMBRE: Garcés Galdeano Alejandro

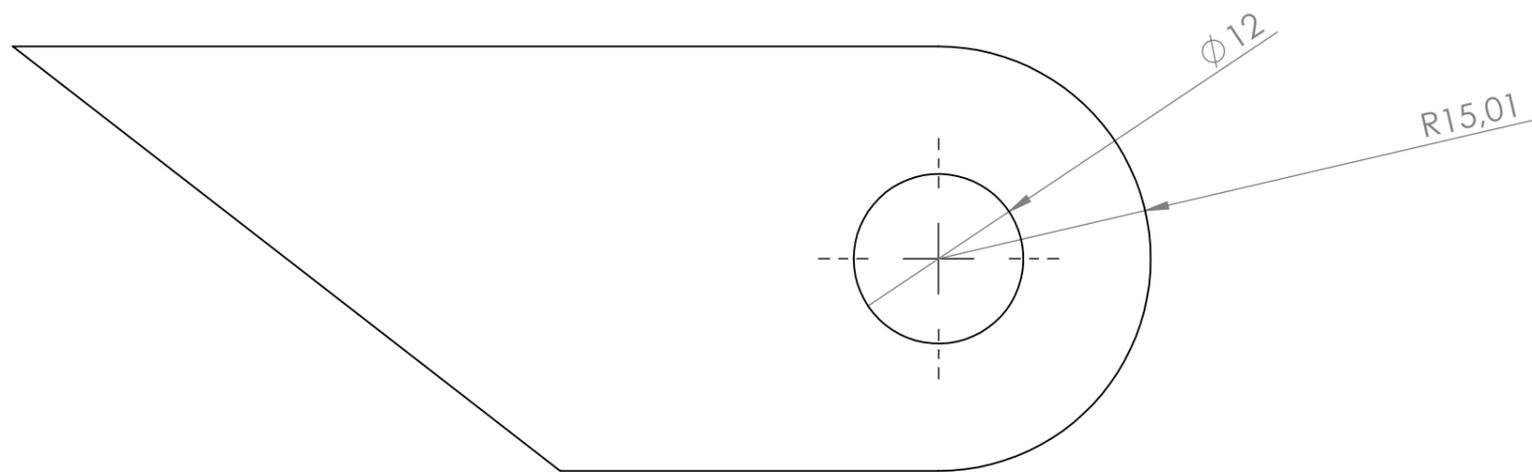
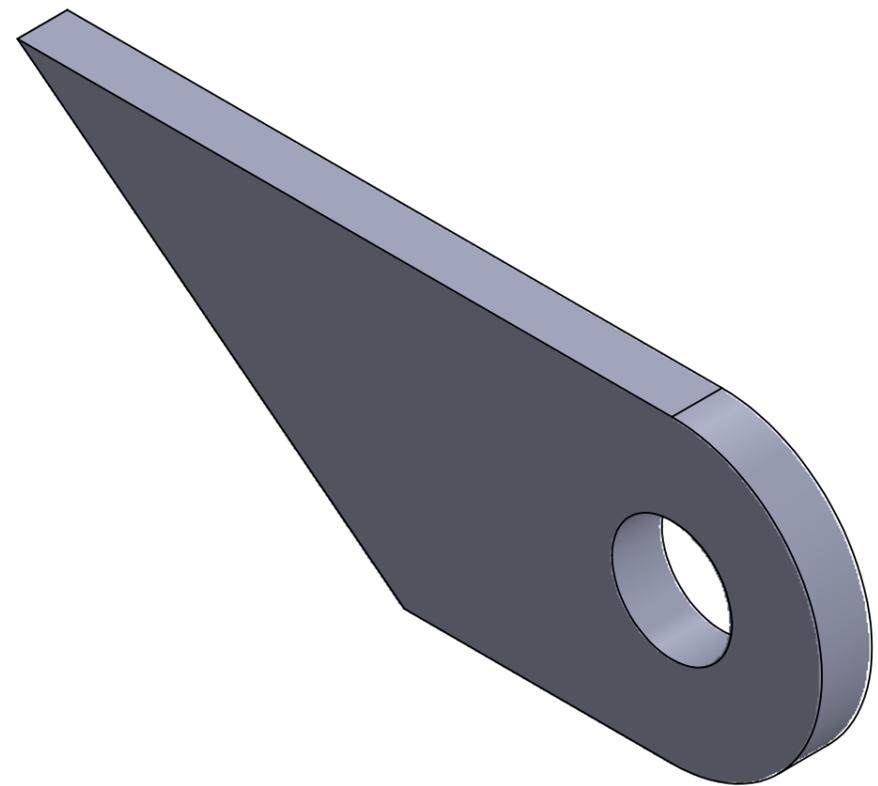
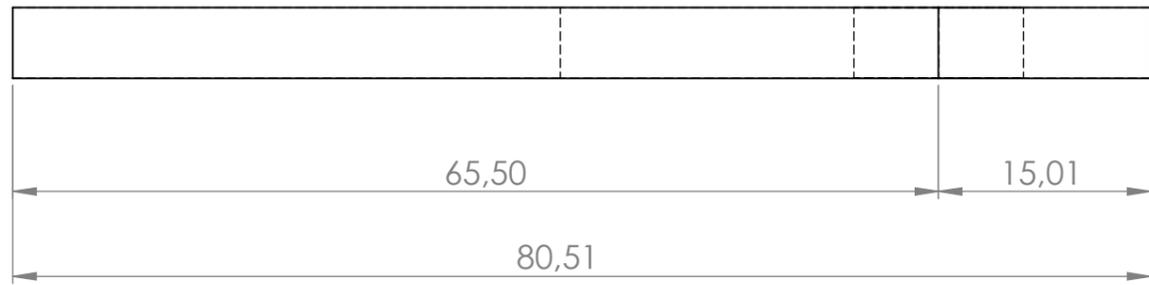
VERIF: FECHA: 25-DIC-2018

INGENIERIA DE DISEÑO  
MECANICO

MATERIAL:  
Aluminio 6061 T6

N.º DE DIBUJO  
arti\_plet\_corta2 A3

PESO: ESCALA:2:1 HOJA 1 DE 1



Universidad Pública  
de Navarra



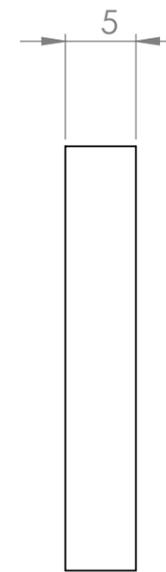
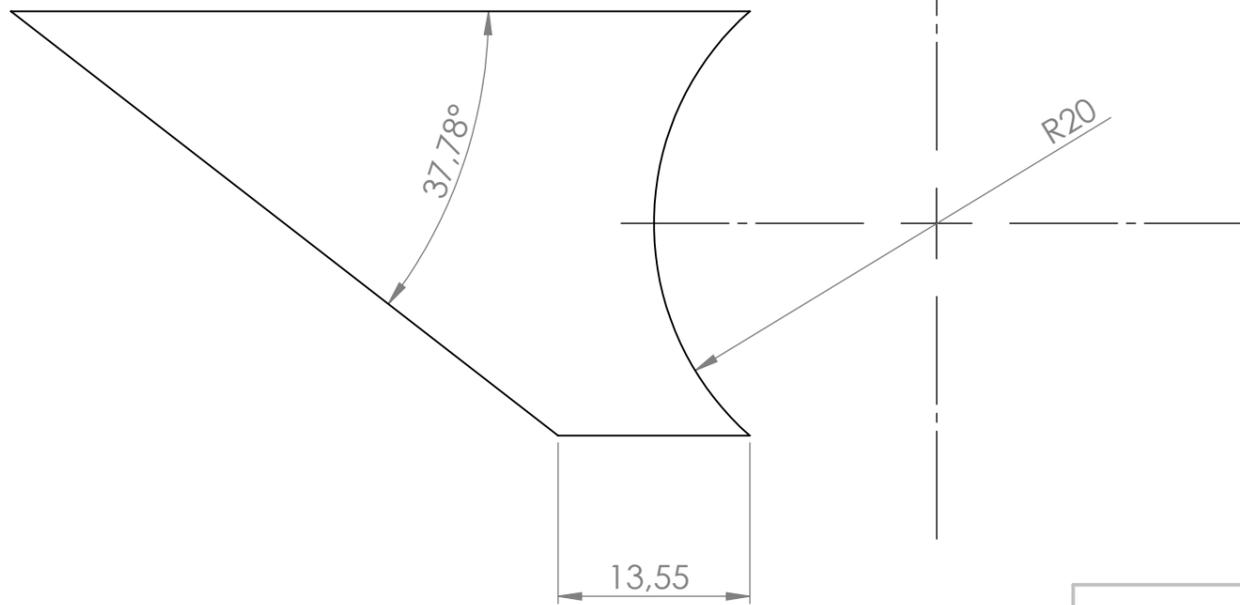
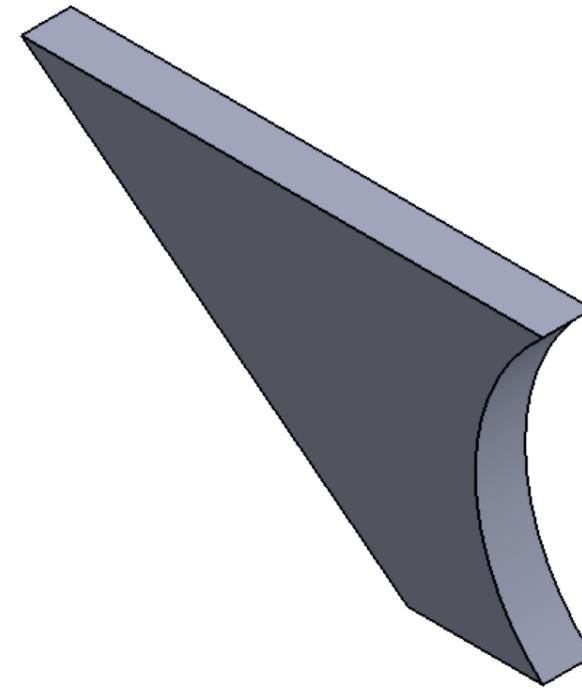
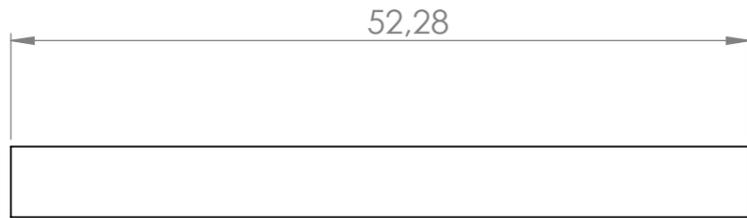
NOMBRE:	Garcés Galdeano	Alejandro
VERIF:		FECHA: 25-DIC-2018
INGENIERIA DE DISEÑO MECANICO		MATERIAL: Aluminio 6061 T6
		PESO:

N.º DE DIBUJO  
**arti\_plet\_larga**

A3

ESCALA:2:1

HOJA 1 DE 1



Universidad Pública  
de Navarra



NOMBRE: Garcés Galdeano Alejandro

VERIF: FECHA: 25-DIC-2018

INGENIERIA DE DISEÑO  
MECANICO

MATERIAL:  
Aluminio 6061 T6

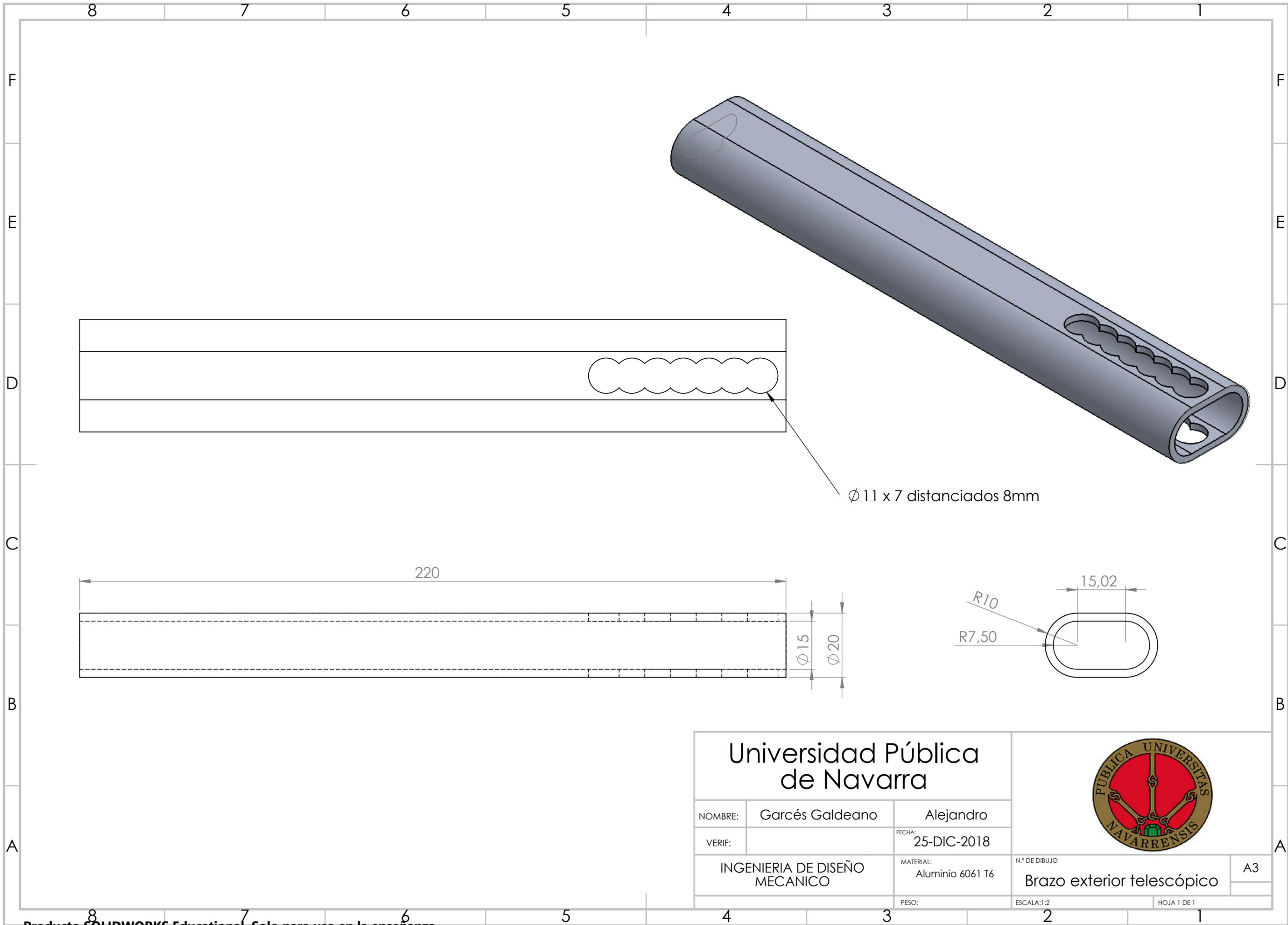
N.º DE DIBUJO  
arti\_plet\_larga2

A3

PESO:

ESCALA:2:1

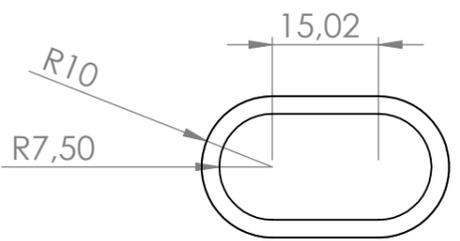
HOJA 1 DE 1



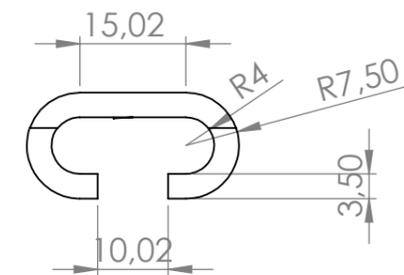
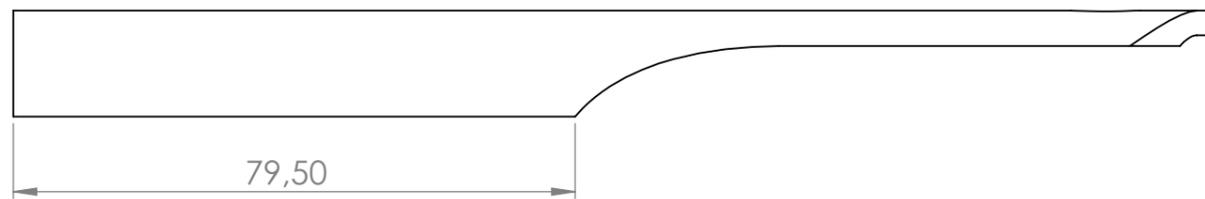
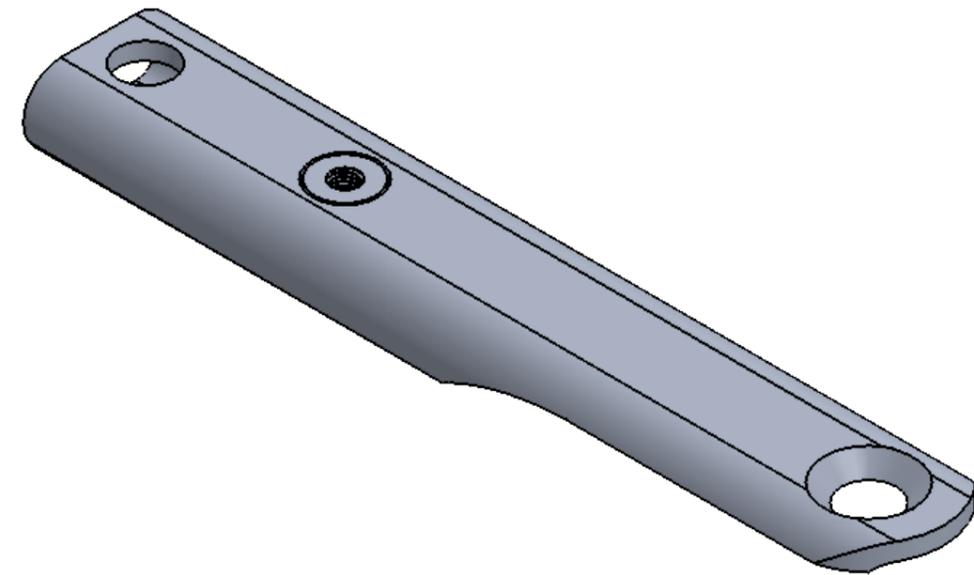
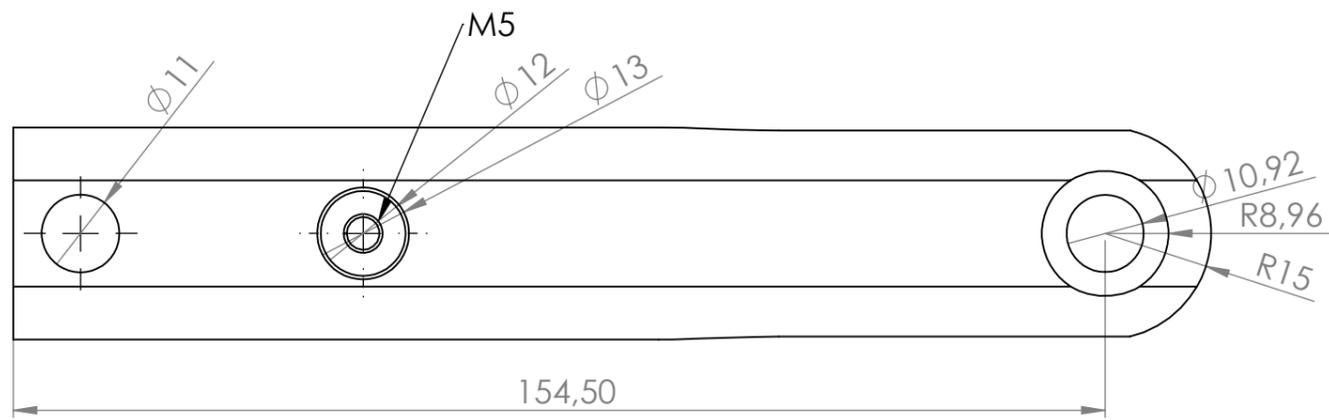
Ø 11 x 7 distanciados 8mm

220

Ø 15  
Ø 20



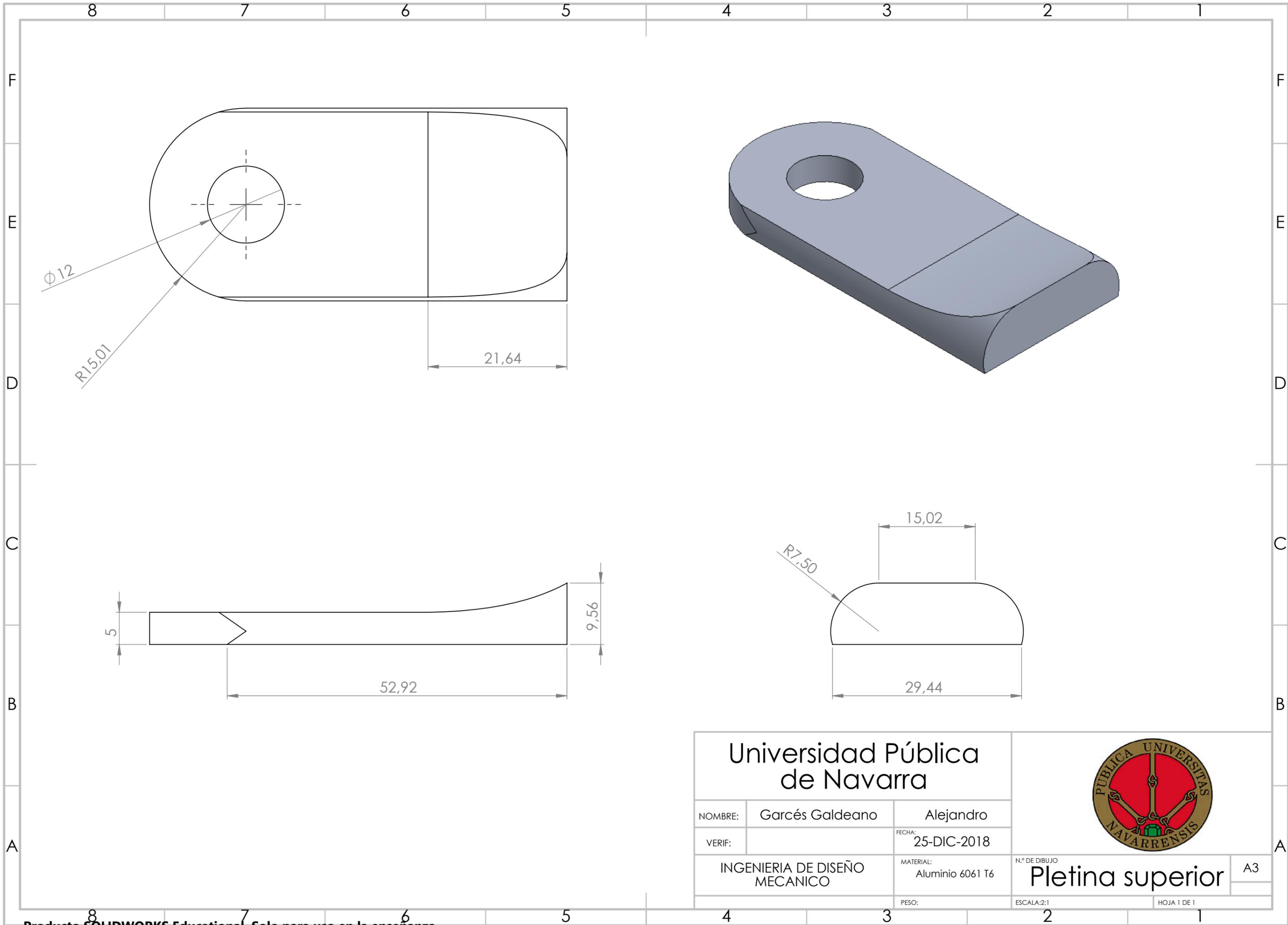
Universidad Pública de Navarra					
				NOMBRE: Garcés Galdeano	Alejandro
VERIF:	INGENIERIA DE DISEÑO MECANICO	FECHA: 25-DIC-2018	MATERIAL: Aluminio 6061 T6	N.º DE DIBUJO: Brazo exterior telescópico	A3
PESO:	ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1			



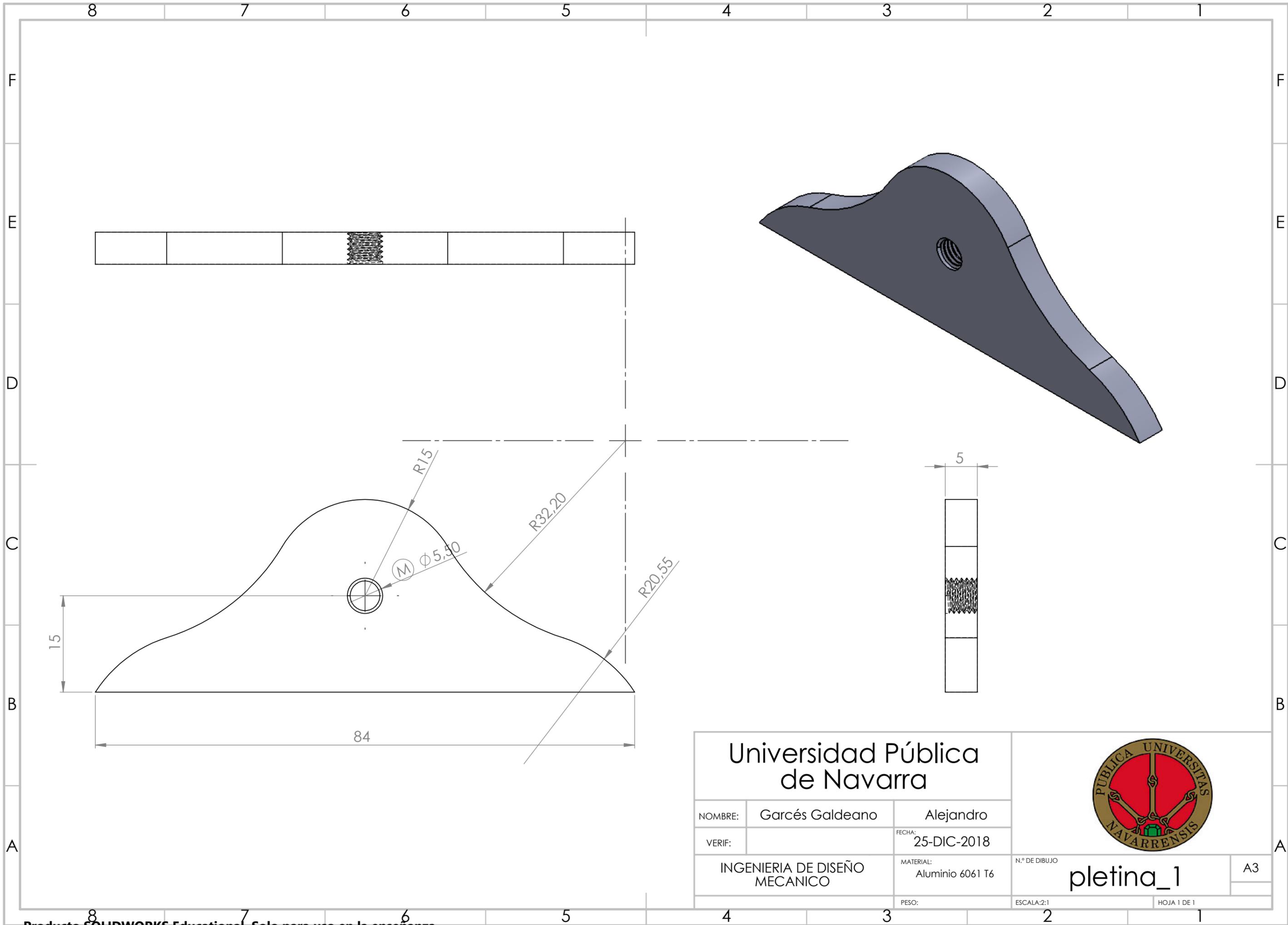
Universidad Pública  
de Navarra



NOMBRE:	Garcés Galdeano	Alejandro		N.º DE DIBUJO Brazo interior telescópico	A3
VERIF:		FECHA: 25-DIC-2018			
INGENIERIA DE DISEÑO MECANICO		MATERIAL: Aluminio 6061 T6	ESCALA:1:1	HOJA 1 DE 1	
		PESO:			

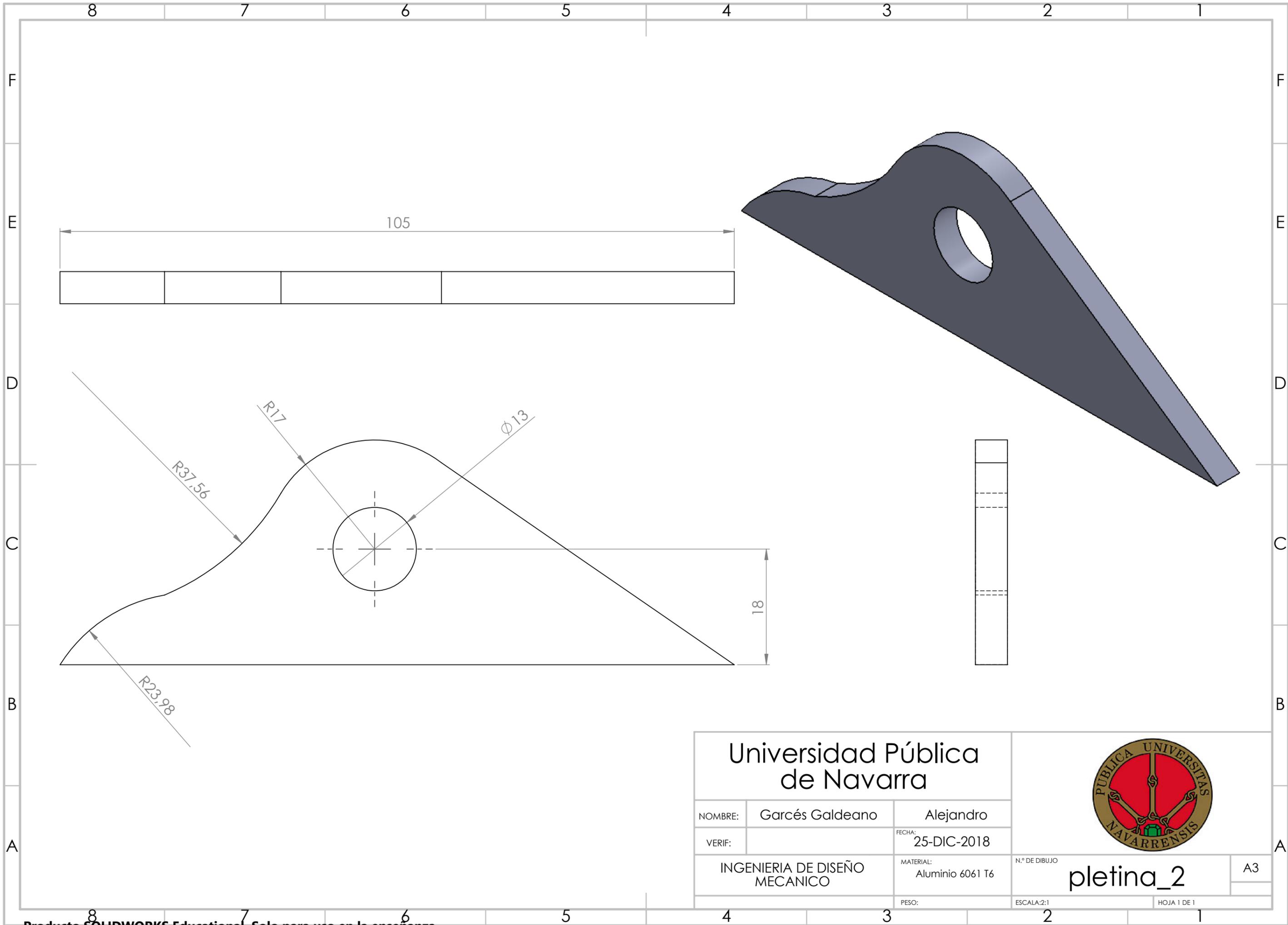


<b>Universidad Pública de Navarra</b>			
VERIF:	FECHA: 25-DIC-2018	MATERIAL: Aluminio 6061 T6	N.º DE DIBUJO: Pletina superior
INGENIERIA DE DISEÑO MECANICO	PESO:	ESCALA: 2:1	A3 HOJA 1 DE 1



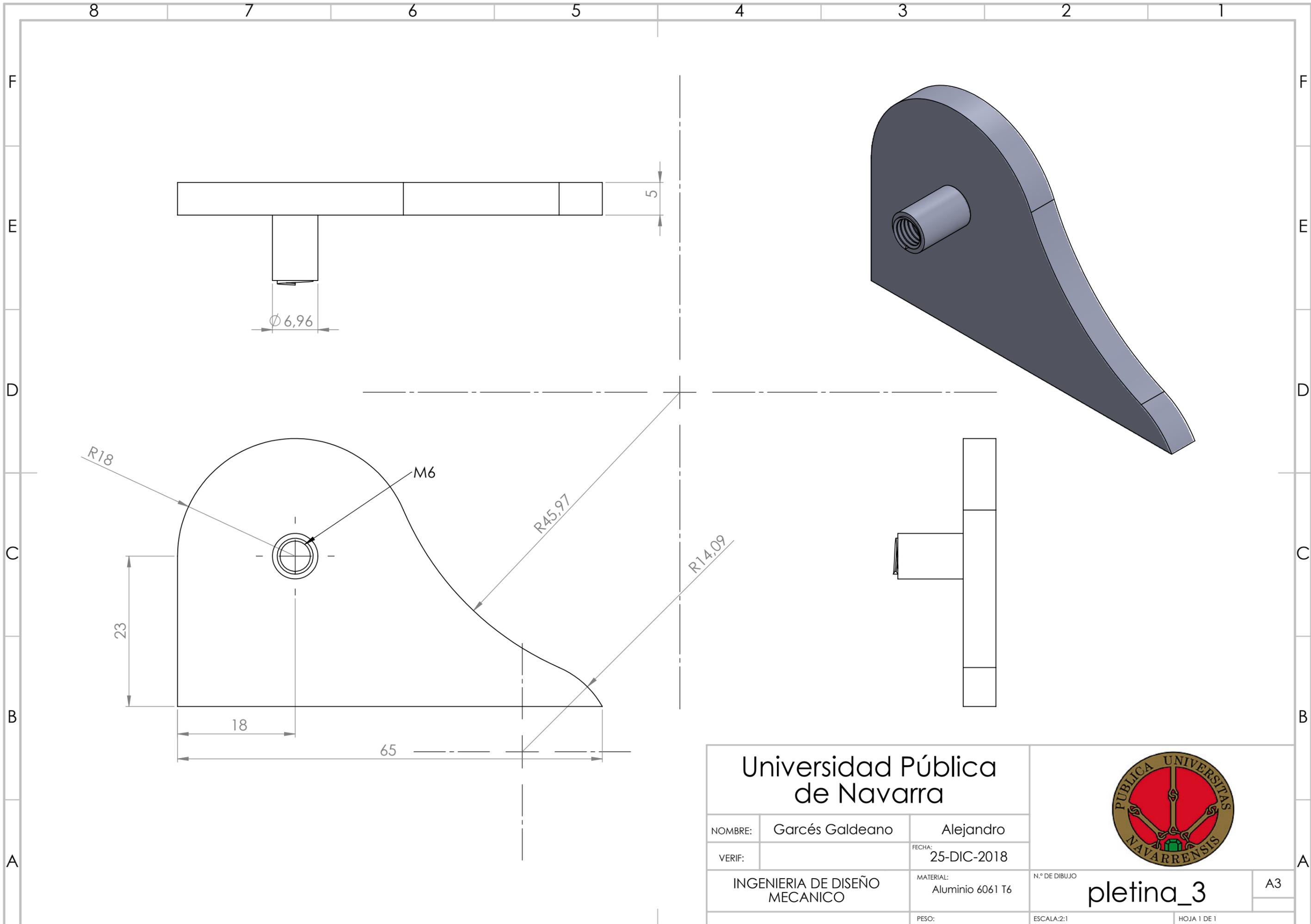
<p>Universidad Pública de Navarra</p>			
NOMBRE:	Garcés Galdeano	Alejandro	
VERIF:		FECHA:	25-DIC-2018
INGENIERIA DE DISEÑO MECANICO		MATERIAL:	Aluminio 6061 T6
		PESO:	

N.º DE DIBUJO	pletina_1	A3
ESCALA:2:1		HOJA 1 DE 1

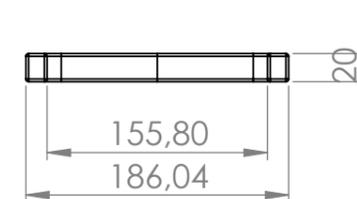
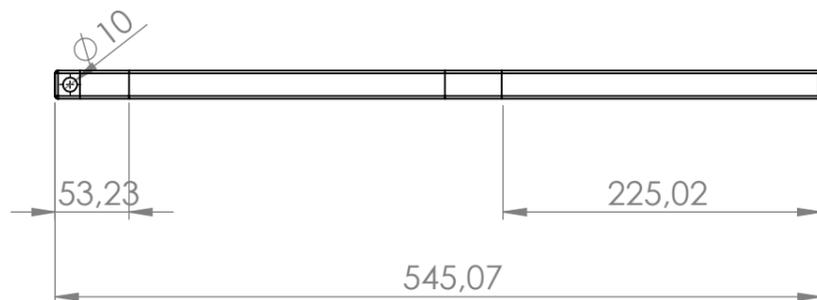
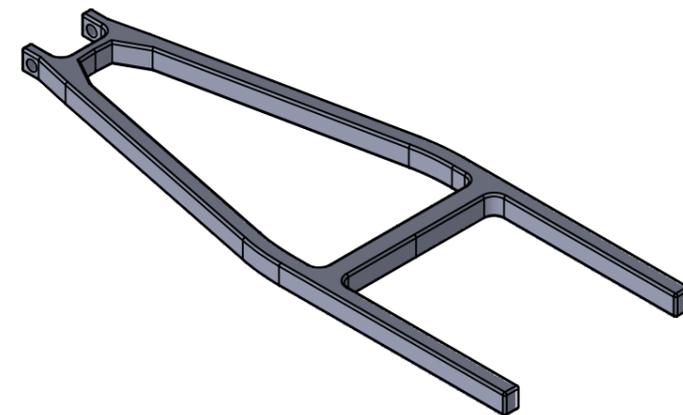
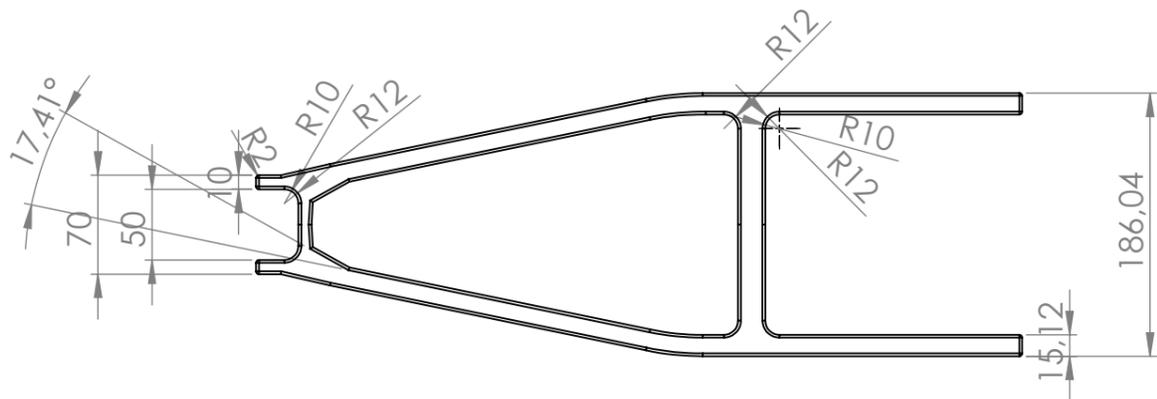


<p>Universidad Pública de Navarra</p>			
NOMBRE:	Garcés Galdeano	Alejandro	
VERIF:		FECHA:	25-DIC-2018
INGENIERIA DE DISEÑO MECANICO		MATERIAL:	Aluminio 6061 T6
		PESO:	

N.º DE DIBUJO	pletina_2	A3
ESCALA:2:1		HOJA 1 DE 1



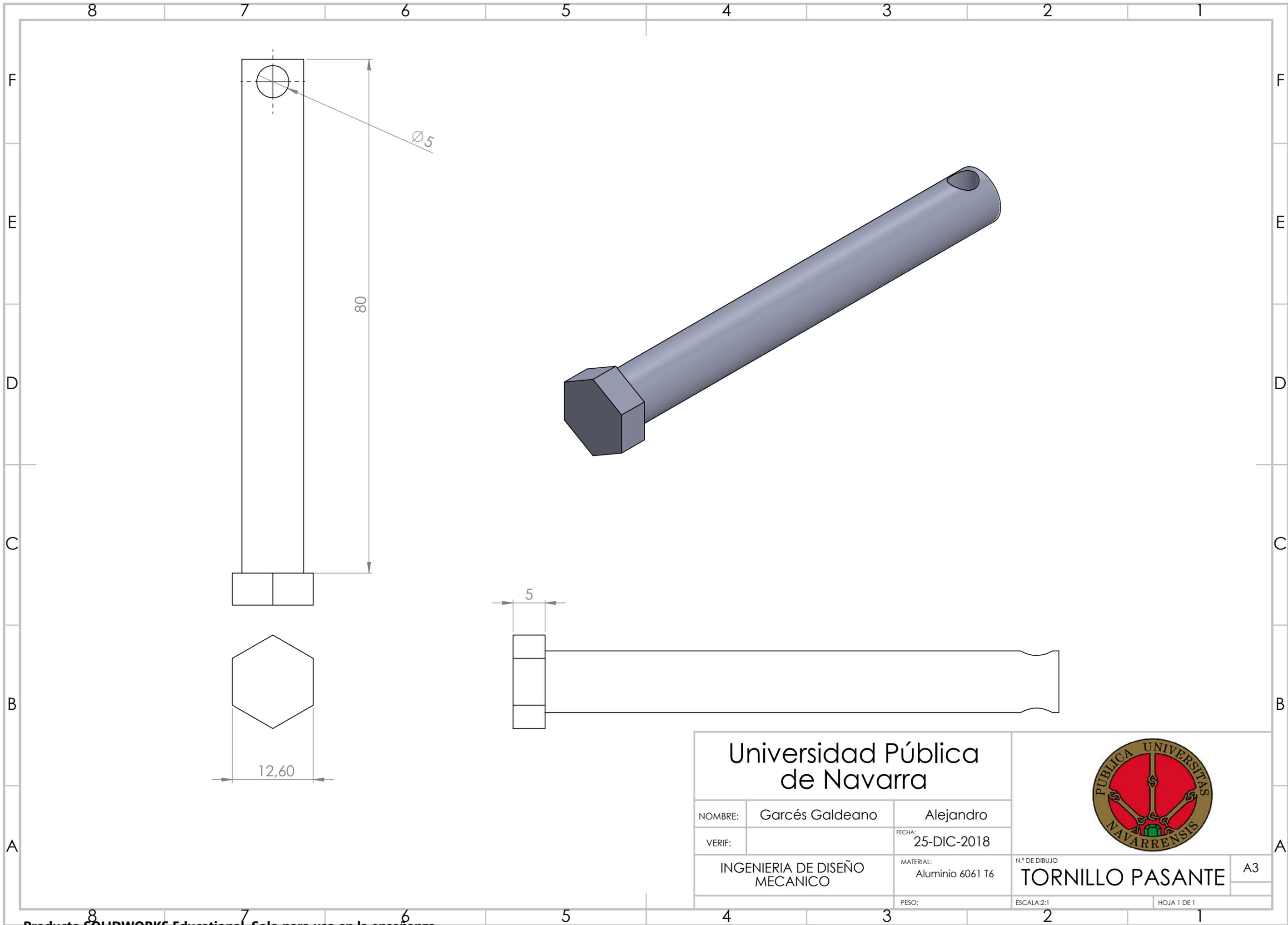
<p>Universidad Pública de Navarra</p>			
NOMBRE:	Garcés Galdeano	FECHA:	Alejandro
VERIF:			25-DIC-2018
INGENIERIA DE DISEÑO MECANICO		MATERIAL:	N.º DE DIBUJO
		Aluminio 6061 T6	pletina_3
		PESO:	A3
		ESCALA:2:1	HOJA 1 DE 1



Universidad Pública  
de Navarra



NOMBRE:	Garcés Galdeano	Alejandro	
VERIF:		FECHA: 25-DIC-2018	
INGENIERIA DE DISEÑO MECANICO		MATERIAL: Aluminio 6061 T6	N.º DE DIBUJO <b>Base Sub-chasis</b> A3
		PESO:	ESCALA:1:5 HOJA 1 DE 1



<b>Universidad Pública de Navarra</b>		
NOMBRE:	Garcés Galdeano	Alejandro
VERIF:		FECHA: 25-DIC-2018
INGENIERIA DE DISEÑO MECANICO		MATERIAL: Aluminio 6061 T6
		PESO:



N.º DE DIBUJO	<b>TORNILLO PASANTE</b>	A3
ESCALA: 2:1	HOJA 1 DE 1	