

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE
GRADO INGENIERÍA MECÁNICA



“DISEÑO DE UNA MOTOCICLETA DE
GEOMETRÍA VARIABLE”

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Mayo - 2021

AUTOR: Héctor Fernández Lloret.

TUTOR: David Abellán López.

AGRADECIMIENTOS:

No puedo comenzar el proyecto sin antes agradecer todo el apoyo incondicional que me han aportado dos personas que siempre han estado a mi lado. Han sabido animarme en mis horas flojas y orientarme en los momentos en los que he perdido el norte de toda una carrera. Siempre en mis pensamientos para seguir mejorando y para saber que puedo sacar lo mejor de mí en las cosas que me importan. Gracias Papá, gracias Mamá. Os quiero.

A todos mis amigos que han aportado su granito de arena en construir una idea tan emocionante como esta y me han hecho meditar profundamente todos los detalles que acompañan cada componente de la moto. Gracias familia.

Y sobre todo a mi tutor del proyecto, David, que me ha enseñado a trabajar como un ingeniero y a disfrutar con los retos más complicados, muchas gracias.



Inserción:

“You are on your own. You are not protected by two tons of steel, rubber, foam padding and safety glass. Neither are you steering two tons of guided missile toward other cars, people and property. If you are prepared to accept the responsibility of your own actions, then motorcycling can be both safe and thrilling. Riding is an art as well as a craft and no amount of explanation can take the place of experience.”

– Theresa Wallach.

ÍNDICE

1. Introducción.....	3
1.1. Justificación.....	3
1.2. Terminología.....	3
1.3. Antecedentes.....	11
2. Objetivo.....	17
2.1. Alcance del proyecto.....	17
3. Estudio de mercado.....	19
3.1. Análisis de datos.....	25
4. Diseño.....	30
4.1. Prediseño.....	31
4.2. Mecanismo del manillar.....	32
4.3. Mecanismo de la cúpula.....	40
4.4. Mecanismo del asiento.....	46
4.5. Mecanismo de los estribos.....	48
5. Cálculos.....	54
5.1. Mecanismo del manillar.....	54
5.2. Mecanismo de la cúpula.....	55
5.3. Mecanismo del asiento.....	61
5.4. Mecanismo de los estribos.....	62
6. Presupuesto.....	66
7. Conclusiones.....	69
7.1. Trabajos futuros.....	70
8. Bibliografía.....	71
Anexo I: Planos.....	73
Anexo II: Documentación técnica.....	124
Anexo II.A. Actuador del manillar. Transmotec.....	125
Anexo II.B. Tornillo de potencia. NSK.....	126
Anexo II.C. Actuador del sillín. SMC.....	128
Anexo II.D. Actuador de los estribos. Transmotec.....	131

1. INTRODUCCIÓN:

El objeto de este trabajo es el diseño de ciertos componentes presentes en cualquier motocicleta de manera que los componentes se transforman en sistemas electro-mecánicos capaces de variar su posición de origen.

Este proyecto nace debido a la multitud de estilos de motocicletas y a la pasión por cada una de ellas, intentando unificar los rasgos generales de ciertos estilos, en uno solo. Se basa en la modificación de algunos componentes comunes en todas las motos para poder adaptarse a distintas posiciones del piloto. De forma que sea el propio piloto quien elija, en una sola moto, su estilo preferido dependiendo del uso que quiera darle a la moto, ofreciendo así versatilidad y comodidad en la forma de conducción.

1.1 JUSTIFICACIÓN.

El mundo de las motocicletas está en continuo desarrollo y cada día emergen nuevos modelos o prototipos capaces de sorprender a aquellos más exigentes. Esta idea surge como respuesta a un mercado que todavía está por explorar y que poco a poco se van viendo indicios de accesorios más punteros en la personalización y únicos para darle un aspecto a la moto adaptada al confort y al gusto de cada piloto. Desde siempre los amantes de este método de transporte han sabido combinar su uso de transporte con el de ocio, y es por ello por lo que se crea este proyecto, para que se pueda experimentar una sensación de conducción 100% personalizable.

1.2 TERMINOLOGÍA.

Antes de adentrarse en los componentes a analizar en ambos modelos es conveniente analizar algunos términos importantes en el comportamiento de las motocicletas para saber cómo actuar ante las diferentes situaciones a las que pueden someterse a lo largo de su vida útil.

Aspectos generales a tener en cuenta para dicho análisis:

- **Geometría de dirección.**

La geometría de la moto está influenciada directamente por el chasis y por tanto por la dirección. Estas dos características deciden si una moto es estable a alta

velocidad, o por el contrario ágil y nerviosa, debiéndose encontrar entre todas ellas un compromiso que permita un uso racional para el usuario.

La estabilidad de la motocicleta está determinada principalmente por dos factores, el avance del eje de dirección respecto del punto de contacto de la rueda con el suelo, y el propio ángulo de dirección.

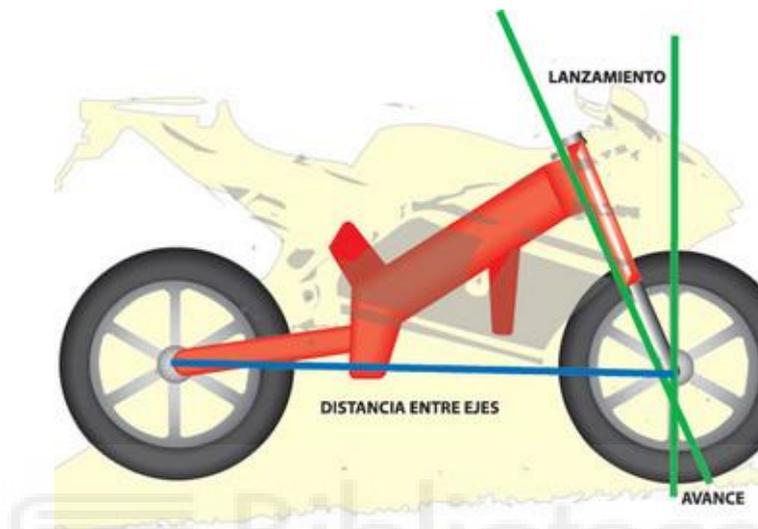


Ilustración 1

- La distancia entre ejes se trata de la separación entre los centros de las dos ruedas de la moto, o dicho de otra forma es la proyección de los centros de las ruedas sobre el plano horizontal del suelo. Una mayor distancia entre ejes repercute en una mayor estabilidad en línea recta, a costa de reducir su capacidad para entrar en curvas. Por el contrario, una distancia entre ejes corta convierte la moto en más ágil para entrar en curvas, mientras que la hace más nerviosa en rectas a alta velocidad. A la distancia entre ejes también se le conoce como batalla.
- Así mismo, el ángulo de lanzamiento se trata del ángulo que forma el eje de dirección con la vertical. Este parámetro afecta a la maniobrabilidad de la moto pero no a su comportamiento, al menos directamente. Indirectamente la modificación de dicho ángulo repercutirá en el avance.
- El avance es la distancia que existe entre el punto de contacto de la rueda con el terreno y la prolongación del eje de dirección. Esta distancia sirve

para impedir que el neumático delantero se desvíe de la dirección rectilínea. Por tanto a mayor distancia de avance, mayor estabilidad de autoalineamiento tendrá la moto, mientras que con una distancia corta la dirección será más nerviosa.

Estos tres parámetros afectan de manera significativa en la estabilidad y comportamiento de una motocicleta, sin embargo también hay que tener en cuenta el reparto de pesos. Reducir el peso siempre es algo buscado por los fabricantes. Por una parte se pueden alcanzar mayores prestaciones con las mismas potencias de motor, y por otra, las fuerzas que actúan sobre la motocicleta en movimiento son menores.

La situación de la masa en la motocicleta también influye sobre ella. Cuando una motocicleta aborda una curva, la fuerza centrífuga tiende a desplazarla hacia el exterior, manteniendo la trayectoria rectilínea. Por ello la moto debe inclinarse hasta que la resultante de la fuerza centrífuga quede compensada con la resistencia del neumático a desplazarse lateralmente, a derrapar.

Entonces dependiendo de la altura del centro de masas, para una misma fuerza centrífuga (que equivale a una misma velocidad) habrá que inclinar más la moto si éste se encuentra a una distancia menor del suelo.

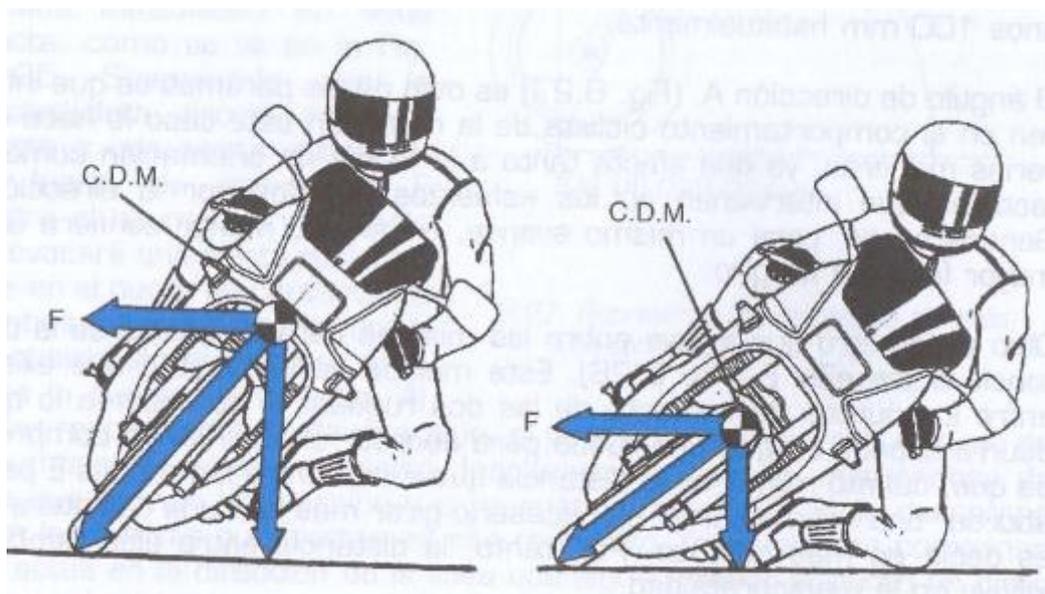


Ilustración 2

- La altura del centro de masa también influye notablemente sobre la transferencia de masa a los ejes durante las aceleraciones y las frenadas, que tiene lugar por el funcionamiento de las suspensiones. Esta situación es favorable dentro de unos límites, ya que al frenar, el peso se concentra en la rueda delantera, lo que conlleva un mayor agarre en estas situaciones. Lo mismo sucede en la situación contraria. Al acelerar, es la rueda trasera la que concentra el peso, de modo que la tracción aumenta.

Conviene tener presente, dada su decisiva importancia en el comportamiento dinámico de la moto, el concepto de las masas suspendidas y no suspendidas. Las masas no suspendidas son aquellas que acompañan a los sistemas de suspensión y amortiguación, y por tanto a las ruedas, en sus recorridos de aproximación y alejamiento hacia el bastidor (masas suspendidas).

- **Geometría dinámica.**

Hasta aquí únicamente se ha descrito la geometría de la moto cuando ésta se encuentra parada. Pero en cuanto se llena el depósito de gasolina y nos acomodamos en su asiento, las suspensiones ceden y la geometría comienza a variar: el centro de gravedad -y el peso- de moto y piloto sube, se acorta la distancia entre ejes, e incluso el reparto de pesos en ambos ejes varía afectando a la dirección y, por tanto, al avance.

Y en cuanto se inicia la marcha, todos los valores geométricos empiezan a cambiar. Así, por ejemplo, cuando se frena, el hocico de la moto se agacha, se comprime la suspensión delantera y se eleva la parte posterior. Como consecuencia, la distancia entre ejes se hace más corta, el ángulo de lanzamiento se vuelve más cerrado y el avance se reduce. En estas condiciones el comportamiento de la moto varía y se entiende perfectamente que con una distancia entre ejes y avance más cortos, la moto se hace más manejable ayudando a entrar mejor en curvas. También se carga más peso en el tren delantero, el agarre de ese neumático es más efectivo por la

presión que se le aplica sobre el suelo y, en cambio, el freno trasero resulta menos eficaz, ya que la rueda pierde adherencia.

La situación contraria se aplica en las aceleraciones: la suspensión delantera se alarga, así como el ángulo de lanzamiento y el avance.

- **Ergonomía.**

Independientemente del tipo de vehículo escogido por el usuario, ya sea “sport”, “adventure” o “custom”, lo finalmente decisivo para la elección de uno u otro es su ergonomía.

La ergonomía, podría decirse, es la ciencia que busca el máximo equilibrio entre seguridad y confort; se puede especificar diciendo:

”El objeto de la ergonomía es elaborar, con el concurso de las diversas disciplinas científicas que lo componen, un cuerpo de conocimientos que con una perspectiva de aplicación, debe desembocar en una mejor adaptación al hombre de los medios tecnológicos y de su entorno”. Definición sugerida en el I Congreso Internacional de Ergonomía (Estrasburgo, 1970).

Podríamos concluir y definir ergonomía como “Disciplina científica o ingeniería de los factores humanos, de carácter multidisciplinar, centrada en el sistema persona-máquina, cuyo objetivo consiste en la adaptación del ambiente a la persona con el fin de conseguir la mejor armonía posible entre las condiciones óptimas de confort y la eficacia del manejo de un sistema”.

Hay que distinguir dos tipos de ergonomía: Ergonomía preventiva y Ergonomía correctiva. La que se va a tratar en este estudio será la ergonomía correctiva, que se refiere al rediseño de un sistema ya existente debido al redimensionamiento y a la aplicación de nuevas tecnologías, como se explicará más adelante.

También cabe destacar que la ergonomía, que centra su atención en la relación máquina-persona, se puede establecer de forma manual, semiautomática y automática. En este objeto lo que se trata es conseguir un sistema lo más automatizado posible para así restar preocupación al conductor de modo que pueda centrar su atención en otras tareas.

APLICACIÓN DE LA ERGONOMÍA AL DISEÑO:

Se ha de basar en unos determinados criterios

- Criterios geométricos.
- Criterios de visibilidad.

Por tanto hay que tenerlos en cuenta para el diseño geométrico, para el diseño de mandos y sistemas de visualización. Esto significa que además de las diferentes variaciones de la posición, también se debe tener en cuenta la comodidad en el manejo de los mandos de conducción, así como de los accionamientos que activan dichas variaciones. La variación en la forma de la motocicleta no debe interferir en la funcionalidad y/o comodidad de esta. Por lo que todos estos parámetros se mantendrán constantes para una correcta conducción.

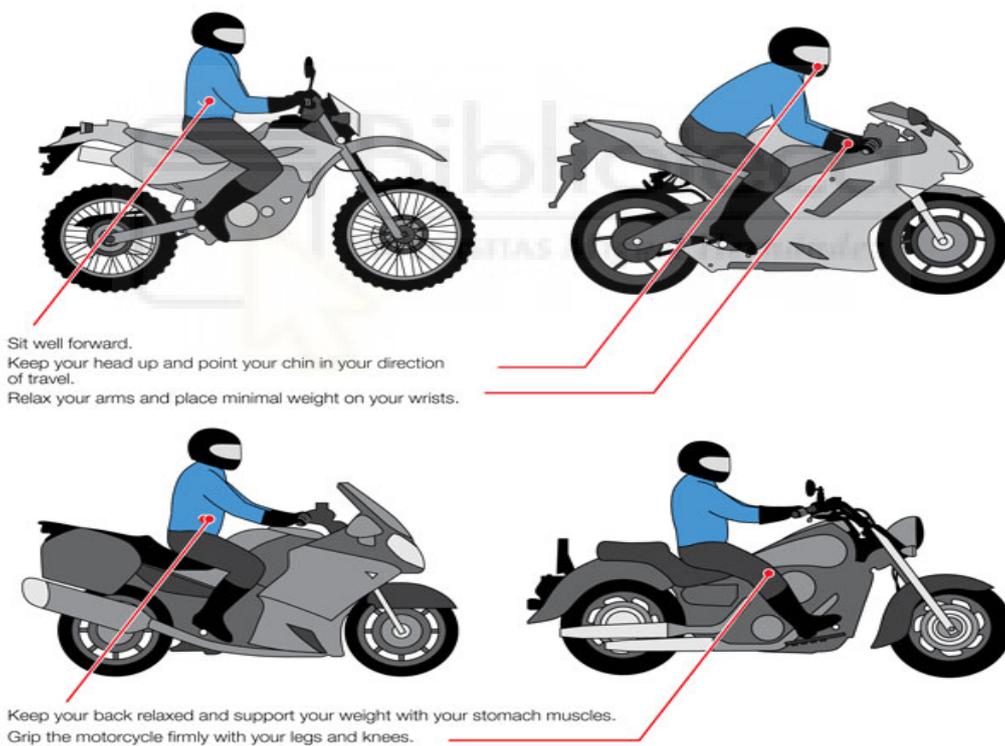


Ilustración 3

Así como es importante el comportamiento y la maniobrabilidad de la moto, también hay que prestar mucha atención a la comodidad y la ergonomía, que hacen que una moto te pida pasar más tiempo sobre ella o que te desmonte las articulaciones por cada

momento en que se monta. Por tanto se van a repasar las distintas posiciones que se adoptan dependiendo de la disposición de la motocicleta y su configuración.

Las posiciones de conducción están condicionadas por dos factores principales. El diseño de la motocicleta y la forma del cuerpo, ambas se pueden adaptar, pero solo hasta cierto punto. En total se pueden encontrar 3 posturas básicas de conducción: Estándar, deportiva y de crucero.

-Posición estándar o “vertical”:

Esta postura se llama "estándar" por una razón. De las tres posturas de conducción, la posición estándar es la más neutral. El piloto no está inclinado hacia adelante ni hacia atrás de ninguna manera. El cuerpo está erguido. La cabeza y los ojos están hacia arriba, mirando a través del camino del viaje. Para que las manos descansen cómodamente sobre las empuñaduras, los brazos deben estar extendidos, pero no hiper-extendidos. Debe haber suficiente holgura para que los codos permanezcan relajados y ligeramente doblados. Debería poder "batir sus alas" en esta posición. Las rodillas deben descansar contra el tanque y estar dobladas a una altura ligeramente más baja que las caderas. Los pies del piloto deben descansar sobre los reposapiés en un ángulo de 90 grados, colocados casi directamente debajo de las rodillas.

Cuando el piloto se sienta erguido y alto, esta posición permite una mayor visibilidad. Esto generalmente significa una altura del asiento más alta, lo que podría causar problemas a los pilotos que tienen piernas cortas y pueden tener problemas para poner ambos pies en el suelo. Debido a la posición erguida del cuerpo, también puede haber una mayor resistencia al viento. Desde la postura de conducción estándar, los pilotos pueden pararse fácilmente en las clavijas para superar un obstáculo. La posición estándar también se puede mantener para viajes largos por carretera o viajes cortos. En general, la postura estándar proporciona un excelente acceso a todos los controles y, a menudo, se prefiere en la mayoría de los recorridos para pilotos nuevos.

-Posición de crucero o “custom”:

Las “custom” se cuelgan hacia abajo y hacia atrás, lo que le da al piloto un aspecto relajado. El cuerpo del conductor está ligeramente reclinado, casi inclinado hacia la parte trasera de la motocicleta. Al igual que con todas las posiciones de conducción, la cabeza y los ojos miran hacia adelante a través del camino de viaje. Los brazos están más extendidos en esta posición que en otras, pero los codos aún deben estar doblados. Debido al grado de inclinación del cuerpo hacia atrás, algunos pilotos se extienden demasiado para alcanzar las empuñaduras, lo que puede causar fatiga, dolor en los hombros y rigidez muscular. Las rodillas deben estar dobladas y descansar contra el tanque a casi la misma altura que las caderas, y los pies deben descansar sobre las estriberas delante de las rodillas.

La postura de crucero es popular, y es comprensible, ya que la posición de conducción relajada permite una mayor extensión de las piernas. Al conducir, la posición de las piernas incluso se puede variar con la adición de reposapiés accesorios. Sin embargo, con los controles de avance, al piloto le resultará difícil pararse en las clavijas para cruzar un obstáculo sin poner peso en las empuñaduras. Las alturas más bajas de los asientos, que a menudo se encuentran con esta postura, brindan una base cómoda y plana.

-Posición deportiva o “sport”:

La conducción deportiva exige una inclinación hacia adelante. La cabeza del piloto está inclinada frente al cuerpo, con la cabeza y los ojos mirando a través del camino de viaje. La parte superior del cuerpo forma un ángulo frente a las caderas. El estómago descansa contra el tanque, mientras que los músculos de la espalda y las piernas soportan el peso de la parte superior del torso. Los brazos están relajados y los codos doblados. Las rodillas también se doblan y se sostienen contra el tanque, con los pies apoyados en los reposapiés en una posición detrás de las rodillas.

La postura deportiva es una posición aerodinámicamente superior que resulta en la menor cantidad de resistencia al viento para el piloto. Se puede mejorar el rendimiento de conducción, particularmente en curvas. Sin altura, la capacidad de ver a lo lejos en la

carretera se reduce y la posición de conducción suele ser estrecha, lo que puede ser difícil de sostener durante más de un par de horas.

1.3 ANTECEDENTES.

A continuación se detallan algunos ejemplos de geometrías variables que han ido surgiendo a través de los años para cubrir las necesidades sociales de cada momento y sobre todo las ambiciones de cualquier inventor:

-Yamaha Morpho. Prototipo de los años 90.

Al inicio de los años 80 el mercado de las motos deportivas de alto rendimiento había comenzado su apogeo. Las grandes compañías se pusieron a buscar nuevos y diferentes productos. Fue en 1989 cuando la marca Japonesa Yamaha presentó su propia interpretación de cómo podían verse las motocicletas del futuro, llamada Morpho 1 en el Tokio Motor Show.



Ilustración 4

El nombre derivó del hecho de que tanto como el manillar, los estribos y el asiento podía ser ajustado a placer por el piloto para así adaptarla mejor a sus necesidades.

Diseñada para Yamaha por GK Dynamics, tenía un extraordinario diseño aerodinámico que integraba el sistema de escape en un carenado inferior.

El motor seleccionado también era algo excepcional. Unos cuatro cilindros de 1003 cc capaz de sacar una potencia de 110 hp; y con tan solo un peso de 317 kg, la Morpho era capaz de alcanzar los alucinantes 306 km/h de velocidad máxima.

Patentes de HONDA

Ahora Honda se ha apropiado la idea patentando con el fin de proteger la propiedad intelectual, lo que supone una única e interesante tecnología. Las patentes muestran en la generación previa de la CBR100RR “Fireblade Super Sport”, que junto a su agresiva posición de conducción se configura otra de posición más erguida, como la de un turismo deportivo. Una motocicleta que ofrece dos posiciones de conducción diferentes.

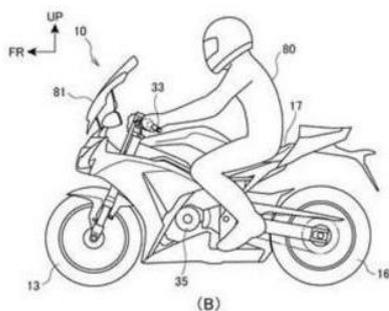
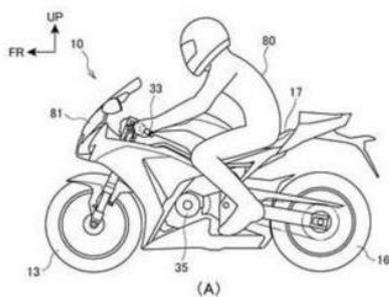


Ilustración 6

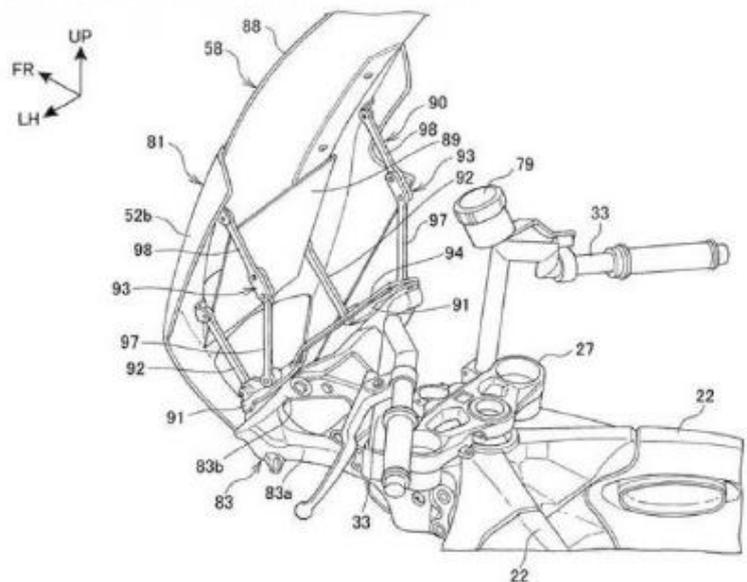


Ilustración 5

De acuerdo con las patentes, el clip-on del manillar que ajustan la altura que se espera que sea motorizado y operado con un pulsador.

Además, la cúpula frontal parabrisas podrá ajustarse a distintas alturas electrónicamente.

Según Honda, esta no es una tecnología totalmente nueva pero sí para una motocicleta super deportiva. Además, a diferencia de la mayoría de los parabrisas ajustables electrónicamente, la tecnología que integra puede mover la unidad hacia delante y hacia arriba para una posición más amigable para el turismo.

- **La motocicleta eléctrica DAMON**

La marca canadiense Damon presenta un prototipo de motocicleta eléctrica cuya geometría puede adaptarse a las características del piloto y de la carretera. Basa su diferenciación frente a la competencia en facilitar el ajuste del piloto a la máquina, además de incluir nuevas tecnologías para aumentar la seguridad.

La motocicleta permite que el piloto ajuste la geometría de la misma a su gusto. Sus tres ajustes eléctricos añaden comodidad y seguridad. El manillar, el asiento y los reposapiés pueden situarse en la posición en la que el piloto se encuentra más cómodo. Además, en teoría, también sería posible modificarlos en marcha para disponer de una geometría más deportiva en las zonas viradas del recorrido y en una motocicleta de cruce en las largas rectas.

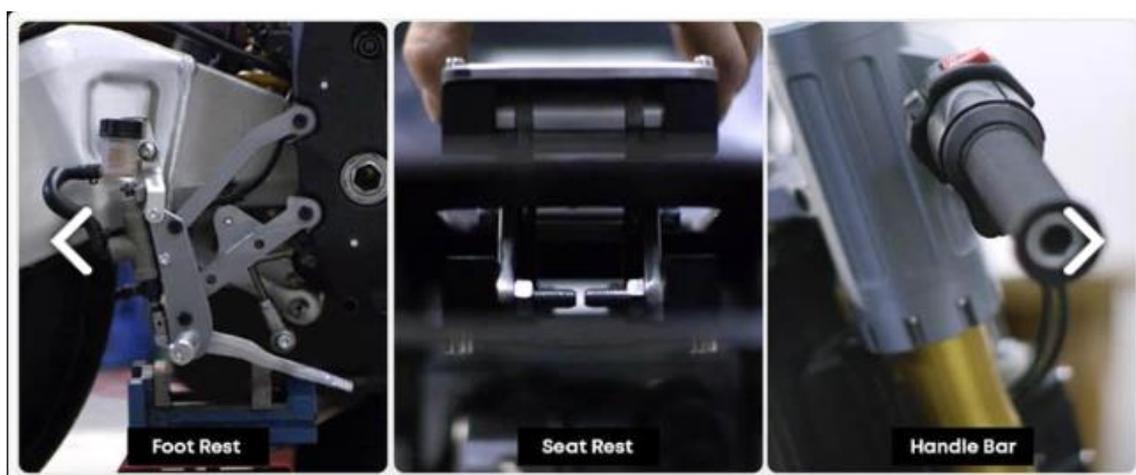


Ilustración 7

- **Patente de sistema de dirección con geometría variable.** Universidad de Málaga.

Lo que propone esta patente es un sistema de dirección basado en un mecanismo con geometría variable que permite un ajuste rápido y sencillo de la geometría de la dirección del vehículo, lo que permite modificar su comportamiento durante la conducción. Más concretamente, el sistema de dirección de la invención permite ajustar el offset y el ángulo relativo entre la horquilla y el eje de la dirección de manera simultánea; y poder así corregir los efectos negativos que se produzcan sobre otras cotas geométricas.

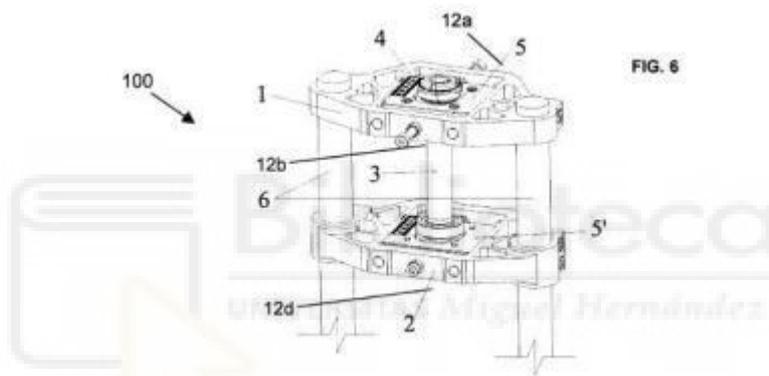


Ilustración 8

- **Prototype Variable Caster Angle.** P&SM.

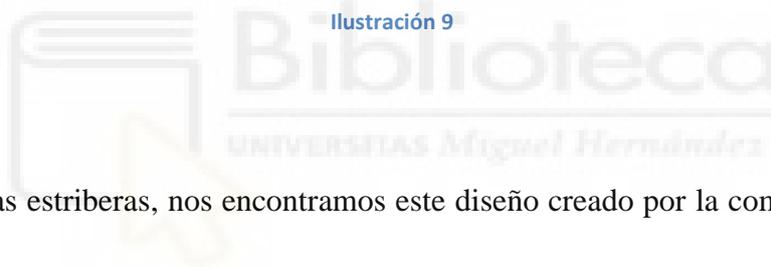
Este prototipo puede variar el Ángulo de la rueda delantera para ofrecer una experiencia “adventure” completa pudiendo variar el ángulo de ataque de entre 22° hasta 29° con la vertical.

En este caso los elementos móviles de adaptación se han centrado en el chasis, de modo que varía de forma automatizada tanto en estático como en orden de marcha.

El objetivo de este proyecto no va dirigido a cambiar la posición del conductor para tener diferentes modos de conducción, sino de que el piloto pueda variar el ángulo de lanzamiento para reducir la fatiga durante la conducción y así mejorar la ergonomía en largas travesías o en cambios bruscos de terreno.



Ilustración 9



En cuanto a las estriberas, nos encontramos este diseño creado por la compañía italiana *LighTech*.

- **Rear sets controls.**

Se trata de un set completo con las estriberas y las palancas de control de la motocicleta, diseñado para poder ajustarse a gusto del piloto. La chapa que ejerce como chasis del conjunto dispone de distintos agujeros roscados permitiendo así diferentes posiciones de anclaje al propio chasis de la motocicleta, del mismo modo que las palancas pueden ajustarse a diferentes tallas de bota.



Ilustración 10

De forma que se cubre un alto grado de personalización para los pilotos más exigentes con el rendimiento de conducción y su confort.

También se pueden encontrar prototipos de chasis variables, que adaptan la posición de conducción redistribuyendo el centro de masas, alargando o acortando la longitud total del biciclo.

- Bicicleta diseñada con un marco central fijo y con todas sus uniones móviles.



Ilustración 11

2. OBJETIVOS.

Con el objetivo de seguir mejorando el concepto de “motocicletas” que lleva desarrollándose desde su aparición en 1867 para convertir este vehículo, no solo en un transporte sino en una experiencia. A lo largo del tiempo ha habido diferentes variaciones de este concepto añadiendo o modificando tanto la estructura como su imagen, para ofrecer distintas versiones para moverse. Hoy en día se encuentran muchísimos estilos y es por ello que se ha querido analizar distintos modelos de motocicletas para poder sacar los aspectos que los relacionan y así justificarlos.

En este trabajo se ha querido analizar los estilos más diferenciados como son las “sport” y las “adventure” para abarcar un mayor rango de opciones a la hora de conducción.

Por lo tanto el objeto de este proyecto es el diseño de una serie de componentes pensados para servir de accesorios o complementos para cualquier motocicleta. Así que se ha querido modelar un prototipo de motocicleta, basado en la familia de las Kawasaki de motor 650 cc, para adaptar todos estos componentes a las características esenciales de dicha gama. De forma que el resultado final pueda considerarse un híbrido entre los dos estilos que se han mencionado anteriormente, únicamente incorporando los mecanismos y piezas modificadas para dicho objeto, considerándolos como accesorios únicos para este tipo de modelos. De manera que se pueda estudiar y analizar cada motocicleta en particular para diseñar los componentes que aquí se detallan.

Así se estudiarán los componentes para poder implantar los mecanismos en el manillar, la cúpula, el asiento y los estribos.

2.1 ALCANCE DEL PROYECTO.

Este trabajo comprende el diseño y dimensionamiento de una serie de componentes mecánicos basados en las geometrías de los modelos “sport” y “adventure” de la marca Kawasaki con el fin de generar una motocicleta funcional y adaptable a distintas posiciones de conducción. Por lo que únicamente se realiza un diseño completo en formato CAD junto con los análisis geométricos de la motocicleta.

Queda fuera del alcance de este trabajo el diseño de los sistemas electrónicos y sistemas de control de los mecanismo de diseño. Tampoco se ha realizado el análisis dinámico de las prestaciones de la motocicleta en las posiciones que ésta podrá adquirir gracias a los mecanismos.



3. ESTUDIO DE MERCADO.

A continuación se muestran las características técnicas de los modelos “Adventure & Sport” más relevantes de cada marca.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS POR MODELOS

PARTE CICLO.

BMW F 750 GS (77cv)

- Chasis: Multitubular de acero
- Sus. Delantera: Horquilla telescópica 41mm. Recorrido. 151mm
- Sus. Trasera: Basc. Doble brazo monoamortiguador. Reco. 177mm
- Neum. Delantero: 110/80-19
- Neum. Trasero: 150/70-17

BMW R 1200 RS (125cv)

- Chasis. Doble viga de tubos de acero
- Sus delantera: Horquilla telescópica inv. Recorrido. 140mm
- Sus. Trasera: Monobrazo. Reco.140mm
- Neum. Delantero: 120/70-17
- Neum. Trasero: 180/55-17

HONDA CB 500X (47cv)

- Chasis: Diamante en tubo de acero
- Sus. Delantera: Horquilla telescópica 41mm. Recorrido. 140mm
- Sus. Trasera: Basc. Doble brazo monoamortiguador. Reco. 118mm
- Neum. Delantero: 120/70-17
- Neum. Trasero: 160/60-17

HONDA CBR 500R (48cv)

- Chasis: Diamante en tubo de acero
- Sus. Delantera: Horquilla telescópica 41mm. Recorrido. 108mm
- Sus. Trasera: Basc. Doble brazo monoamortiguador. Reco. 104mm
- Neum. Delantero: 120/70-17
- Neum. Trasero: 160/60-17

YAMAHA TRACER 700 (75cv)

- Chasis: Diamante en tubo de acero
- Sus. Delantera: Horquilla telescópica. Recorrido. 137mm
- Sus. Trasera: Basc. Doble brazo monoamortiguador. Reco. 130mm
- Neum. Delantero: 120/70-17
- Neum. Trasero: 180/55-17

YAMAHA YZF R6 (118cv)

- Chasis: Doble viga de acero.
- Sus. Delantera: Horquilla telescópica 43mm. Recorrido. 120mm
- Sus. Trasera: Basc. Doble brazo monoamortiguador. Reco. 120mm
- Neum. Delantero: 120/70-17
- Neum. Trasero: 180/55-17

SUZUKI V-STROM 650 (69cv)

- Chasis: Doble viga de aluminio
- Sus. Delantera: Horquilla hidráulica. Recorrido. 150mm
- Sus. Trasera: Basc. Doble brazo monoamortiguador. Reco. 150mm
- Neum. Delantero: 110/80-19
- Neum. Trasero: 150/70-17

SUZUKI GSX 650F (85cv)

- Chasis: Doble cuna tubular de acero
- Sus. Delantera: Horquilla telescópica hidráulica. 41mm. Recorrido. 130mm
- Sus. Trasera: Basc. Doble brazo monoamortiguador. Reco. 128mm
- Neum. Delantero: 120/70-17
- Neum. Trasero: 160/60-17

KTM 1190 ADVENTURE (150cv)

- Chasis: Multitubular en acero al cromo-molibdeno.
- Sus. Delantera: Horquilla invertida. 48mm. Recorrido. 190mm
- Sus. Trasera: Basc. Doble brazo monoamortiguador. Reco. 190mm
- Neum. Delantero: 120/70-19
- Neum. Trasero: 170/60-17

KTM 1190 RC8 (154cv)

- Chasis: Multitubular en cromo-molibdeno.
- Sus. Delantera: Horquilla invertida. 43mm. Recorrido. 120mm
- Sus. Trasera: Basc. Doble brazo monoamortiguador. Reco. 125mm
- Neum. Delantero: 120/70-17
- Neum. Trasero: 190/55-17

TRIUMPH TIGER 800 XC X (95cv)

- Chasis: Tubular de acero
- Sus. Delantera: Horquilla invertida. 45mm. Recorrido. 220mm

TRIUMPH DAYTONA 675 (126cv)

- Chasis: Doble viga en fundición de acero.
- Sus. Delantera: Horquilla invertida.

- Sus. Trasera: Basc. Doble brazo monoamortiguador. Reco. 215mm
- Neum. Delantero: 90/90-21
- Neum. Trasero: 150/70-17
- 41mm. Recorrido. 130mm
- Sus. Trasera: Basc. Doble brazo con pivote austable. Monoamortiguador. Reco. 130mm
- Neum. Delantero: 120/70-17
- Neum. Trasero: 180/55-17

DUCATI MULTISTRADA 950 (113cv)

- Chasis: Tubular de acero
- Sus. Delantera: Horquilla hidráulica invertida. 48mm. Recorrido. 170mm
- Sus. Trasera: Basc. Doble brazo monoamortiguador. Reco. 170mm
- Neum. Delantero: 120/70-19
- Neum. Trasero: 170/60-17

DUCATI SUPERSPORT (113cv)

- Chasis: Multitubular de acero
- Sus. Delantera: Horquilla invertida. 43mm. Recorrido. 130mm
- Sus. Trasera: Basc. monobrazo monoamortiguador. Reco. 144mm
- Neum. Delantero: 120/70-17
- Neum. Trasero: 180/55-17

KAWASAKI VERSYS 650(69cv)

- Chasis: Doble viga de acero AR.
- Sus. Delantera: Horquilla telescópica invertida. 41mm. Recorrido. 150mm
- Sus. Trasera: Basc. Doble brazo. Monoamortiguador lateral. Reco. 145mm
- Neum. Delantero: 120/70-17
- Neum. Trasero: 160/60-17

KAWASAKI NINJA 650 (68cv)

- Chasis: Multitubular en acero
- Sus. Delantera: Horquilla telescópica. 41mm. Recorrido. 125mm
- Sus. Trasera: Basc. Asimétrico. Monoamortiguador central. Reco. 130mm
- Neum. Delantero: 120/70-17
- Neum. Trasero: 160/60-17

Tabla 1

Como se puede observar los distintos modelos para las mismas marcas, en cuanto las características de parte ciclo, tienen similitudes estructurales con pequeñas variaciones debidas a los distintos usos de cada una. La gran mayoría comparte el mismo motor y chasis por lo que el problema está definido en la forma aerodinámica y ajustes de suspensión y ángulos de avance y de lanzamiento.

Por lo tanto dichos ejemplos muestran que los fabricantes utilizan un modelo tanto de motor como de elementos estructurales similares, adaptando las necesidades de los usuarios a una potencia dada.

Y ahora se detallan las dimensiones más relevantes en cuánto a la condición de conducción se refiere, de los diferentes modelos a estudio.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS POR MODELOS

DIMENSIONES.

BMW F 750 GS

- Long. máx. - 2.255mm
- Anch. máx. - 922mm
- Dist. entre ejes. - 1559mm
- Altura de sillín. - 815mm
- Avance - 150mm
- Ángulo de dirección. - 63°
- Peso declarado. - 224kg

BMW R 1200 RS (125cv)

- Long. máx. - 2203 mm
- Anch. máx. - 998mm
- Dist. entre ejes. - 1530mm
- Altura de sillín. - 820mm
- Avance - 150mm
- Ángulo de dirección. - 62.3°
- Peso declarado. - 236kg

HONDA CB 500X

- Longitud máx. - 2.095mm
- Anchura máx. - 830mm
- Dist. entre ejes. - 1.421mm
- Altura de sillín. - 810mm
- Avance - 108mm
- Ángulo de lanzamiento. - 26.5°
- Peso declarado. - 196kg

HONDA CBR 500R

- Longitud máx. - 2.075mm
- Anchura máx. - 740mm
- Dist. entre ejes. - 1.410mm
- Altura de sillín. - 790mm
- Avance - 101mm
- Ángulo de lanzamiento. - 25.5°
- Peso declarado. - 192kg

YAMAHA TRACER 700

- Longitud máx. - 2.138mm
- Anchura máx. - 806mm
- Dist. entre ejes. - 1.450mm
- Altura de sillín. - 845mm
- Peso declarado. - 196kg

YAMAHA YZF R6

- Longitud máx. - 2.040mm
- Anchura máx. - 695mm
- Dist. entre ejes. - 1.375mm
- Altura de sillín. - 850mm
- Avance - 97mm
- Ángulo de lanzamiento. - 24°

- Peso declarado. - 190kg

SUZUKI V-STROM 650

- Longitud máx. - 2.275mm
- Anchura máx. - 835mm
- Dist. entre ejes. - 1.405mm
- Altura de sillín. - 830mm
- Peso declarado. - 213kg

SUZUKI GSX 650F

- Longitud máx. - 2.130mm
- Anchura máx. - 760mm
- Dist. entre ejes. - 1.470mm
- Altura de sillín. - 770mm
- Avance - 108mm
- Ángulo de lanzamiento. - 26°
- Peso declarado. - 216kg

KTM 1190 ADVENTURE

- Longitud máx. - 2.263mm
- Anchura máx. - 893mm
- Dist. entre ejes. - 1.560mm
- Altura de sillín. - 860mm
- Avance - 120mm
- Ángulo de lanzamiento. - 64°
- Peso declarado. - 230kg

KTM 1190 RC8

- Dist. entre ejes. - 1.430mm
- Altura de sillín. - 805mm
- Avance - 90mm
- Ángulo de lanzamiento. - 66°
- Peso declarado. - 184kg

TRIUMPH TIGER 800 XC X

- Longitud máx. - 2.215mm
- Anchura máx. - 851mm
- Dist. entre ejes. - 1.545mm
- Altura de sillín. - 840mm
- Peso declarado. - 218kg

TRIUMPH DAYTONA 675

- Longitud máx. - 2.020mm
- Anchura máx. - 710mm
- Dist. entre ejes. - 1.395mm
- Altura de sillín. - 830mm
- Avance - 89mm
- Ángulo de lanzamiento. - 23.9°
- Peso declarado. - 185kg

DUCATI MULTISTRADA 950

- Longitud máx. - 2.190mm
- Anchura máx. - 1.000mm
- Dist. entre ejes. - 1.594mm

DUCATI SUPERSPORT

- Dist. entre ejes. - 1.478mm
- Altura de sillín. - 810mm
- Avance - 91mm

- Altura de sillín. - 840mm
- Ángulo de lanzamiento. - 24°
- Peso declarado. - 205kg
- Peso declarado. - 184kg

KAWASAKI VERSYS 650

- Longitud máx. - 2.165mm
- Anchura máx. - 840mm
- Dist. entre ejes. - 1.415mm
- Altura de sillín. - 840mm
- Avance - 108mm
- Ángulo de lanzamiento. - 25°
- Peso declarado. - 217kg

KAWASAKI NINJA 650

- Longitud máx. - 2.055mm
- Anchura máx. - 740mm
- Dist. entre ejes. - 1.410mm
- Altura de sillín. - 790mm
- Avance - 100mm
- Ángulo de lanzamiento. - 24.5 °
- Peso declarado. - 193kg

Tabla 2

Se puede observar, según la geometría de los distintos modelos, las pequeñas diferencias que marcan el uso de cada una. Por tanto hay que encontrar el equilibrio que pueda ofrecer ambas utilidades, atendiendo a las fuerzas y momentos que ofrece cada modelo de conducción.

Así en las Kawasaki se puede hacer un estudio que recoja y simule una conversión de modelos, desde la Versys hasta la Ninja, equilibrando y solucionando los problemas de fuerzas generadas sobre el piloto y sobre la propia inercia de la moto.

Esta idea propone eliminar un proceso de fabricación, ahorro de materiales y el único uso tanto de un mismo motor, como de elementos de instrumentación y de control. Por tanto variar las posiciones del piloto para poder conseguir ambas soluciones y estilos en un solo bloque motor, sobre las mismas dos ruedas.

Para ello hay que analizar concienzudamente las distintas partes de la moto que se ven afectadas en dicho proceso de variación y estudiar el efecto que provoca cada una de ellas sobre la dinámica de conducción.

3.1 ANÁLISIS DE DATOS.

Según las tablas anteriores se pueden exponer todos los datos de una forma comparativa y explicativa con dos bloques diferenciados que he querido nombrar como “adventure time” para las motos con las características que las identifican, y “racer time” para los modelos deportivos. Posteriormente se recogerá en una tabla los valores de diseño que se han empleado para diseñar el modelo 3D.

①

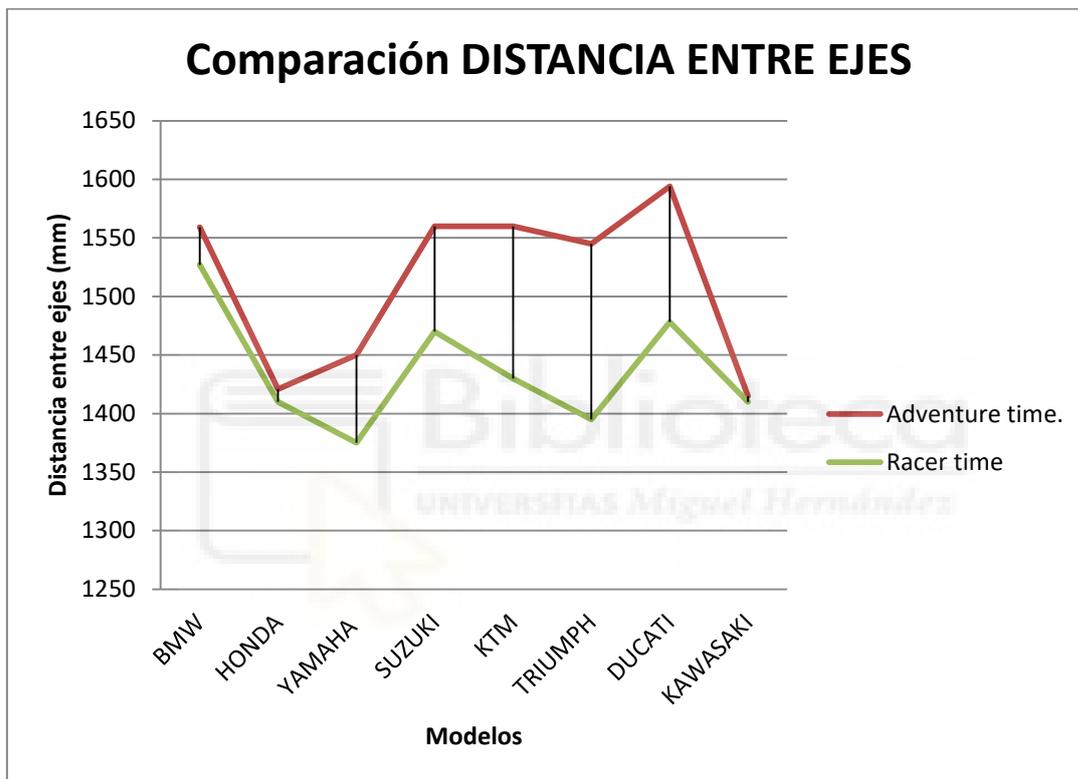


Ilustración 12

La distancia entre ejes representa, como ya se ha explicado anteriormente, la estabilidad o la manejabilidad de la moto sobre la carretera, así pues lo que nos interesa es una medida intermedia entre cada modelo para poder ofrecer un uso multifuncional, adaptable.

Los modelos tipo Adventure tienen en la mayoría de los fabricantes distancia entre ejes mayores que el modelo tipo Racer de la misma marca. Sin embargo, la distancia entre ejes media de las Adventure es menos de un 5 % mayor que la batalla de las de tipo Racer.

2

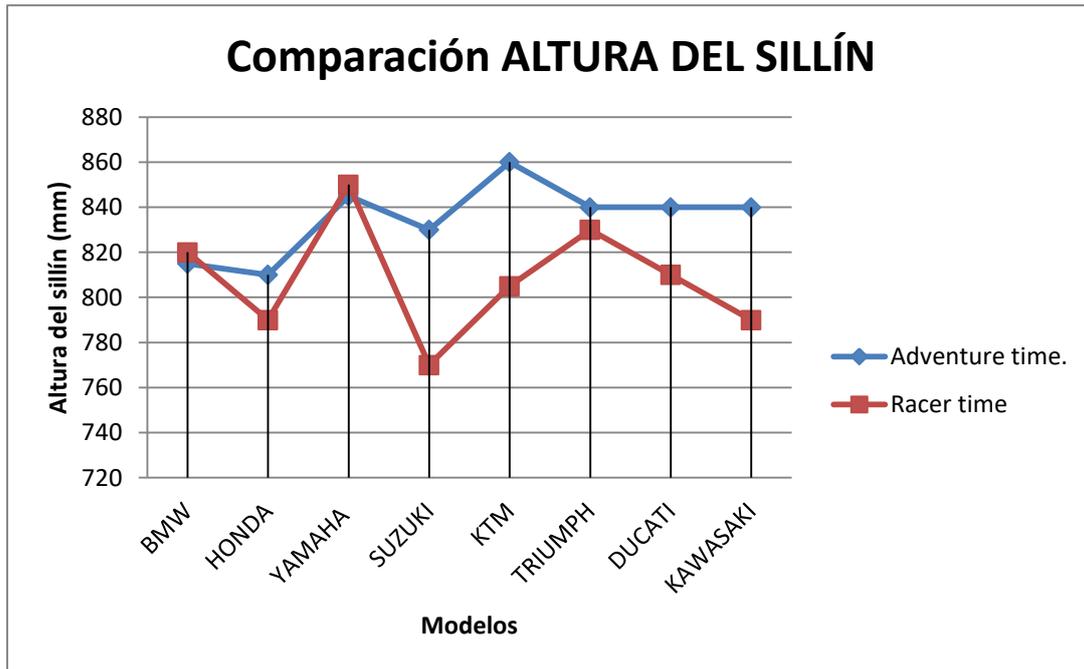


Ilustración 13

Como se puede observar en la ilustración 13, la altura de sillín de las motos tipo Racer es usualmente más bajo que en las del tipo Adventure. Las cotas de altura del sillín pueden significar 2 cosas: La primera es la estabilidad del piloto sobre la moto, debido a un centro de gravedad elevado permitiendo así un balance equilibrado de pesos alrededor del eje de balanceo y ofreciendo una mayor estabilidad en línea recta; la segunda es ofrecer una mayor ergonomía y confort al piloto, generando una posición erguida para acompañar el elevado manillar que ofrecen este tipo de motos altas.

3

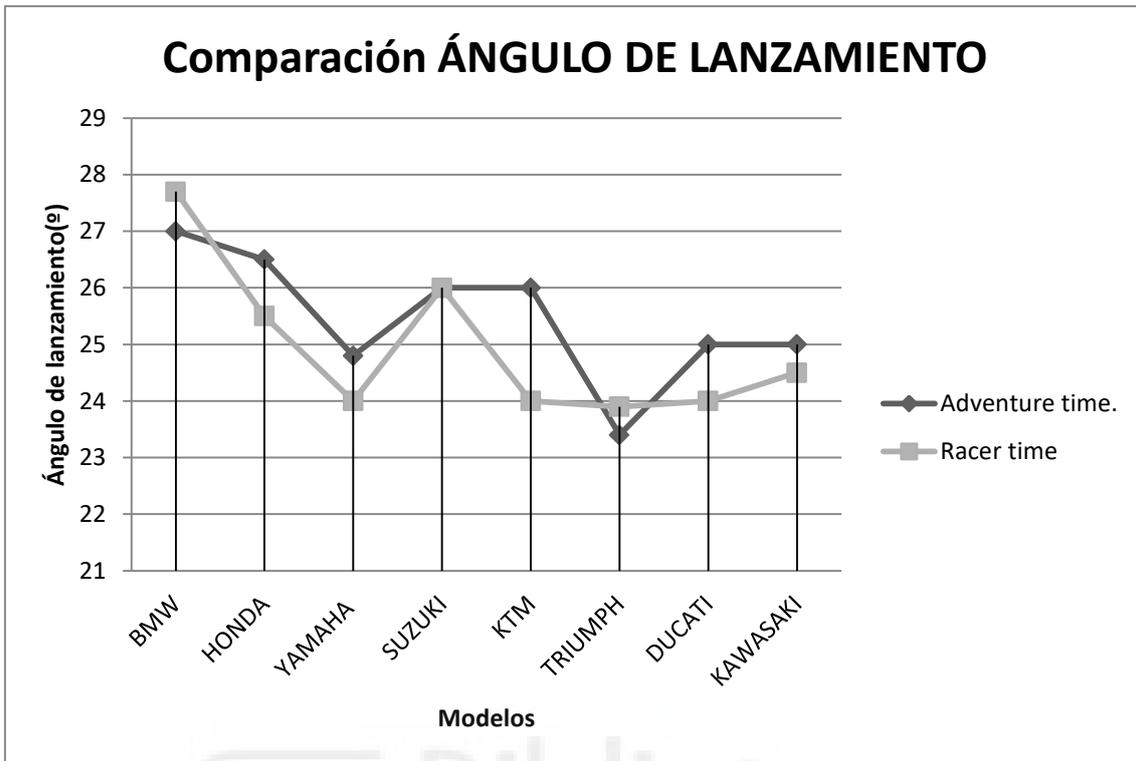


Ilustración 14

Tal y como se ha visto con anterioridad, el ángulo de lanzamiento condiciona la estabilidad de la motocicleta. Según la tabla no existe mucha diferencia entre los valores angulares entre cada modelo de cada marca, exceptuando las KTM que su modelo “adventure” es de altas dimensiones. Sin embargo la modificación de esta variable exige mucho estudio dinámico y estructural por lo que no se diseñará ningún mecanismo para modificar dicho valor.

4

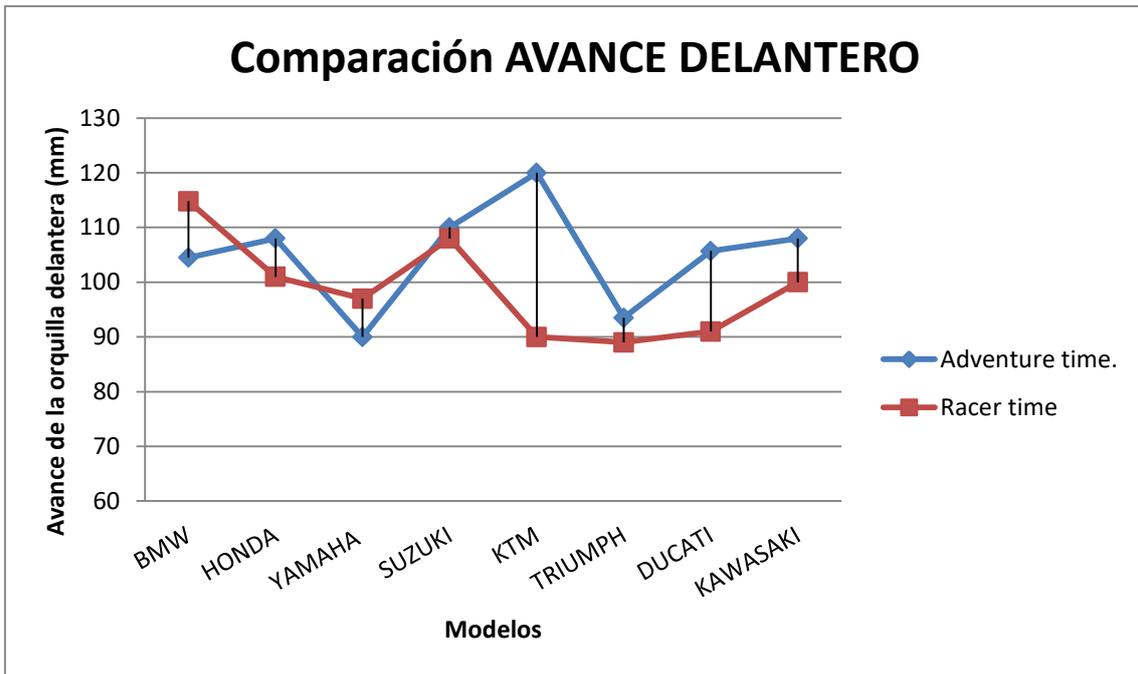


Ilustración 15

El avance delantero es un valor más que acompaña al valor de ángulo de ataque, debido a su condición de diseño. Por tanto, al estar condicionado, el valor del avance delantero irá de acuerdo con la variación del ángulo de lanzamiento que se elija en el diseño de la moto en cuestión.

Finalmente sacamos los valores estadísticos entre todos los valores generados en este estudio de mercado. Calculando así la media aritmética la varianza y la desviación típica:

	Media aritmética	Varianza	Desviación típica	
Distancia entre ejes (mm)	1511,48	5165,14	71,87	Adventure time
Altura del sillín (mm)	834,86	264,28	16,25	
Avance (mm)	104,58	89,42	9,45	
Ángulo de lanzamiento (mm)	25,44	1,30	1,14	
Distancia entre ejes (mm)	1436,10	2569,26	50,68	Race time
Altura del sillín (mm)	807,78	642,41	25,34	
Avance (mm)	98,49	83,49	9,14	
Ángulo de lanzamiento (mm)	24,91	1,85	1,36	

Tabla 3

Un estudio estadístico sobre los datos recopilados desvela que, con una confianza del 95%, el avance y el ángulo no son estadísticamente diferentes. Sin embargo, sí hay motivos para afirmar que la altura del sillín y la distancia entre ejes son diferentes.

Todos los valores recogidos en la Tabla 3 identifican la geometría básica de la motocicleta y son importantes tanto en orden de ergonomía como de funcionalidad; y por tanto son imprescindibles para el correcto diseño de un modelo de motocicleta. Sin embargo únicamente el valor de la altura del sillín toma parte en este proyecto ya que su modificación altera la posición del piloto y el desplazamiento leve del centro de gravedad, pero no afecta de forma directa a la dinámica de la propia motocicleta.

El resto de valores son convenientes para la correcta elección de una geometría híbrida y combinada que se usarán para generar el diseño de la moto que tiene parte en este proyecto.

Por lo tanto los datos pueden usarse para confirmar la variabilidad de cotas entre modelos y así determinar un modelo con unas características acordes a cada estilo.

4. DISEÑO.

El diseño de la motocicleta de este proyecto pretende abarcar unas dimensiones equilibradas para poder abarcar un amplio abanico de posibilidades de conducción. Como resultado final los sistemas mecánicos ingenieros van implantados en una versión “naked” generado a partir de las Kawasaki Ninja de 650cc y la Kawasaki Versys de 650cc que comparten motor y los aspectos generales del chasis, pudiendo considerarlas hermanas.



Ilustración 16

Kawasaki Ninja 650cc



Ilustración 17

Kawasaki Versys 650cc

Teniendo en cuenta los datos geométricos de ambos modelos, se pueden generar modelos geométricos desde los que se va a trabajar el estudio.

KAWASAKI NINJA 650

- Longitud máx. - 2.055mm
- Anchura máx. - 740mm
- Dist. entre ejes. - 1.410mm
- Altura de sillín. - 790mm
- Avance - 100 mm
- Ángulo de lanzamiento. - 24.5 °
- Peso declarado. - 193kg

KAWASAKI VERSYS 650

- Longitud máx. - 2.165mm
- Anchura máx. - 840mm
- Dist. entre ejes. - 1.415mm
- Altura de sillín. - 840mm
- Avance - 108mm
- Ángulo de lanzamiento. - 25°
- Peso declarado. - 217kg

Tabla 4. Características técnicas de los modelos comerciales.

Esta versión intermedia “naked” se ajusta a unos valores de diseño dinámico intermedio entre los dos modelos, montando finalmente una motocicleta polifacética.

4.1 PREDISEÑO.

En función de los datos recogidos en la tabla 4 se generan unos valores de diseño para la motocicleta:

Proyecto LST FRONTIER
• Longitud máx. - 2100 mm
• Anchura máx. - 790 mm
• Dist. entre ejes. - 1410 mm
• Avance - 103 mm
• Ángulo de lanzamiento. - 26,15 °

Tabla 5

Una vez generado el sistema base de la moto como son el chasis, las ruedas delantera y trasera, y un modelo sólido del motor en el programa Autodesk Inventor se comienza a idear qué componentes necesitan modificar su geometría y cómo van a ser los sistemas que generen el movimiento para la transformación de un modelo a otro.

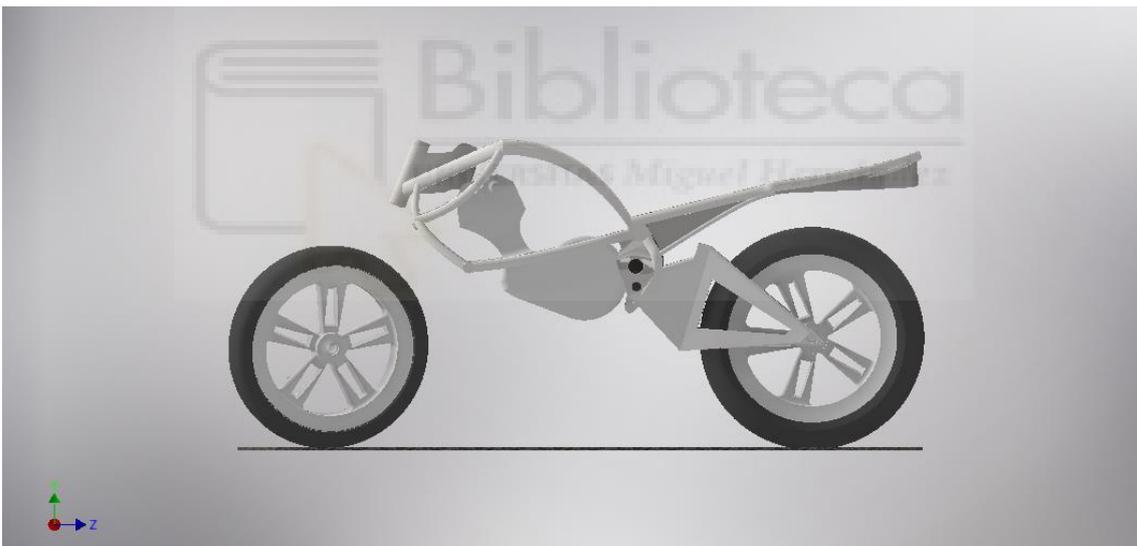


Ilustración 18

Se determina que los componentes más influyentes sobre la geometría básica y la postura del piloto son: el manillar, la cúpula parabrisas, el asiento y las estriberas.

Por tanto se realiza un estudio individual para definir cada componente y analizar su geometría local y resolver el movimiento que va a realizar cada mecanismo.

4.2 MECANISMO DEL MANILLAR.

-“Manillar:

Según la Real Academia Española, manillar es en vehículos de dos ruedas y derivados, pieza normalmente tubular, en la que se apoyan las manos, y que sirve para dirigirlos y de soporte para mandos e indicadores. Por lo tanto lo que se quiere hacer en este proyecto queda validado por dicha institución”.

Normalmente el manillar consiste en una pieza tubular que se une rígidamente a la tija del tren delantero, aunque también puede estar compuesto de dos tubos, cada uno para cada lado del eje central de la moto, como es el caso de las motocicletas deportivas.

Este componente tiene distintas cotas de diseño que son fácilmente identificables entre cada modelo: la inclinación de forma del tubo (A) y la elevación del manillar sobre las tijas de la horquilla (B). De modo que se deben analizar estas dos variables:

A. En cuanto a la obertura de las manos reflejada en el ángulo del manillar respecto a la horizontal.

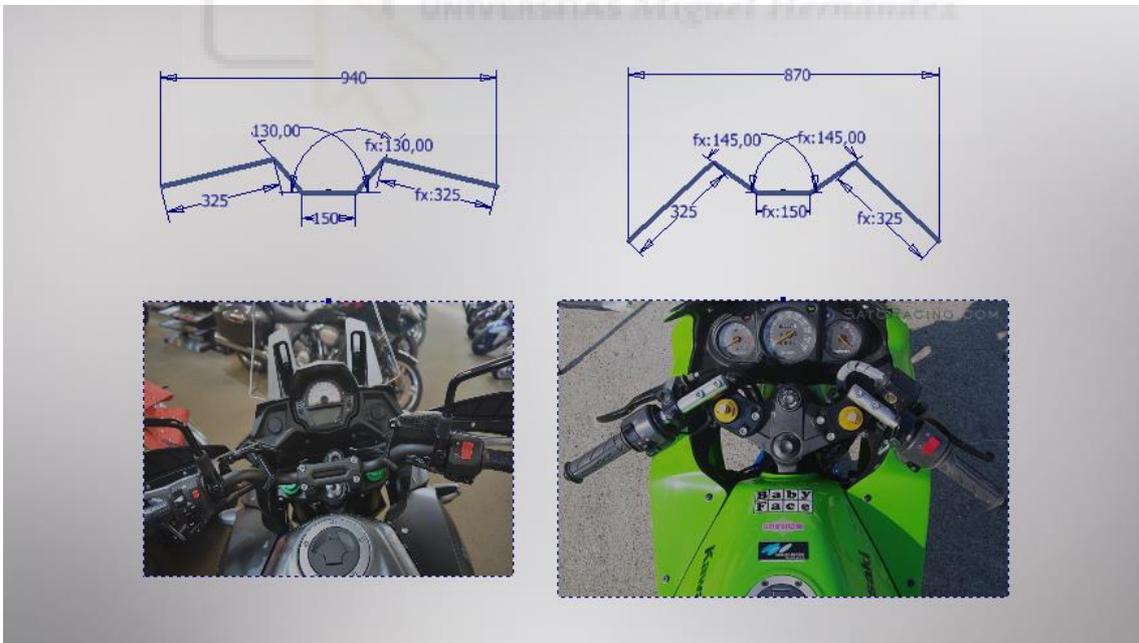


Ilustración 19

B. Altura del manillar con respecto del suelo.



Ilustración 20

Tanto en A como en B hay que redefinir las piezas que se hacen cargo de dichas cotas, que corresponden al tipo de manillar y al elevador de manillar. Para ello se va a diseñar un sistema capaz de modificar las variables con total seguridad de bloqueo para ofrecer la estabilidad requerida para la conducción.

Según los puntos que se habían detallado al inicio y de forma general en base a las hipótesis, surgen distintas ideas para poder realizar los movimientos de la forma más sencilla y simplificada posible. Tras barajar las opciones que permitirían el cambio de geometría del manillar, surge la idea de hacer cada componente independiente del sistema completo que sería el manillar en su globalidad, por lo tanto estaríamos convirtiendo un conjunto de piezas sólidas unidas rígidamente en un mecanismo, capaz de soportar las mismas fuerzas ejercidas sobre dicho componente. Cada pieza va unida a un mecanismo que permite a la geometría realizar el movimiento específico para cada opción.



Ilustración 21

Debido a las condiciones de diseño del prototipo, se simplifica el incremento de altura del manillar a 100 mm puesto que justifica el cambio de geometría y permite en un futuro reacondicionar los diseños básicos de las motocicletas (los diseños de fábrica) y así implantar sistemas más compactos y mejor adaptados a las necesidades de los pilotos.

El mecanismo se resuelve con un accionador de giro conectado a un tornillo de potencia. De manera que cuando el motor efectúe el giro del eje, el husillo de bolas del tornillo de potencia se eleve o descienda a través del eje, verticalmente. De esta forma se resuelve la variable B, representada en la ilustración 20.

Para ello, en primer lugar, se debe mecanizar una tija superior que nos facilite el montaje de todas las piezas. Por tanto se diseña a partir de una tija básica, unos salientes con unos agujeros pasantes por los que pasaran los tornillos de potencia.

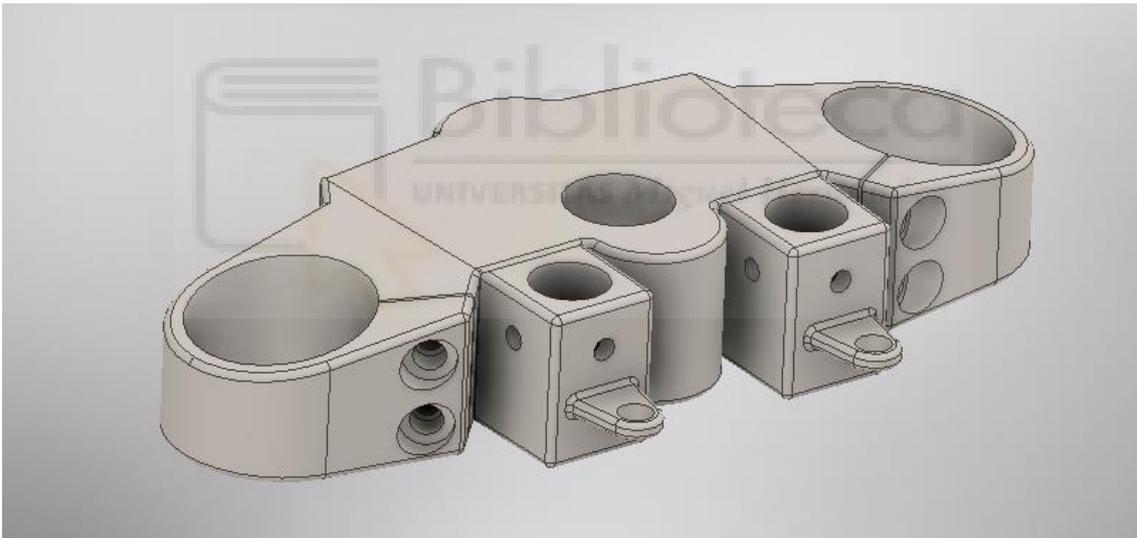


Ilustración 22

Como los tornillos de potencia y husillos, o tornillos embalados, son muy habituales en la industria se pueden encontrar paquetes comerciales con todas las características permisibles. Encontramos uno de la marca NSK, modelo PSS2005N1D (ver Anexo II.B).

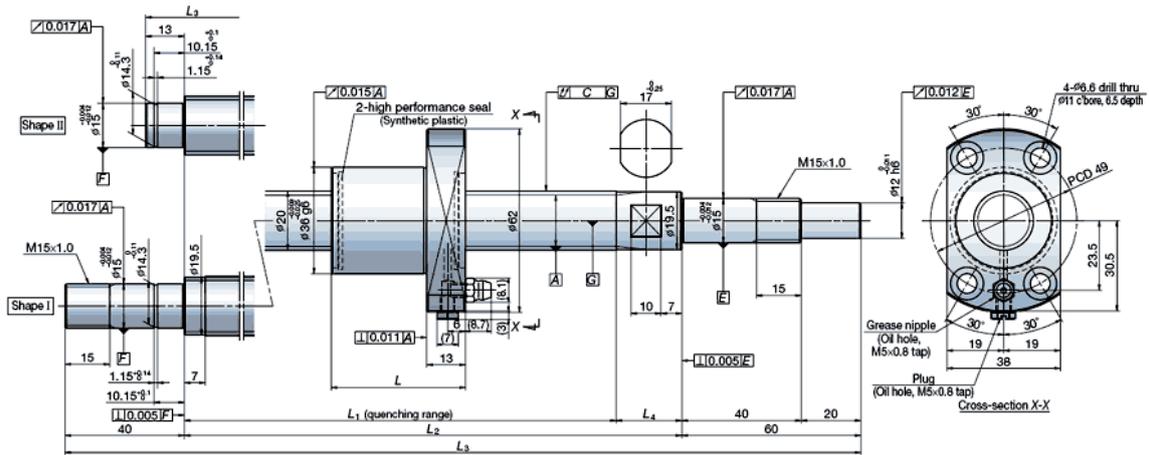


Ilustración 23

El modelo CAD de Inventor se muestra de forma simplificada, sin representar los hilos de rosca, haciéndolo cilíndrico. Y como la longitud total del eje es mayor de lo que requerimos se recorta hasta una $L_3 = 280$ mm, de forma que queda:



Ilustración 24

Este tornillo irá conectado al eje de un motor eléctrico de 12V, modelo SDS 6075A (ver Anexo II.A) con capacidad de giro hacia los dos sentidos de rotación. Dicho motor se analizará y especificará en el apartado 5 de cálculos.

Para poder montar el motor en el eje se necesita un soporte que fije todo el conjunto a la tija, tal y como se muestra en la ilustración 25.



Ilustración 25

Un conjunto de 2 piezas de acero que se encargan de la sujeción a la tija y unos fuelles de goma que protegen el eje del motor y el tornillo de potencia frente al polvo y a la humedad. Por tanto el motor se queda colgando de todo este subchasis de sujeción.

Sobre la base del husillo se diseña una pieza de acero que formará el primer elemento del manillar. Se trata de una pieza de base cilíndrica con un cuerpo tubular de menor diámetro. Así en la parte superior irá la abertura para conectar la segunda pieza del manillar, el semimanillar. De forma que se genera la pieza de la ilustración 26:

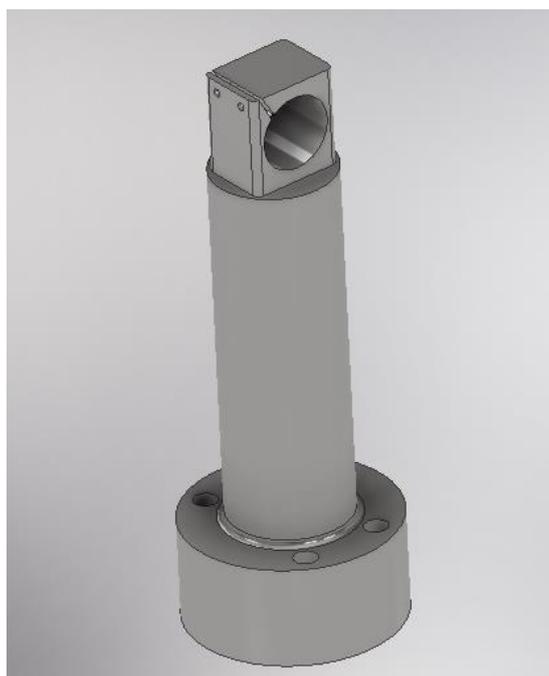


Ilustración 26

Sin embargo para poder modificar la variable A (definida en el apartado 4.2) el manillar debe girar de forma que las manetas puedan acortar su ángulo con la horizontal 30° (en el plano XY) y permitiendo al conductor tener una posición más deportiva sobre el depósito. Para ello se resuelve con un mecanismo de cilindros concéntricos guiados a través de un canal por el que dirige el movimiento. De forma que la base de la pieza montada sobre el husillo pueda deslizarse en el interior de otro cilindro y así proporcionarle, además de protección, una guía por la que guíe el movimiento. La cubierta se muestra en la figura 27.



Ilustración 27

Por lo tanto, lo único que queda por resolver es el bloqueo del manillar en sus posiciones de referencia, en principio una en la parte inferior y otra en la parte superior. Y para ello se genera un accionamiento manual que funciona como un gatillo de bloqueo:



Ilustración 28

Este sistema comprende un total de 6 piezas en las que se diferencian un subchasis que hace a la vez de protector del eje del manillar; una placa unida a dos pasadores que serán los encargados de generar el bloqueo y un tirado; y un muelle de compresión que permita una rápida sujeción del manillar. Además, la placa intermedia tiene dos piezas laterales que le dan rigidez y estabilidad al movimiento longitudinal.

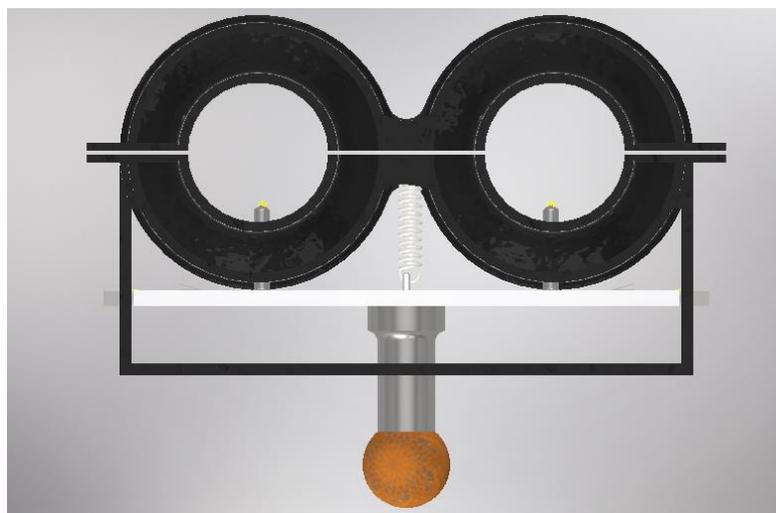


Ilustración 29

Finalmente se puede montar todo el sistema sobre la tija, junto con el resto de los componentes que forman el manillar, los semimanillares y las manetas, tal y como se observa en la figura 30.



Ilustración 30

Con todo este sistema se consigue el objetivo planteado inicialmente de poder variar la cota de altura respecto al suelo y variar el ángulo de posición de los brazos del piloto.

A este diseño faltan por introducir todo los componentes eléctricos del manillar, así como los puños y las palancas tanto de embrague como de freno, que no condicionan el sistema de movimiento.

4.3 MECANISMO DE LA CÚPULA.

-Cúpula parabrisas:

“Según la Real Academia Española, parabrisas es un bastidor con cristal que lleva el automóvil en su parte delantera para resguardar a los viajeros del aire cuando el vehículo se pone en funcionamiento.”

Para poder adaptar la aerodinámica de la motocicleta a la forma de una deportiva como la Kawasaki Ninja, además del carenado lateral, es la pantalla protectora del viento que es la encargada de mantener al piloto resguardado de la fuerza del viento. Según por lo que conocemos, la cúpula de las motos deportivas tiene una forma ovalada y pequeña que sobresale de la parte delantera de los controles con el objetivo de disminuir la resistencia al aire. De manera que cuando la moto coge velocidades altas, la forma resultante del conductor y la motocicleta tengan la menor resistencia al aire posible.

Para ello la cúpula de la moto base, una “adventure”, ha de plegarse para así ser un poco más aerodinámica y acompañar al piloto con la posición que una moto de estas características debe ofrecer.

Ya se empiezan a ver nuevos modelos con esta tecnología, capaz de variar la altura del parabrisas eléctricamente, véase la Honda Forza 300cc (scouter) y la Honda África Twin 1100cc (adventure).

Sin embargo, el reto de este proyecto es, no sólo variar la posición de la altura del parabrisas, sino darle un ángulo aerodinámico distinto para cada modelo. Por lo tanto debe quedar una cúpula intermedia entre cada modelo:



Ilustración 31



Ilustración 32

Como la cúpula debe que elevarse cubriendo en mayor cantidad al piloto, lo que se busca es un sistema de 4 barras que además permite dotar a este componente de una cierta inclinación para hacer más aerodinámico el conjunto.

En primer lugar lo que se diseña es un modelo en 3D con Rhino de un prototipo de cúpula, para demostrar el movimiento completo:



Ilustración 33

A este elemento se le deben añadir unas placas mediante grapas o tornillos de fijación, que la articule junto con el mecanismo de 4 barras. Así, el componente queda como se muestra en la siguiente figura:



Ilustración 34

Por lo tanto, conociendo la distancia que ha de moverse y la inclinación se diseña el mecanismo de 4 barras, pero primero se debe definir cuál será el actuador de este mecanismo. Para ello se emplea el movimiento generado por los motores eléctricos en el manillar. Se aprovechará la elevación de la cota del manillar para elevarla en la misma proporción.

Las premisas de diseño son:

- El mecanismo de 4 barras debe ir a cada lado de la cúpula para que tenga un movimiento uniforme y estable, por lo tanto será un mecanismo de 4 barras doble.

- Como los mecanismos irán separados una cierta distancia se puede aprovechar el espacio intermedio para crear un único eje que conecte ambos extremos y generar todo el movimiento desde esos 2 puntos.

- Al girar ese eje central cierto ángulo, todo el mecanismo de la cúpula parabrisas actuará para generar el movimiento deseado.

Por tanto habrá que crear, además, una pieza que vaya unida a la tija y que haga de bastidor para todo el sistema. Aprovechando las pestañas salientes de la tija, podemos crear una pieza que cumpla nuestro criterio de diseño y montar todos los componentes sobre ella.

Finalmente se deberá completar con el eje y con los rodamientos necesarios para asegurar un buen funcionamiento del eje y su mayor durabilidad, así como las anillas de retención para fijarlos al marco del bastidor. De manera que queda como se muestra en la ilustración 35.

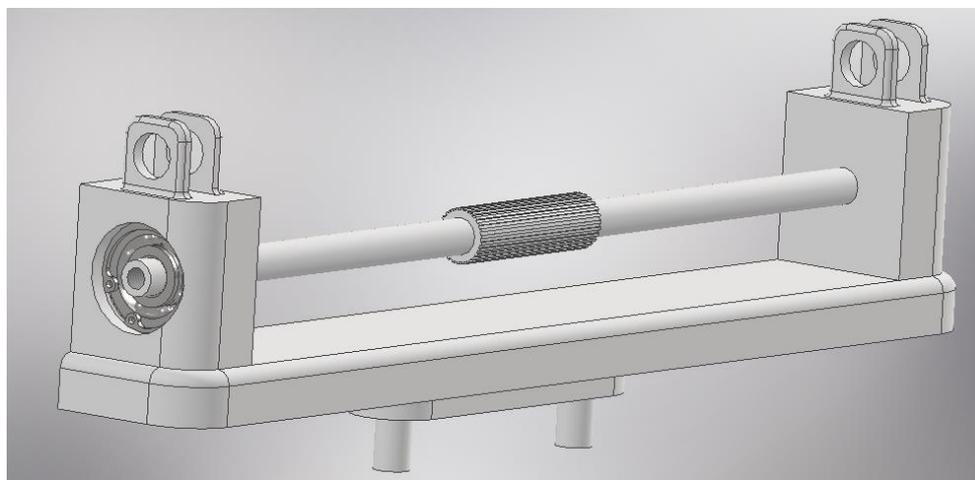


Ilustración 35

Como ya se ha definido el bastidor del mecanismo de la cúpula, a continuación se monta el mecanismo de 4 barras con la cúpula para visualizar su comportamiento, y posteriormente se completará con el mecanismo que acciona el eje de rotación.

- Mecanismo del parabrisas:

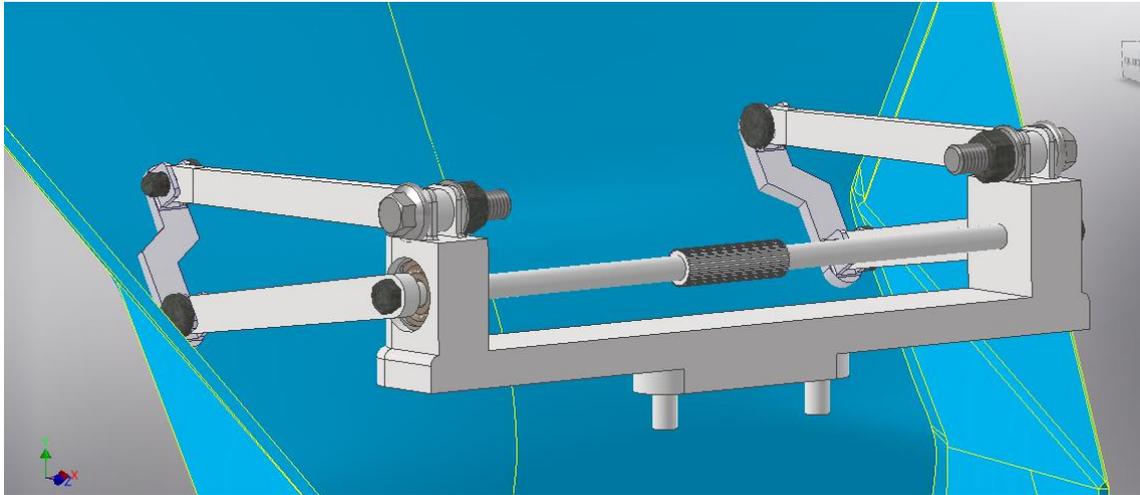


Ilustración 36

- Mecanismo actuador del parabrisas:

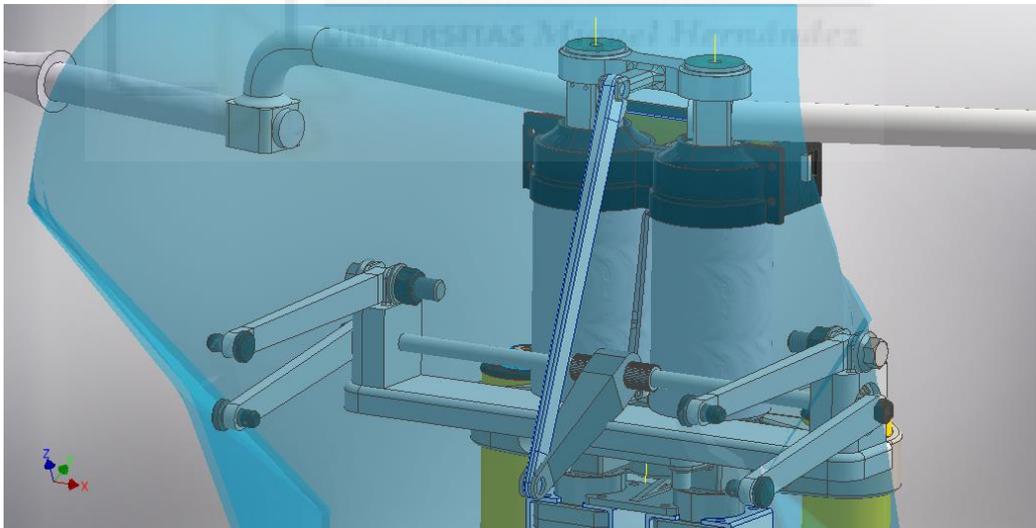


Ilustración 37

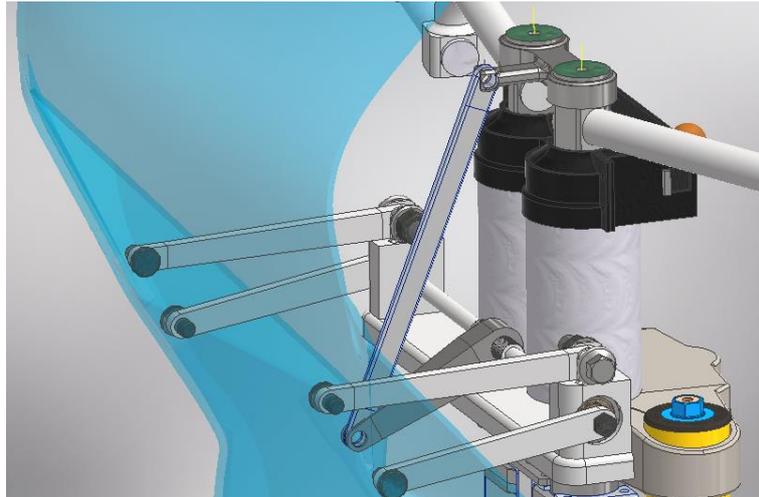


Ilustración 38

Por lo tanto el movimiento completo quedará de la siguiente forma:

·Modo “Sport”

·Modo “Adventure”

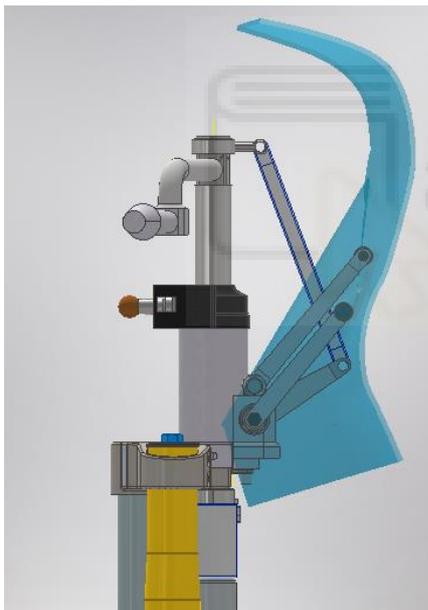


Ilustración 39



Ilustración 40

Ahora nos centraremos en la pieza que une el manillar con la barra de transmisión del movimiento.

La unión se realizará mediante un cilindro sólido soldado a la parte superior de la pieza del manillar, donde se aprieta la barra del “antebrazo” del manillar. Quedará unida a otra pieza cilíndrica mediante presión de forma que haga de unión con los rodamientos

y de esta forma no bloquee el movimiento angular de cada lado del manillar. Por tanto se añaden los elementos de sujeción pertinentes como las anillas de retención inferiores y dos chapas superiores que anclan una pieza con otra mediante dos pernos y además bloquea la pista interior del rodamiento.

De forma que tendría un despiece inicial:

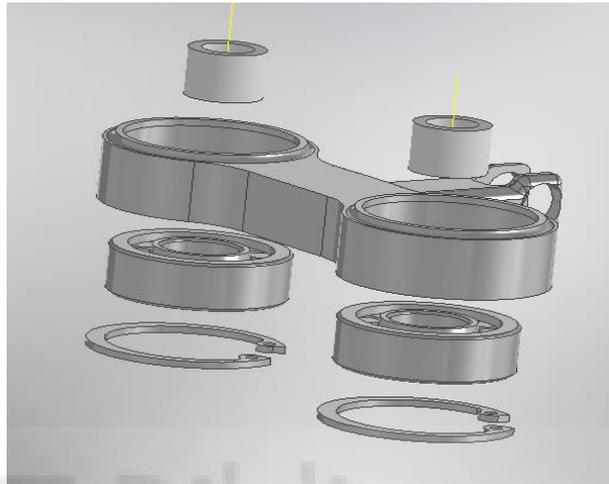


Ilustración 41

Y una vez se ha montado en el tren delantero de la motocicleta quedaría de la siguiente forma:

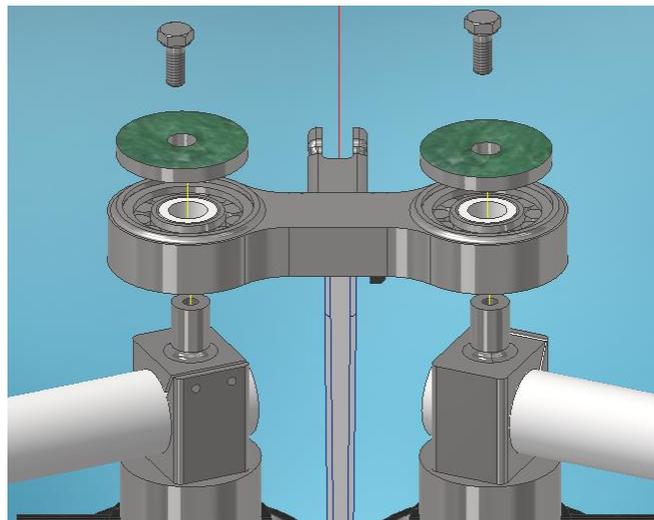


Ilustración 42

4.4 MECANISMO DEL ASIENTO.

El asiento es una de las piezas fundamentales que rige la postura del piloto en la moto. Es el punto de apoyo donde descansa la mayor parte del peso del cuerpo, y junto al manillar distribuye la carga de los músculos de la espalda y de los brazos. Tanto la forma como la inclinación, como la elevación respecto del punto de apoyo de las motos son importantes para el diseño de un correcto asiento para una correcta conducción, valga la redundancia.

Así con los mismos valores anatómicos del piloto (altura del piloto, longitud del muslo y la rectitud del brazo) se puede observar que los ángulos de ataque del piloto sobre la moto son totalmente distintos.

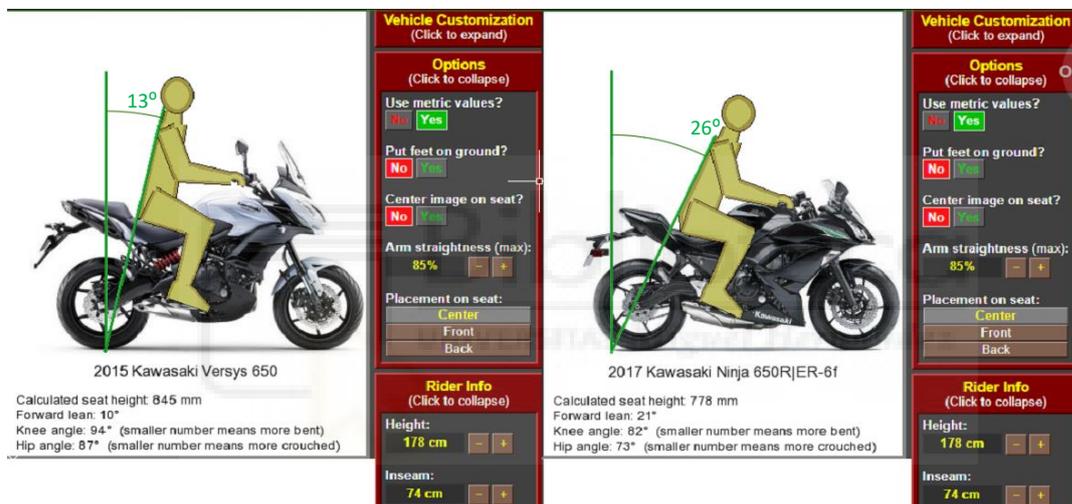


Ilustración 43

Lo que hace necesario un ajuste del asiento para cada modo de conducción. Tal y como marca la aerodinámica de la moto, en la forma Adventure, el piloto deberá ir un poco más erguido para poder absorber las imperfecciones del terreno escogido y así repartir todas las vibraciones a través de todo el cuerpo. Mientras que para la forma deportiva, la aerodinámica obliga al piloto a refugiarse bajo el carenado para, así, dominar el asfalto con velocidad y agarre.

Por lo tanto, analizando las geometrías de ambas motos, podemos especificar el movimiento que debe realizar dicho elemento para poder cumplir con ambas características.

Para resolver esta variación de posición, se sintetiza el movimiento en un mecanismo de cuatro barras “biela-manivela deslizadera” que genere un movimiento de balancín alrededor de su centro de gravedad. Para ello hay que diseñar un soporte que encaje con el chasis y que englobe todo el sistema del mecanismo, de manera que pueda ser fácilmente personalizable para cada tipo de chasis.

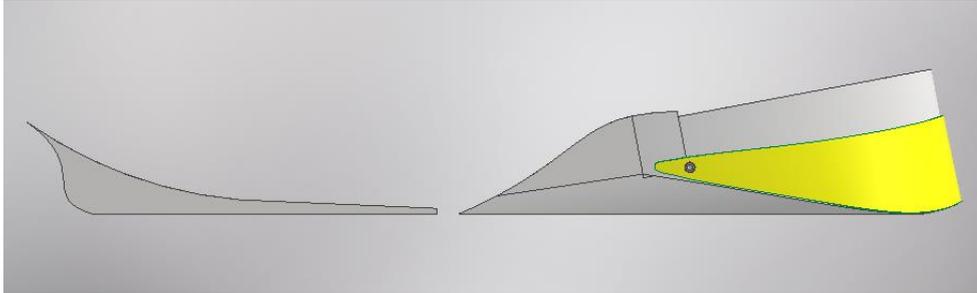


Ilustración 44

Y por tanto, el actuador que genere ese movimiento de deslizadera corresponderá con un motor eléctrico paso a paso con vástago. Unidad comercial facilitada por SMC.eu, modelo de la serie LEPY 10LJ-75 (ver Anexo II.C)

Junto con el mecanismo ya diseñado y el motor colocado, quedará:

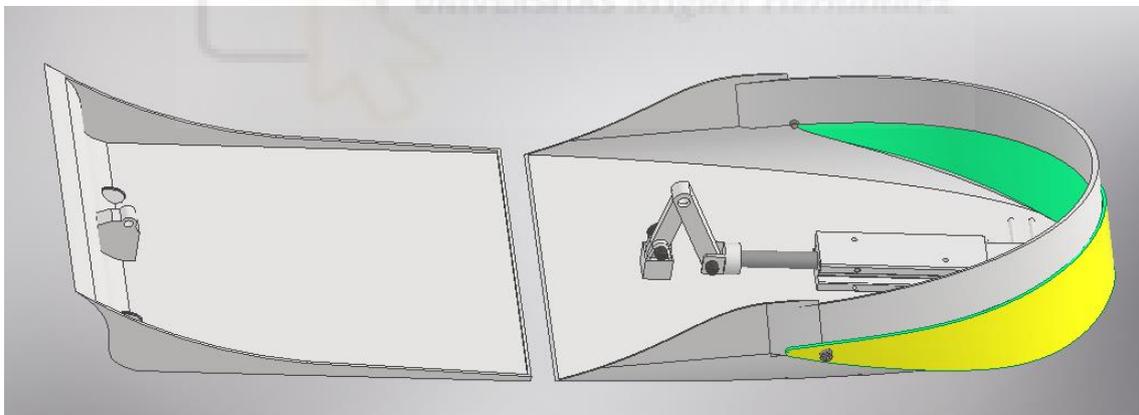


Ilustración 45

Finalmente, se colocará un asiento diseñado específicamente para este sistema, que habrá de incorporar a los puntos de anclaje tanto del soporte como al mecanismo.

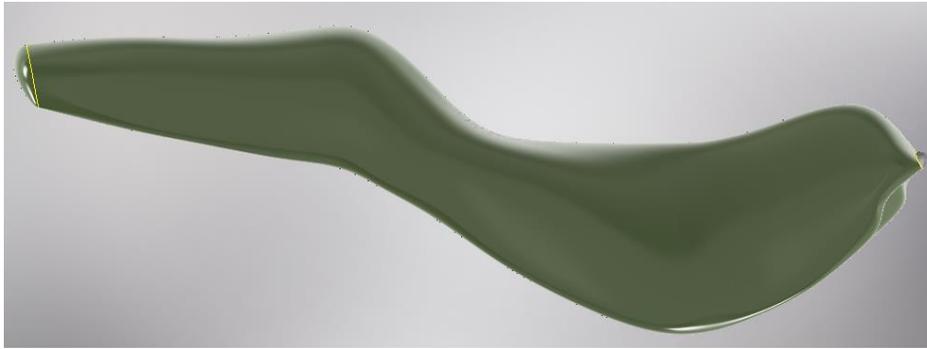


Ilustración 46



Ilustración 47

El resultado final hará que el punto de unión entre las dos barras del mecanismo, punto unión con el sillín, balancee con un movimiento diagonal adaptando la posición del piloto a cada modo específico de conducción.

De forma que cuando el vástago esté extendido el asiento se eleve y adelante al piloto sobre el manillar; y cuando el vástago esté en su posición más corta, el asiento descenderá su cota y alejara la espalda al piloto permitiendo así una inclinación apropiada sobre el manillar.

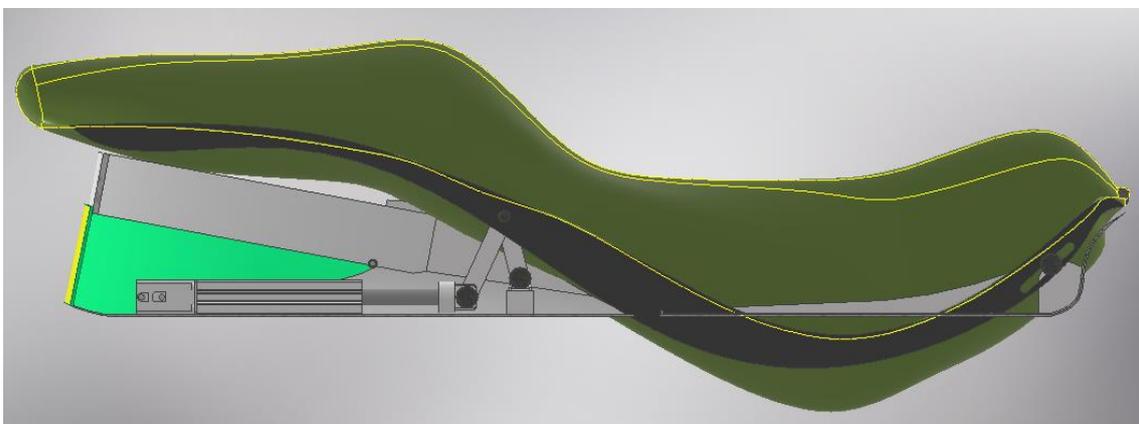


Ilustración 48

4.5 MECANISMO DE LOS ESTRIBOS

-“Estribos:

Los estribos son piezas de metal, madera o cuero que penden de la acción y en las que el jinete o piloto apoya los pies. En otra época se encontraban en los carruajes o en las monturas de los caballos y posteriormente, este término se adoptó como válido para las nuevas motocicletas que se iban creando.”

Estas piezas son fundamentales para el confort del piloto y es decisiva para la posición que se vaya a adoptar en la moto. Lo más importante de estos elementos son las piezas que acompañan a la posición natural de los pies y que son fundamentales para el correcto funcionamiento de la moto. Se trata de los pedales de freno y de accionamiento de marcha, en el lado derecho e izquierdo respectivamente.

Al hacer el cambio de posición de modo de conducción tendremos una posición de las piernas diferente.

Para una persona de 178 cm quedarían estas dos diferentes posiciones:



Ilustración 49. Modo Sport



Ilustración 50. Modo Adventure

El estribo va montado sobre una única pieza que se engancha al chasis de la moto, junto con la palanca de freno/cambio de marchas. Por lo que se puede adaptar esta única pieza para las diferentes posiciones de conducción. En este proyecto se va a definir un incremento de 5° la variación de todo el conjunto de estribos para mejorar tanto el confort del apoyo de los pies como para aprovechar el beneficio que conlleva el mayor desplazamiento que ofrece el sistema automático de dichos componentes.

Por lo tanto se comienza el diseño con unos estribos comerciales estándar para cualquier modelo de motocicleta y que encajan con nuestro prototipo.

Como premisas de diseño se encuentran:

- Los estribos únicamente han de rotar 15° con respecto al punto de anclaje al chasis, para posicionar al piloto en la posición requerida.
- Como tiene que efectuar un movimiento de rotación, la estribera debe ir unida a una placa de fijación que haga de enlace con el sistema de rotación.

La solución al planteamiento se resuelve con un mecanismo de tornillo sin-fin, en el que la rueda dentada esté unida al ensamblaje del estribo. El tornillo irá unido al eje de un motor paso a paso de 12V, provisto de la marca Transmotec, modelo 770-8525F-CC (ver Anexo II.D). La rueda dentada habrá de mecanizarse para conservar o mantener el recorrido útil necesario para el movimiento. Además, será necesario realizarle una reducción de peso en la zona interior mediante cortes por láser para no debilitar su estructura molecular.

Entonces es necesario diseñar cada estribo por separado, ya que cada lado lleva unos componentes distintos indispensables para el funcionamiento de la motocicleta, así quedará tal y como se visualiza en las figuras 51 y 52.

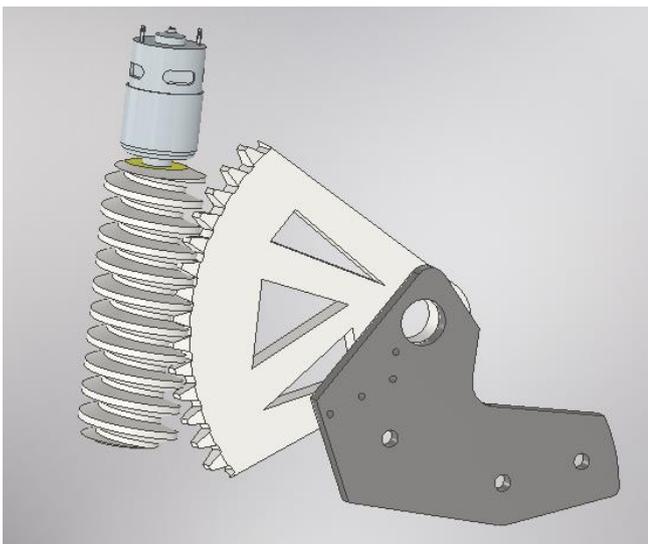


Ilustración 51. Ensamblaje derecho.

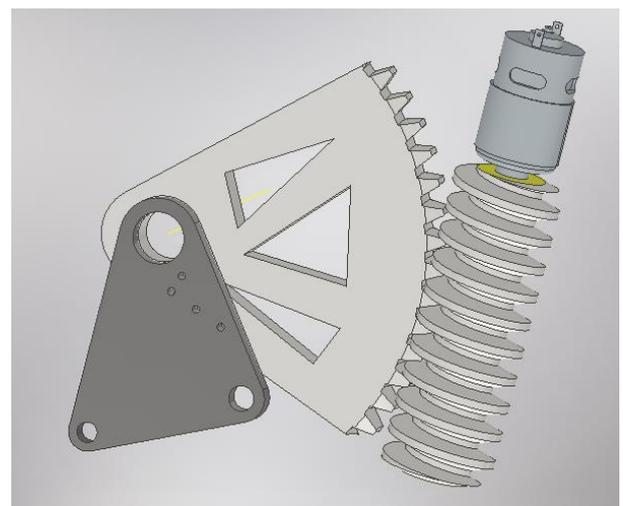


Ilustración 52. Ensamblaje izquierdo.

Por lo tanto se dispondrán de dos puntos de apoyo: el eje de rotación que irá unido desde el estribo hasta el punto de unión del chasis; y el punto de contacto del tornillo sinfín con la rueda dentada, ya que este tipo de engranaje tiene la característica por la cual una vez que el motor deja de girar, el tornillo bloquea su rotación.

Finalmente, el ensamblaje del estribo se unirá a la placa de conexión con el mecanismo, asegurando una correcta fijación con el bastidor de la moto.

Por último, se genera un soporte protector para el motor y el engranaje para fijar todo el sistema mecánico a la moto. Este soporte constará de 2 piezas, la que vaya unida a la moto (al anclaje del basculante), que hará de soporte; y la que cubre el engranaje, que hará de protector. Esta pieza irá condicionada con el modelo de motocicleta que se trabaje, ya que la fijación corresponderá a la geometría tanto del chasis como del carenado de la moto. La representación creada es un modelo simplificado para demostrar su funcionalidad, ya que realmente el modelo de chasis tendría que ir completado con todos los puntos de fijación.

El sistema completo de cada estribera queda:

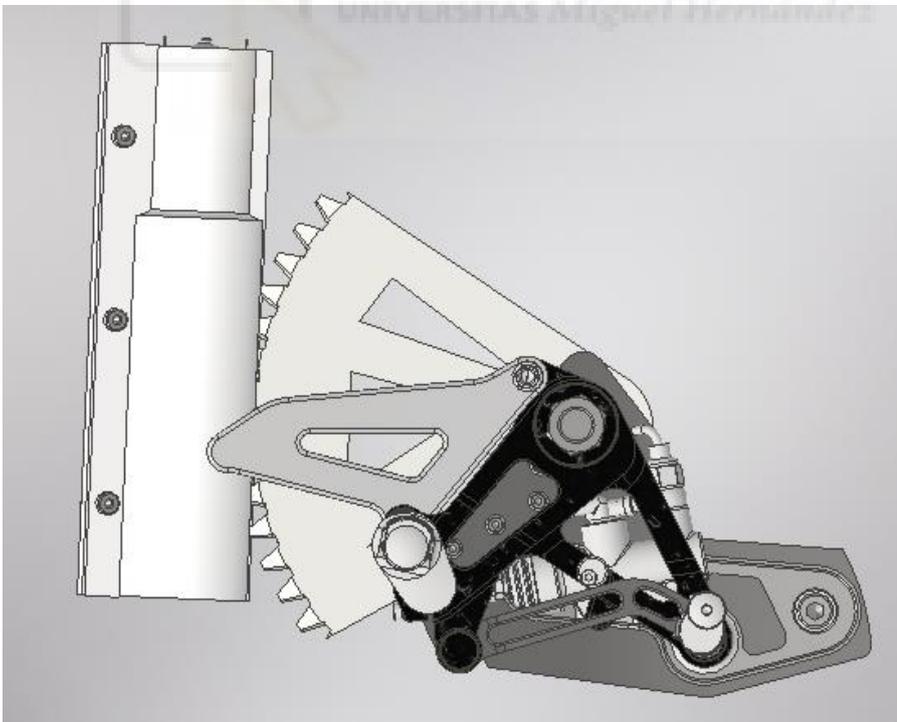


Ilustración 53. Ensamblaje de estribo derecho.

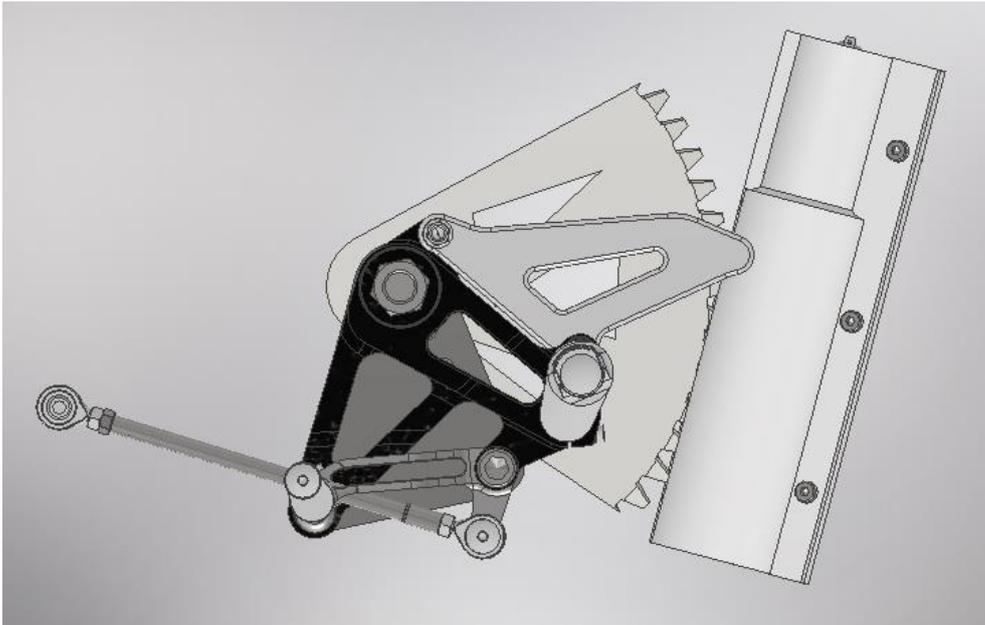
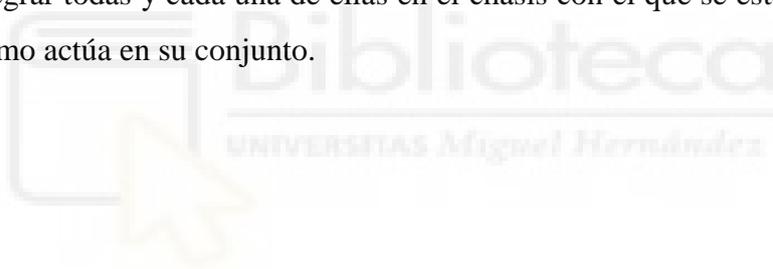


Ilustración 54. Ensamblaje de estribo izquierdo.

Una vez se han definido todos los sistemas que intervienen en el cambio de geometría se pueden integrar todas y cada una de ellas en el chasis con el que se esté trabajando y comprobar cómo actúa en su conjunto.



La motocicleta queda finalmente:

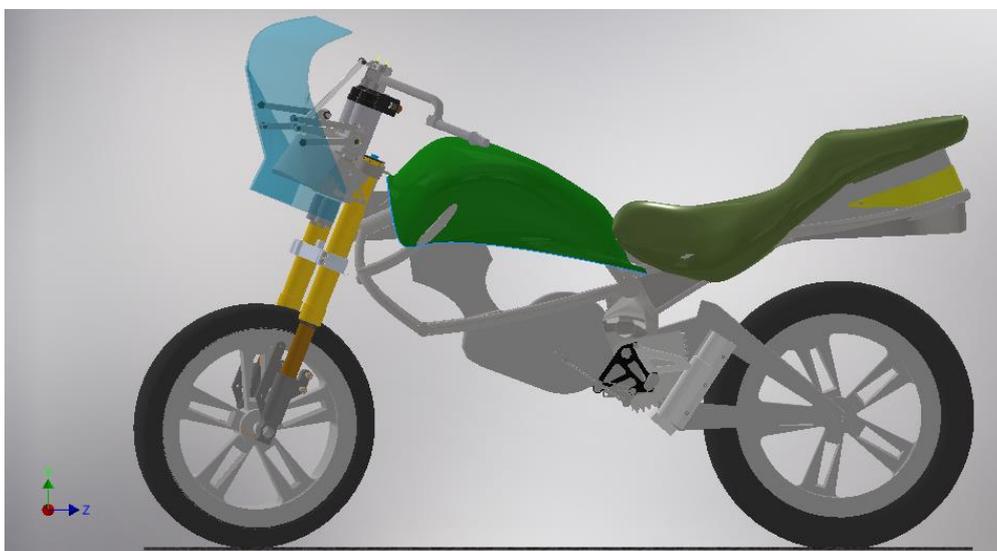


Ilustración 55. Modo Sport.

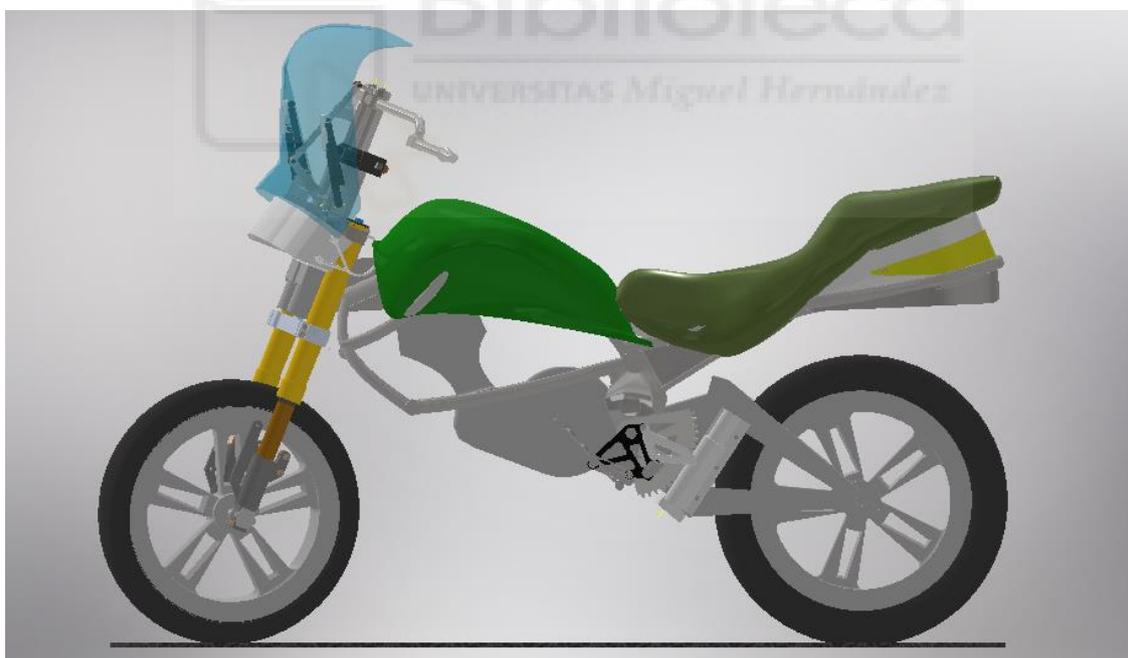


Ilustración 56. Modo Adventure.

5. CÁLCULOS.

Los cálculos realizados en el proyecto se dividen tal y como se han ido detallando los mecanismos diseñados, planteando los problemas tanto de diseño como de esfuerzos estructurales en cada mecanismo. Por tanto, en primer lugar se sintetiza de forma gráfica los movimientos de los mecanismos y posteriormente se realizan las premisas de las fuerzas aplicadas en cada uno y se evalúa la resistencia de los componentes principales.

5.1 SELECCIÓN DEL MOTOR PARA EL MECANISMO DEL MANILLAR

La condición principal de funcionamiento de este mecanismo su actuación con la moto en parado. Por lo que el esfuerzo a vencer únicamente consta del peso propio del manillar y la fricción del propio mecanismo.

Elección del motor:

Se necesita un motor que tenga la potencia suficiente para que el mecanismo realice un recorrido de 100 mm en 5 segundos. Se supone un peso del mecanismo de 3.5 kg y un rendimiento del motor del 60%. Finalmente se desprecian las fuerzas de rozamiento frente al peso.

$$T = 5s$$

$$v = \frac{0.1m}{5s} = 0.02 \text{ m/s}$$

$$P_u = m \cdot g \cdot v = 0.687 \text{ W}$$

$$P_m = \frac{P_u}{\eta} = 1.145 \text{ W}$$

$$\text{Motor } 12 \text{ V} = 6 \text{ W} > P_{\text{motor}}$$

Torque del tornillo de potencia. El par mínimo del motor necesario para que el tornillo de potencia eleve el mecanismo:

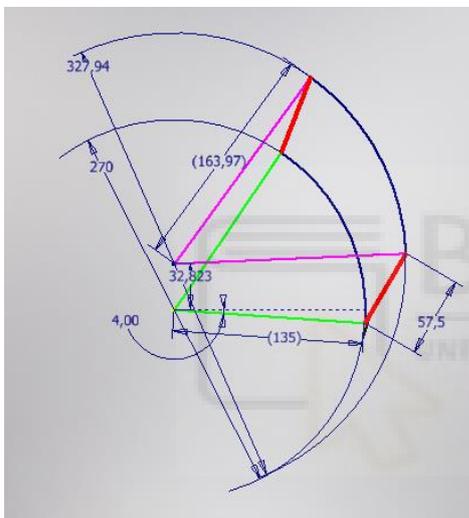
$$T_u = \frac{P \cdot d_p}{2} \cdot \frac{(\mu \cdot \pi \cdot d_p + \cos(\alpha))}{(\pi \cdot d_p \cdot \cos(\alpha) + \mu \cdot L)} = 1387.1 \text{ N} \cdot \text{mm} = 1.387 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T_m \geq T_u$$

Por lo tanto, el motor seleccionado debe cumplir las especificaciones del diseño de cálculo para que el mecanismo pueda realizar su función. Se ha seleccionado el motor SD6570A con una potencia de 6 W y un par 1.530 N·m. Ver Anexo II.A de la hoja de características del motor seleccionado.

5.2 MECANISMO DE LA CÚPULA

El mecanismo de 4 barras se ha diseñado en función de las cotas disponibles en el prototipo. Para ello en primer lugar se define el movimiento que ha de seguir la cúpula, para ver su comportamiento al cambiar de una posición a otra.



Se puede observar que la cúpula, representada por un trazo rojo, cambia de ángulo con respecto a la horizontal, permitiendo así un ajuste aerodinámico del piloto en función del modo de conducción elegido.

La barra 1 de análisis va representada con un color magenta, y la barra 2 con un color verde.

Tal y como se ve en el plano de conjunto 1.20.00 las barras corresponden a la barra Z e Y.

Ilustración 51

Teniendo en cuenta los puntos de origen para cada posición, el sistema tendrá unas reacciones con diferentes direcciones en función del modo seleccionado. Para ello se plantean las reacciones en una posición general.

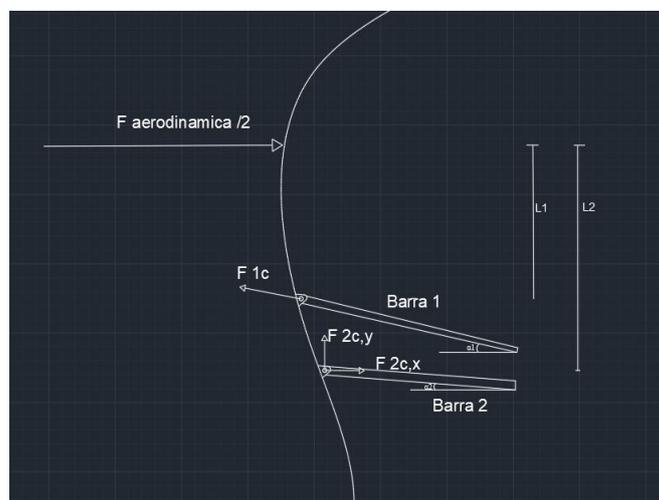


Ilustración 52

Balance global de fuerzas de un lado del parabrisas.

$$\sum F_V = 0 \rightarrow F_{2c,y} + F_{1c} \cdot \text{sen}(\alpha_1) = 0$$

$$\sum F_H = 0 \rightarrow F_{aerodinamica}/2 = F_{1c} \cdot \cos(\alpha_1) - F_{2c,x}$$

$$\sum M_2 = 0 \rightarrow F_{1c} \cdot \frac{(L_1 + L_2)}{\cos \alpha_1} = F_{aerodinamica}/2 \cdot L_2$$

Para ello es necesario analizar la Fuerza aerodinámica en primer lugar para poder resolver el sistema de ecuaciones del balance global. Para ello se definen las siguientes variables, siendo Cx el coeficiente aerodinámico de forma de un cubo, para obtener así un resultado mayorado.

$$C_x = 1.05$$

$$A = 0.23 \text{ m}^2$$

$$\rho = 1.19 \text{ kg/m}^3$$

$$v = 33.33 \text{ m/s}$$

$$F_{aerodinamica} = \frac{1}{2} \rho \cdot C_x \cdot A \cdot v^2$$

$$F_{aero} = 159.66 \text{ N} \approx 160 \text{ N}$$

Planteamos dos posiciones de referencia:

El modo “sport”, será la posición A; y el modo “adventure”, será la posición B.

Por tanto se comprueban las 2 posiciones con respecto a la dirección de la fuerza aerodinámica, y se diseña con los resultados más desfavorables.

Datos de diseño:

$$S_{B_1} = (14 \times 7.5) \text{ mm}$$

$$S_{B_2} = (17.5 \times 7.5) \text{ mm}$$

Posición A.

$$\alpha_1 = 13.17^\circ$$

$$\alpha_2 = 4.18^\circ$$

Posición B.

$$\alpha_1' = 97.63^\circ$$

$$\alpha_2' = 95.57^\circ$$

Por tanto, en la posición A, tendremos unos resultados:

$$F_{1c} = 45.72 \text{ N}$$

$$F_{2c,x} = -35.48 \text{ N}$$

$$F_{2c,y} = -10.41 \text{ N}$$

$$F_{eq} = \sqrt{(F_{2c,x})^2 + (F_{2c,y})^2} = 36.977 \text{ N}$$

La componente perpendicular a la barra 2:

$$F_{2c}^{\perp} = F_{eq} \cdot \cos \alpha_2$$

$$F_{2c}^{\perp} = 36.88 \text{ N}$$

En la posición B tendremos unos resultados:

$$F_{1c} = -6.23 \text{ N}$$

$$F_{2c,x} = -79.17 \text{ N}$$

$$F_{2c,y} = 6.86 \text{ N}$$

$$F_{eq} = 79.467 \text{ N}$$

$$F_{2c}^{\perp} = -7.71 \text{ N}$$

Nos quedamos los resultados de la posición A ya que son los más desfavorables.

En el punto de unión con el eje encontramos un momento flector igual a la fuerza perpendicular por la longitud de la barra 2.

$$M_{flector} = F_{2c}^{\perp} \cdot d = 4.98 \text{ N} \cdot \text{m} \simeq 5 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Sabiendo las fuerzas generadas en las barras, se comprueba la resistencia a rotura en cada una de ellas.

En primer lugar se comprueba la resistencia a pandeo de la barra 1:

$$N_{crítica} > F_{1c}$$

$$N_{cr} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I}{l_1^2} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = \frac{h^3 \cdot b}{12} = 492.1875 \text{ mm}^4 \\ E_{ace} = 2.1 \cdot 10^5 \text{ N/mm} \end{cases}$$

$$N_{cr} = 37942 \text{ N} = 37.9 \text{ kN}$$

No pandea ya que la fuerza aplicada a la barra es menor que su carga crítica de pandeo.

$$N_{cr} > F_{1c}$$

Ahora se comprueba la resistencia a rotura de la barra 2.

Primero se analiza la resistencia a flexión en régimen plástico. La distribución de tensiones normales en régimen plástico supone que todas las fibras de la sección alcanzan el límite elástico de cálculo, de modo que el diagrama de tensiones es birrectangular, tal y como se muestra en la ilustración 53. Se calcula considerando que la sección solicitada a flexión ha plastificado, estando una parte de la misma comprimida y otra traccionada. De modo que para que la sección esté en equilibrio es necesario que la fuerza resultante de la comprimida sea igual a la fuerza resultante de la traccionada.

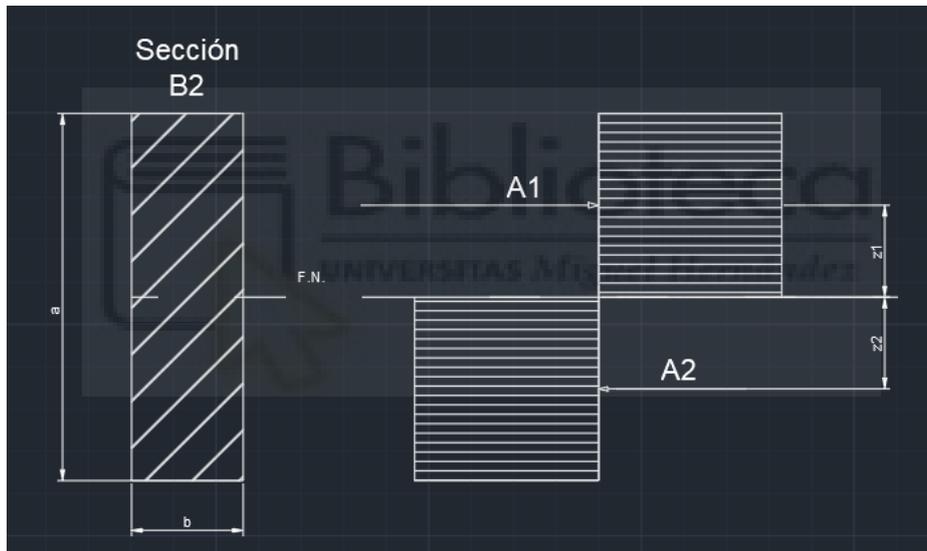


Ilustración 53

Por ello, la condición de cálculo depende directamente de la sección solicitada y su estructura material. Por lo que el momento resistente plástico debe ser mayor o igual al momento flector aplicado.

$$M_{pl, crítica} > M_{flector}$$

$$M_{pl, crítica} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \Rightarrow \begin{cases} W_{pl,y} = \frac{A}{2} (z_1 + z_2) = \frac{b \cdot h}{2} \left(\frac{h}{2} \right) = 574.22 \text{ mm}^3 \\ f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 261.905 \text{ N/mm}^2 \end{cases}$$

$$M_{pl, crítica} = 150.39 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Se cumple la condición de diseño, ya que el momento crítico de rotura es mayor al momento flector aplicado sobre la barra.

También comprobamos la resistencia a pandeo de la misma barra, que en este caso la fuerza axial resistente deberá ser mayor que la fuerza en el eje x resultante del balance inicial.

$$N_{cr,2} > |F_{2,x}| \cdot \cos(\alpha_2)$$

$$\left. \begin{array}{l} I_2 = \frac{h^3 b}{12} = 615.234 \text{ mm}^3 \\ E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right\} \Rightarrow N_{cr,2} = \frac{\pi^2 E \cdot I}{l_2^2} = 69.996 \text{ kN}$$

$$|F_{2,x}| \cdot \cos(\alpha_2) = 78.96 \text{ N}$$

Por lo tanto se cumple la condición de diseño de cálculo y la barra soportará los esfuerzos sometidos $\longrightarrow N_{cr,2} = \sim 70 \text{ kN} > 0.0789 \text{ kN}$

Por último se comprobará la barra de unión del eje con el manillar, la barra w, que está sometida a esfuerzos de flexión a través del eje de acción.

Condición de funcionamiento:

$$M_{pl, crí} > M_{w, eje}$$

$$M_{w, eje} = 2 \cdot M_{flec} = 10 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_{pl, crí} = W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{b \cdot h^2}{4} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 147.32 \text{ N} \cdot \text{m}$$

5.3 MECANISMO DEL ASIENTO

Al igual que en el mecanismo del manillar, este mecanismo se ha diseñado para su funcionamiento en estático, donde no actúan fuerzas dinámicas que vencer. Por lo que únicamente se ha de justificar el esfuerzo del motor para mover el asiento de una posición a otra.

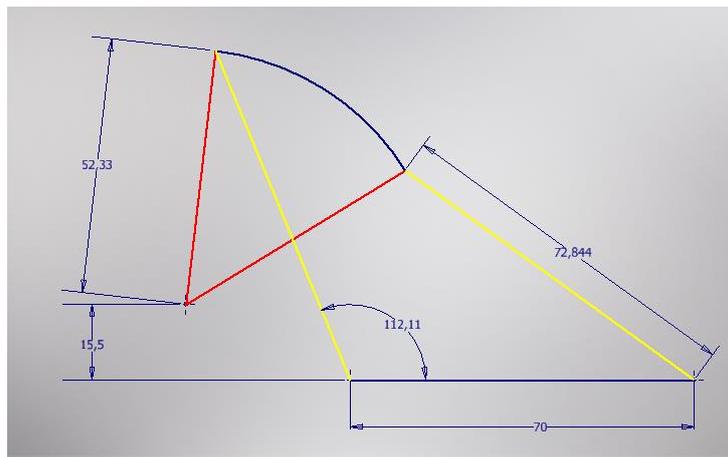


Ilustración 55

Tal y como se puede observar en la ilustración 55, el sillín genera un movimiento generado por el arco resultante del movimiento de las barras del mecanismo, siendo la barra A representada por la línea amarilla; y la barra B, representada por la línea roja.

El motor seleccionado para servir de actuador del mecanismo únicamente debe cumplir el voltaje específico de la motocicleta de 12 V. Las especificaciones del motor de vástago lineal elegido indican que tiene una fuerza de empuje entre 12.5 N y 25 N, tratándose del modelo de SMC, LEPY, con eje de 10 mm del vástago y una carrera de 75 mm. Además posee bloqueo de posición por lo que será capaz de mantener la posición del asiento en altas cargas de aplicación.

Así mismo las barras A y B cumplen las medidas mínimas para soportar el peso del piloto una vez se encuentra montado sobre el asiento.

Por lo que este mecanismo se queda definido de una manera rápida y simplificada para su diseño.

5.4 MECANISMO DE LOS ESTRIBOS

Cómo en los casos anteriores, se ha de calcular la potencia del motor para superar las fuerzas resistentes para la correcta actuación del mecanismo.

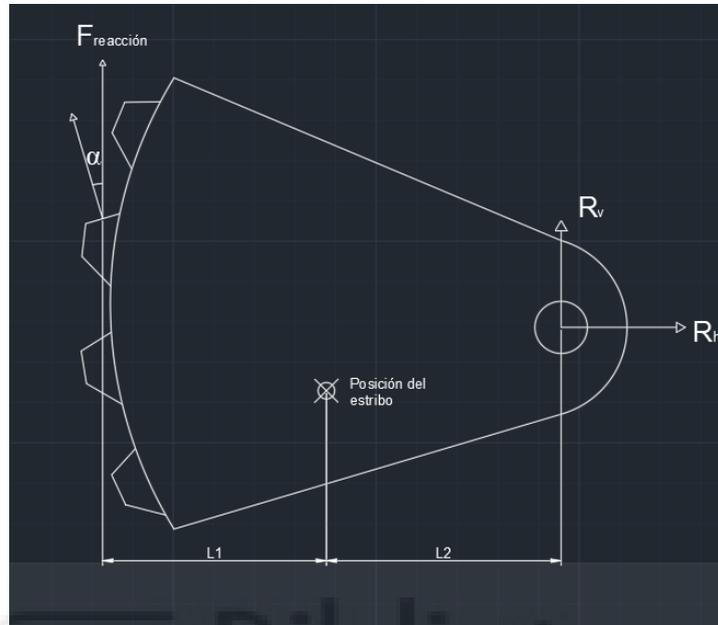


Ilustración 56

Además se tiene que hacer un análisis estructural tanto del eje de rotación donde se apoya todo el peso del piloto, así como de la resistencia de los dientes a corte del engranaje encargado.

En primer lugar se calcula la potencia del motor necesaria para su correcta elección del catálogo.

El engranaje se ha diseñado para que rote 25° , y se define un tiempo para completar su recorrido total, que en este caso podría ser de 5s. La potencia necesaria para obtener el movimiento del sistema, con un rendimiento bajo del 60% quedará:

$$w_s = \frac{25^\circ}{5s} = 5^\circ/s \rightarrow w_s = \frac{5^\circ}{360^\circ} = \frac{1}{72} rev/s = 0.833 rpm$$

$$w_{motor} = w_s \cdot i = 49.98 rpm \sim 50 rpm$$

$$P_{motor} = \frac{1}{\eta} \cdot F \cdot w_{motor} = 54.47 W$$

Siendo la F el peso del conjunto formado por los componentes que intervienen en el movimiento del mecanismo, con una $m= 4 \text{ kg}$; $F= m \cdot g = 39.24 \text{ N}$. Por lo que la potencia útil del motor seleccionado deberá ser mayor que la potencia necesaria.

$$P_u \text{ motor} > 54.5 \text{ W}$$

En siguiente lugar se comprueba la resistencia a flexión de los dientes del engranaje. Para ello se plantean las ecuaciones de equilibrio en el diente de contacto para despejar las componentes resultantes:

$$\sum F_v = 0 \rightarrow \frac{P}{2} = F_{\text{reac}} \cdot \cos \alpha + R_v$$

$$\sum F_h = 0 \rightarrow F_{\text{reac}} \cdot \text{sen } \alpha = -R_h$$

$$\sum F_v = 0 \rightarrow \frac{P}{2} = F_{\text{reac}} \cdot \cos \alpha + R_v$$

$$\sum F_h = 0 \rightarrow F_{\text{reac}} \cdot \text{sen } \alpha = -R_h \quad \sum M = 0 \rightarrow \frac{P}{2} \cdot L_2 = F_{\text{reac}} \cdot \cos \alpha (L_1 + L_2)$$

Ahora se exponen los datos de diseño, tanto de la rueda helicoidal como de la masa a analizar.

Acero, suave.

$$\text{Ancho} = 16 \text{ mm}$$

$$L_2 = 91.12 \text{ mm}$$

$$b = 12.59 \text{ mm}$$

$$L_1 = 59.45 \text{ mm}$$

$$m = 80 \text{ kg}$$

$$\alpha = 22.5^\circ$$

$$d_p = 150.57 \text{ mm}$$

$$P = m \cdot g \simeq 800 \text{ N}$$

$$m = 4.833 \text{ mm}$$

Y se resuelven las incógnitas del sistema, quedando:

$$F_{\text{reac}} = 262.01 \text{ N}$$

$$\begin{cases} R_v = 157.93 \text{ N} \\ R_h = -100 \text{ N} \end{cases}$$

Para comprobar la resistencia a flexión se ha de calcular cual es el momento existente en la sección de contacto con el tornillo, siendo el límite de fluencia del acero: $f_{yd} = 275 \text{ N/mm}^2$.

$$M_{Diente} = 2 \cdot m \cdot F_{reac} = 2.532 \text{ N} \cdot m$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma &= \frac{M_{Diente} \cdot b/2}{I_{base}} \\ I_{base} &= \frac{h \cdot b^3}{12} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \sigma &= 5.98 \text{ N/mm}^2 \\ I_{base} &= 2667.168 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$M_{pl,ace} > M_{Diente}$$

$$M_{pl,ace} = \frac{b \cdot h^2}{4} \cdot f_{yd}$$

$$M_{pl,ace} = 42.309 \text{ N} \cdot m$$

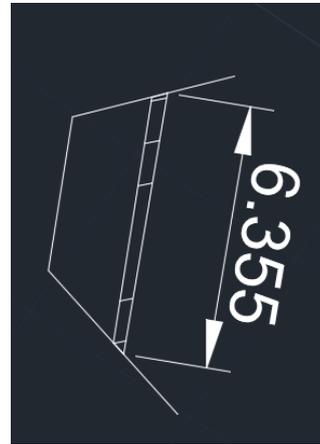


Ilustración 57

Y por tanto sí que se cumple la condición estructural.

También debe analizarse la resistencia del eje de rotación del sistema de cada estribera a corte para comprobar que la sección aguanta a la acción sometida del piloto.

$$\left. \begin{aligned} R_v &= 157.93 \text{ N} \\ R_h &= -100.26 \text{ N} \end{aligned} \right\} F_R = \sqrt{R_v^2 + R_h^2} = 187.07 \text{ N}$$

$$A_s = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 = 314.16 \text{ mm}^2$$

$$\tau = \frac{F}{A} = 0.595 \text{ N/mm}^2$$

$$C.S. = \frac{f_{yd}}{\tau \cdot \sqrt{3}}$$



Ilustración 58

El coeficiente de seguridad; $C.S.=266.8 > 1$ por lo tanto se cumple la condición estructural para evitar la rotura.

Otra forma de calcularlo será mediante la ecuación definida en el CTE, por tanto la sección tendrá una resistencia a corte superior a la fuerza aplicada en el sistema.

$$V_{pl,rd} > F_{eje}$$

$$V_{pl,rd} = A \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \rightarrow V_{pl,rd} = 82.28 \text{ kN}$$

Se cumple la condición de cálculo estructural, ya que la resistencia plástica del acero es superior al esfuerzo vertical cortante $\longrightarrow 82.28 \text{ kN} > 0.158 \text{ kN}$.

Por último, la rueda helicoidal del engranaje debe ser analizada en el agujero por el que pasa el eje de giro del mecanismo. Entonces la sección se encuentra sometida a unas fuerzas de compresión, por lo que:

$$A_{contacto} = 691.15 \text{ mm}^2$$

$$N > F_{eje}$$

$$N = A \cdot f_{yd} = 181.015 \text{ kN}$$

¡Se cumple!

Igualmente se comprueba el coeficiente de seguridad del acero:

$$\sigma_a = \frac{F_R}{d \cdot h} \rightarrow \sigma_a = 0.425 \text{ N/mm}^2$$

$$C.S. = \frac{f_{yd}}{\sigma_a}$$

Efectivamente el $C.S.=646.8 > 1$ por lo tanto confirma la estabilidad estructural.

6. PRESUPUESTO.

Podemos hacer una estimación de coste de todas las piezas que vayan a formar parte de cada sistema de la moto. Los precios variarán en función del material empleado y de la empresa proveedora de las piezas mecanizadas, que tendrá su propio coste de producción y mano de obra.

Hay que tener en cuenta que este proyecto estudia los accesorios dedicados a mejorar una motocicleta comercial, sustituyendo así las piezas originales de cada modelo. La complejidad de la motocicleta de base también influirá en el coste de cada pieza, por lo que la valoración del coste del proyecto es relativa.

Entonces se contabilizarán las piezas comerciales incluidas en los mecanismos, que son los costes fijos del proyecto. Se aproxima la valoración de las piezas personalizadas mecanizadas, divididas por materiales de construcción, así como los componentes normalizados que intervienen en el conjunto del proyecto.

Elemento	Unidades	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Motor reductor 12 V; SDS6075A	2	103	206
Motor 12 V; 770-8525F-CC	2	55,2	110,4
Tornillo embalado de bolas; W2002SA-3P-C5Z5	2	24,99	49,98
Actuador eléctrico con vástago; LEPY10LJ-75	1	410,42	410,42
Rodamientos	6	25.91	155.46
Piezas personalizadas de ACERO	29	1.96 €/kg	5684
Piezas personalizadas de ALUMINIO	10	1.75 €/kg	1750
Piezas personalizadas de PLÁSTICO ABS	8	1.35 €/kg	1080
Piezas personalizadas de PLÁSTICO PMMA	2	3.55 €/kg	710
Ingeniería	100 h	40 €/hora	4.000
		TOTAL (Solo de costes)	14.156,26
Beneficio Industrial	15 %		2.123,1
I.V.A.	21%		3.418,7
		TOTAL	19.698,3

Tabla 6: Presupuesto de las piezas comerciales.

Las piezas personalizadas que intervienen en este proyecto tienen muchas variables de coste:

- Por material empleado.
- Por la dimensión de cada pieza
- Por la complejidad de mecanizado de cada pieza.
- Por el tiempo empleado para cada componente.

Como se observa en la tabla 6, las piezas personalizadas se han dividido en los diferentes materiales empleados para el proyecto, englobando las diferentes variantes de cada material en uno sólo. De esta forma se puede hacer una aproximación del coste de las piezas sin atender a las posibles variaciones de acero o de los respectivos tratamientos que deba incorporar cada pieza en particular.

Por lo que se ha unificado el coste de cada pieza, de manera que se aproxima el cálculo teniendo en cuenta que se dedican 10 horas a la realización de cada una, a 10 €/hora, multiplicado por el precio del kg de material de cada pieza. A continuación se detalla el coste de cada material:

- Coste del Acero suave - 1.96€/kg.
- Coste del Aluminio 6061 - 1.75€/kg.
- Coste del Plástico ABS - 1.35€/kg.
- Coste del Plástico PMMA – 3.55€/kg.

Si asumimos que cada pieza pesa un promedio de 1 kg, ya que las piezas más grandes se compensan con las piezas más pequeñas, entonces ya se puede sacar un valor aproximado de las piezas personalizadas.

De la misma forma se ha englobado el precio de los rodamientos en el caso más desfavorable para no entrar en discusiones de competencia de fabricantes, por lo que se ha valorado el rodamiento a 25.91 €

También es importante detallar que los elementos normalizados intervinientes en el proyecto (conformados por pernos, tuercas, arandelas, anillas de retención y muelles) se han excluido del presupuesto ya que su valor no es redundante con la cantidad total presupuestada de los mecanismos.

De esta forma, y para concluir, el proyecto que aquí se presenta, saldría un coste aproximado de: **19.698,3€**



7. CONCLUSIONES.

Este proyecto es todo un reto de ingeniería que supone una nueva forma de contemplar el concepto de conducción. Así se ha querido diseñar unos mecanismos que con sencillas modificaciones permitan que todo tipo de motocicleta puede adaptarse al gusto de cualquier usuario interesado en el universo de dos ruedas, llevando la personalización de cada modelo a un nivel superior de eficiencia y estilo.

En el presente trabajo se ha demostrado la viabilidad técnica de una serie de mecanismos fácilmente implementables sobre una motocicleta que permiten modificar la postura del piloto ajustando ésta a una conducción “sport” o más tipo “adventure”.

En concreto se ha realizado:

- El diseño de un mecanismo que permite elevar el manillar y variar el ángulo de este para aumentar el confort en la posición “adventure” y conseguir una posición más aerodinámica y compacta en la posición "racer".
- El diseño de un mecanismo de barras que permite el levantamiento y abatimiento de cúpula parabrisas. El accionamiento de este mecanismo se realiza por medio del mecanismo del manillar anteriormente mencionado, consiguiendo realizar ambos movimientos con los mismos actuadores eléctricos.
- Se ha diseñado un mecanismo que permite variar la altura e inclinación de los estribos de la motocicleta. Esto mejorará el confort y control del piloto cuando varía de posición.
- Se ha diseñado un mecanismo que permite el avance y retroceso del asiento, retrasándolo en la posición "sport" y avanzándolo en la posición "adventure". Con ello se consigue un mayor confort en la conducción en cada posición.

Para cada uno de los mecanismos mencionados se ha realizado un prediseño conceptual del mismo utilizando herramientas CAD. Se han realizado cálculos de resistencia básicos en algunos elementos con el objetivo de asegurar su integridad y seguridad durante el funcionamiento. Además, se ha dimensionado los actuadores eléctricos necesarios para mover los mecanismos.

Por lo tanto, el objeto de este proyecto demuestra su eficacia y la capacidad de diseño y adaptación de los sistemas empleados para poder modificar la geometría de conducción.

7.1 TRABAJOS FUTUROS.

El principal objetivo futuro sería añadir todos los sensores necesarios para poder automatizar los procesos. Todos los sistemas están pensados para ir conectados a un controlador integrado en la centralita principal. Por lo que podrían programarse como un sistema completo que varíe la geometría globalmente e incluso separar de forma independiente los mecanismos para modificar únicamente el componente que interese.

También se podría completar el proyecto con un carenado abatible permitiendo cubrir en mayor o en menor cantidad al piloto, en función del estilo de conducción deseado. Este carenado completaría el tren delantero para mejorar el flujo aerodinámico, así como el carenado lateral, capaz de abatirse como un fuelle.

Este proyecto resulta ser todo un mundo de disciplinas que requieren un mayor aprendizaje o la necesidad de organizar un equipo de profesionales que trabajen de una forma conjunta para completar cada uno de los ámbitos que conforman las motocicletas.



8. BIBLIOGRAFÍA.

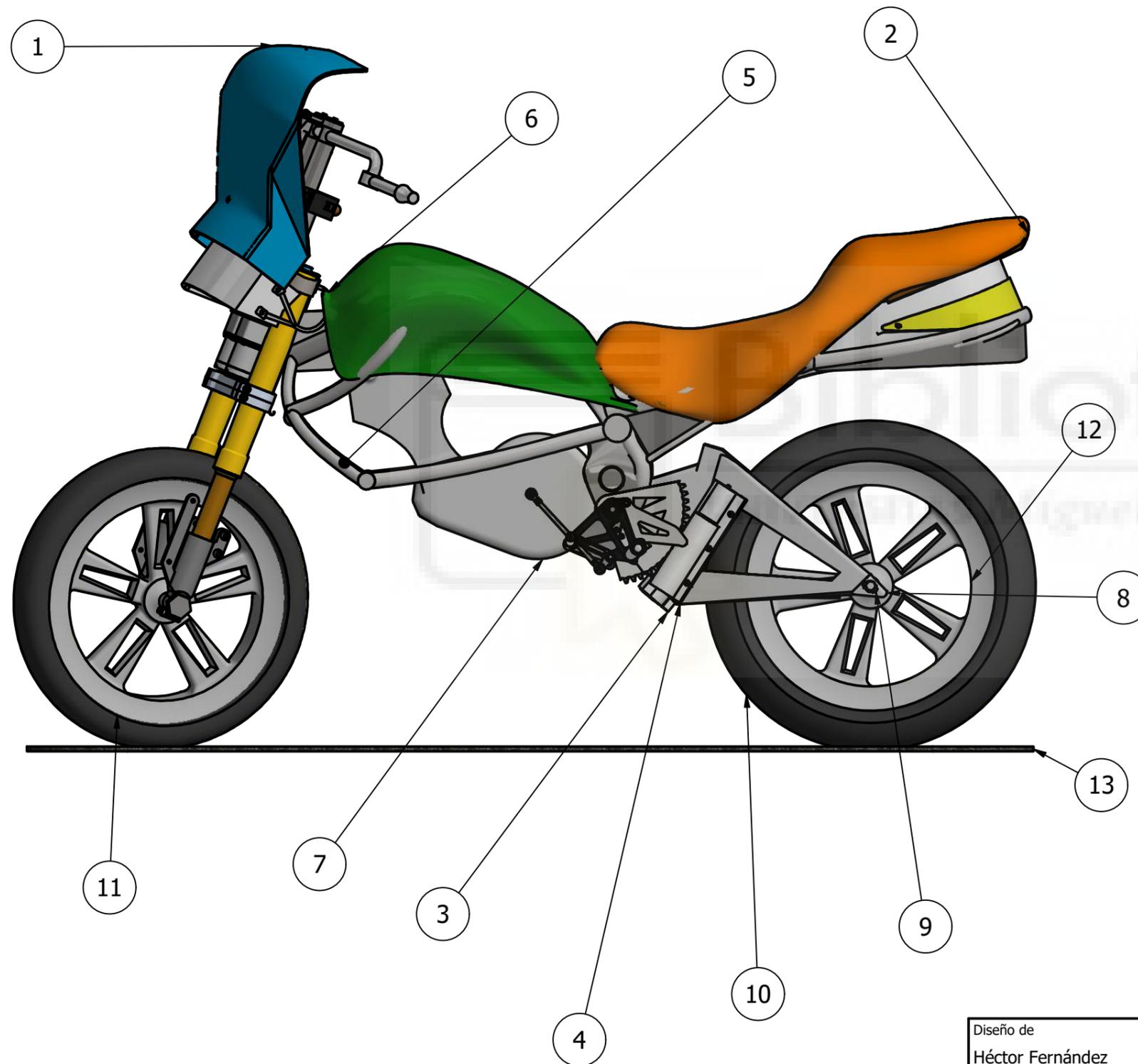
- Arias Paz, Manuel. "Motocicletas". Madrid. Ed. Dossat 2003, 32ª Edición. ISBN: 84-95312-07-7
- Foale, Tony. "Motorcycle handling and chassis design". 2006. ISBN 84-933286-3-4.
- Rios Suarez, Manuel Ramón. "Ergonomía del puesto de conductor en motocicletas". (Recurso en línea) (último acceso 13 de abril de 2021). Disponible en:
<http://www.jmcprl.net/PUBLICACIONES/ERGO%20MOTOCICLETAS.pdf>
- Cossalter, Vittore . "Motorcycle Dynamics". Ed. Race Dynamics, 2002. ISBN: 9780972051408.
- Grabcad. - <https://grabcad.com/library>.
- Motos trail 2018. Estas son las 13 mejores motos polivalentes del año (motorpasionmoto.com).
- Geometría básica de la moto 2010 | Noticias | Motos.net (coches.net).
- Tipos de chasis de moto: El esqueleto de la moto | Moto1Pro.
- ¿Cómo son las motos Trail? - Fórmulamoto (formulamoto.es).
- Motos Trail y Adventure. Precios Información y Fichas (motofichas.com).
- Choosing the Ideal Motorcycle Riding Position (bestbeginnermotorcycles.com).
- Motorcycle Riding Position Detailed Guide - Throttle News.
- Motorcycle Ergonomics Simulator (cycle-ergo.com).
- Kawasaki lanza la patente de su prototipo de tres ruedas. ¿El rival de la Niken? | SoyMotero.net.
- La motocicleta eléctrica de Damon, con geometría variable y tecnología del futuro - Motocicletas eléctricas - Híbridos y Eléctricos | Coches eléctricos, híbridos enchufables (hibridosyelectricos.com).
- Honda patents two-in-one motorcycle riding technology - BikeWale.
- Sistema de dirección con geometría variable. : Patentados.com.
- PSM Motorcycles (prototypespsm.com).
- How the Kawasaki Versys 650 differs from its platform brothers, the Ninja 650, ER-6n and the Vulcan S cruiser - Overdrive.
- VERSYS 650 2015 650 MOTOS Kawasaki motocicleta # KAWASAKI - Catálogo de Recambios Originales (bike-parts-kawa.es).

- Tornillos Embalados (nskamericas.com).
- SMC - Soluciones Eficientes para la Automatización Industrial.
- Solución personalizada, en todo el mundo - Transmotec.



Anexo I. PLANOS.



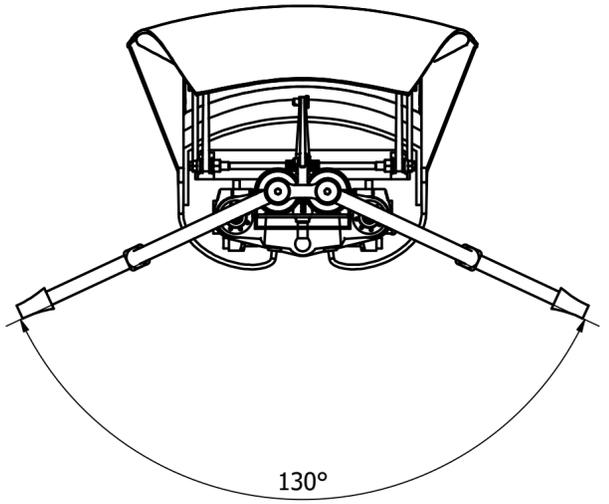
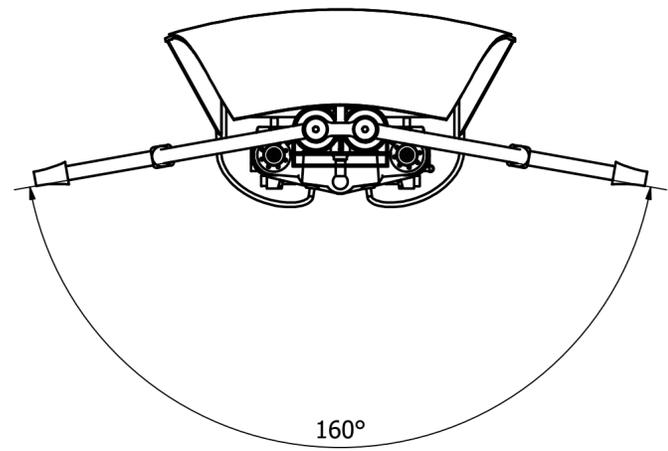
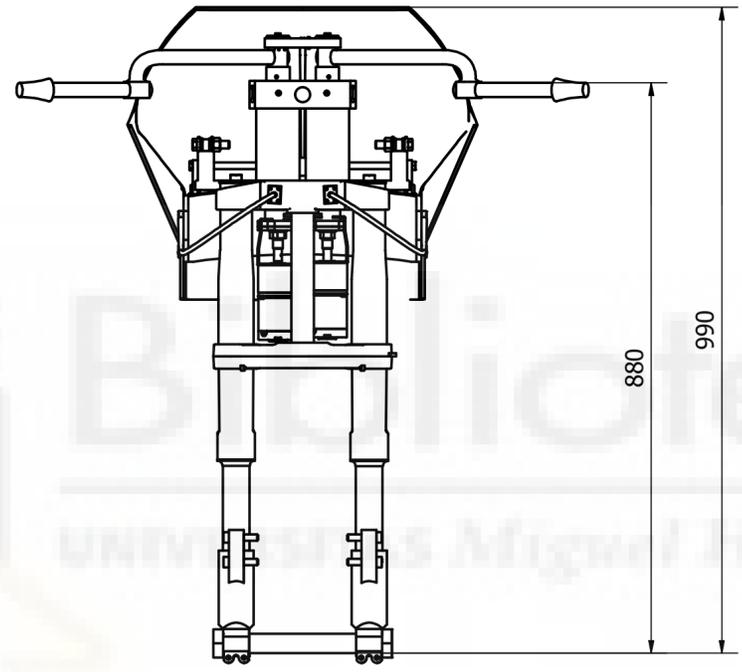
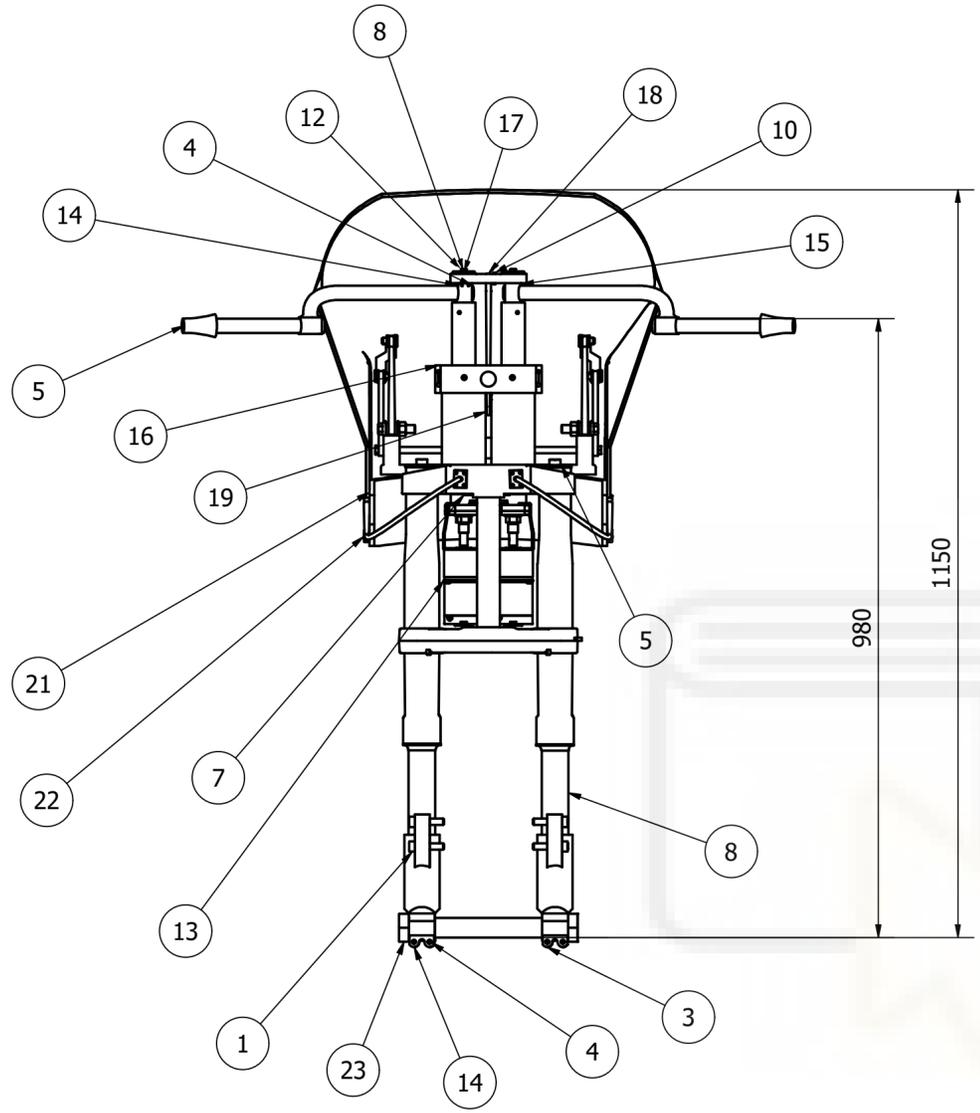


LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Tren delantero	Pl. nº: 1.10.00
2	1	Mecanismo SiIlín	Pl. nº: 1.30.00
3	1	Right Assy- full mode	Pl. nº: 1.40.00
4	1	Left Assy- full mode	Pl. nº: 1.50.00
5	1	FRAME LST FRONTER.	Superficie de construcción.
6	1	fuel tank LST FRONTIER.	Superficie de construcción.
7	1	Motor lst frontier	Pieza de construcción.
8	1	Basculante	Pieza de construcción.
9	1	Eje rueda trasera	Pieza de construcción.
10	1	neumático trasero 160.60-17	Pieza de construcción.
11	1	neumático delantero 120.70-17	Pieza de construcción.
12	2	Llanta	Pieza de construcción.
13	1	Suelo apoyo	Pieza de construcción.

Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 13/04/2021	Tamaño de hoja A3	
UMH		Motocicleta completa		Escala 1 : 10
		Moto LST FRONTIER	Plano Nº : 1.00.00	Hoja 1 / 1

Modo Adventure

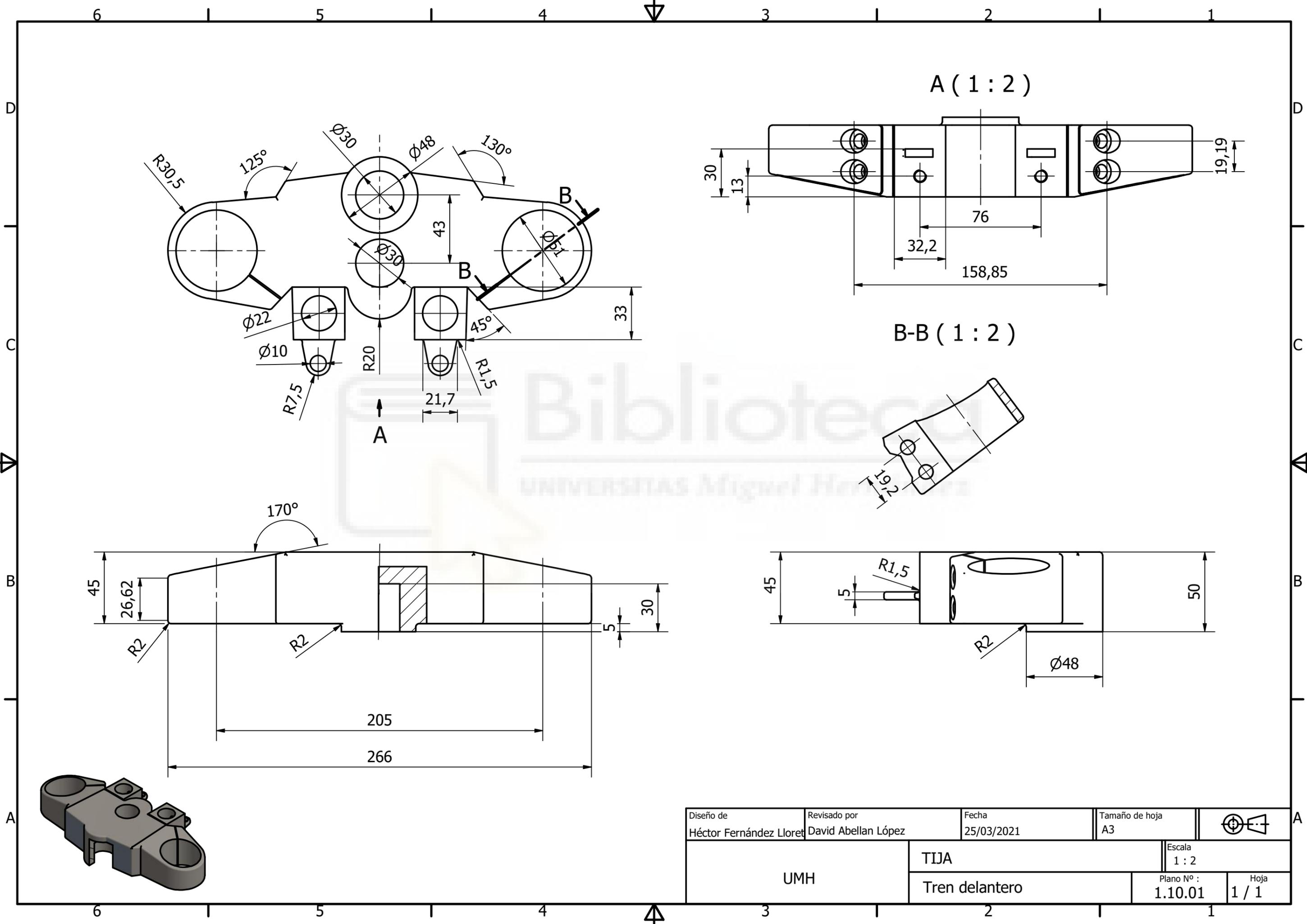
Modo Sport



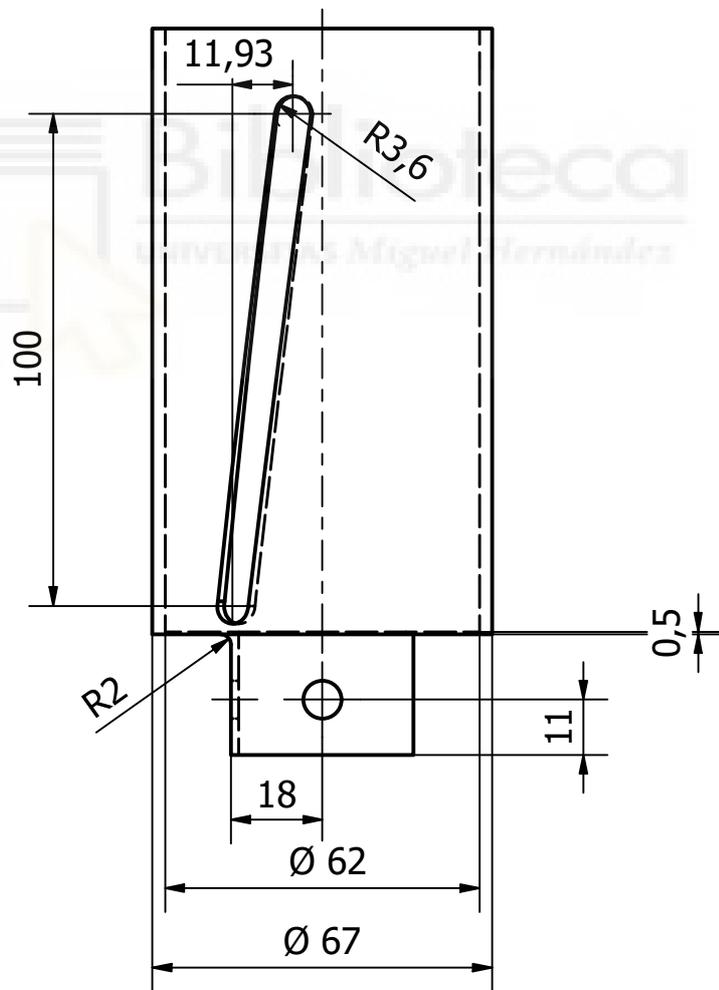
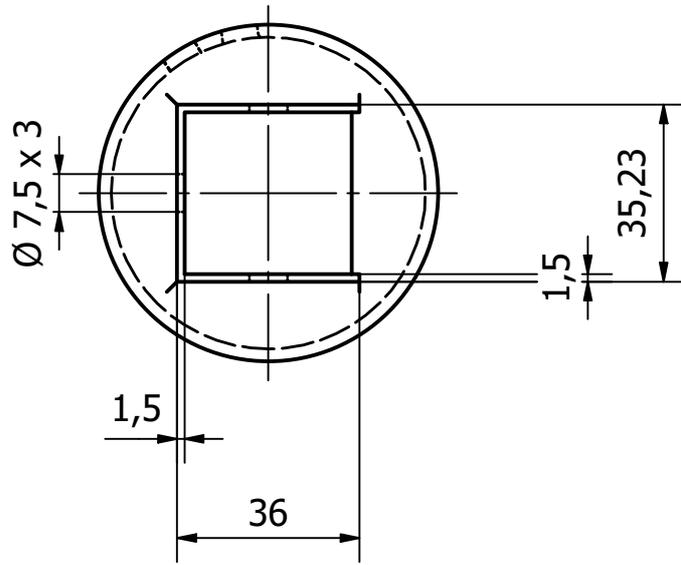
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1	Tija 2	Pl. nº: 1.10.01	Acero, aleación
2	1	Cubierta manillar buena (right)	Pl. nº: 1.10.02	Aluminio 6061, soldado
3	1	Cubierta manillar buena (left)	Pl. nº: 1.10.03	Aluminio 6061, soldado
4	2	Manillar bueno pt2	Pl. nº: 1.10.04	Aluminio 6061-AHC
5	2	Maneta del manillar	Pl. nº: 1.10.05	Aluminio 6061-AHC
6	2	Soporte motores	Pl. nº: 1.10.06	Aluminio 6061
7	1	Chasis soporte motores	Pl. nº: 1.10.07	Acero, fundido
8	2	Anilla de retención superior	Di x De x L 7.5 x 33.5 x 4	Acero, galvanizado
9	2	AS 1110 - M5 x 16	Pernos y tornillos métricos ISO de precisión de cabeza hexagonal	Acero, suave
10	1	ISO 2341 - B - 10 x 22	Eje de articulación	Acero
11	1	ISO 2341 - B - 10 x 20	Eje de articulación	Acero
12	2	AS 1110 - M5 x 12	Pernos y tornillos métricos ISO de precisión de cabeza hexagonal	Acero, suave
13	2	Motor reductor	Transmotec-SDS6075	Genérico
14	1	Tornillo de potencia. LEFT	Pl. nº: 1.11.00	WBK15-11-NSK
15	1	Tornillo de potencia. RIGHT	Pl. nº: 1.12.00	WBK15-11-NSK
16	1	Gatillo de bloqueo de manillar	Pl. nº: 1.13.00	Ensamblaje
17	1	Handlebar-Windshield linkage	Pl. nº: 1.14.00	Ensamblaje
18	1	Barra conectora V	Pl. nº: 1.14.02	Acero, aleación
19	1	Barra conectora W	Pl. nº: 1.14.03	Acero, aleación
20	1	Windshield full mode	Pl. nº: 1.20.00	Ensamblaje
21	1	Soporte cúpula	Pieza de carenado	Plástico ABS
22	1	Subchasis cúpula	Pieza de carenado	Aluminio 6061
23	1	Eje rueda delantera	Modelo cad	Acero, suave

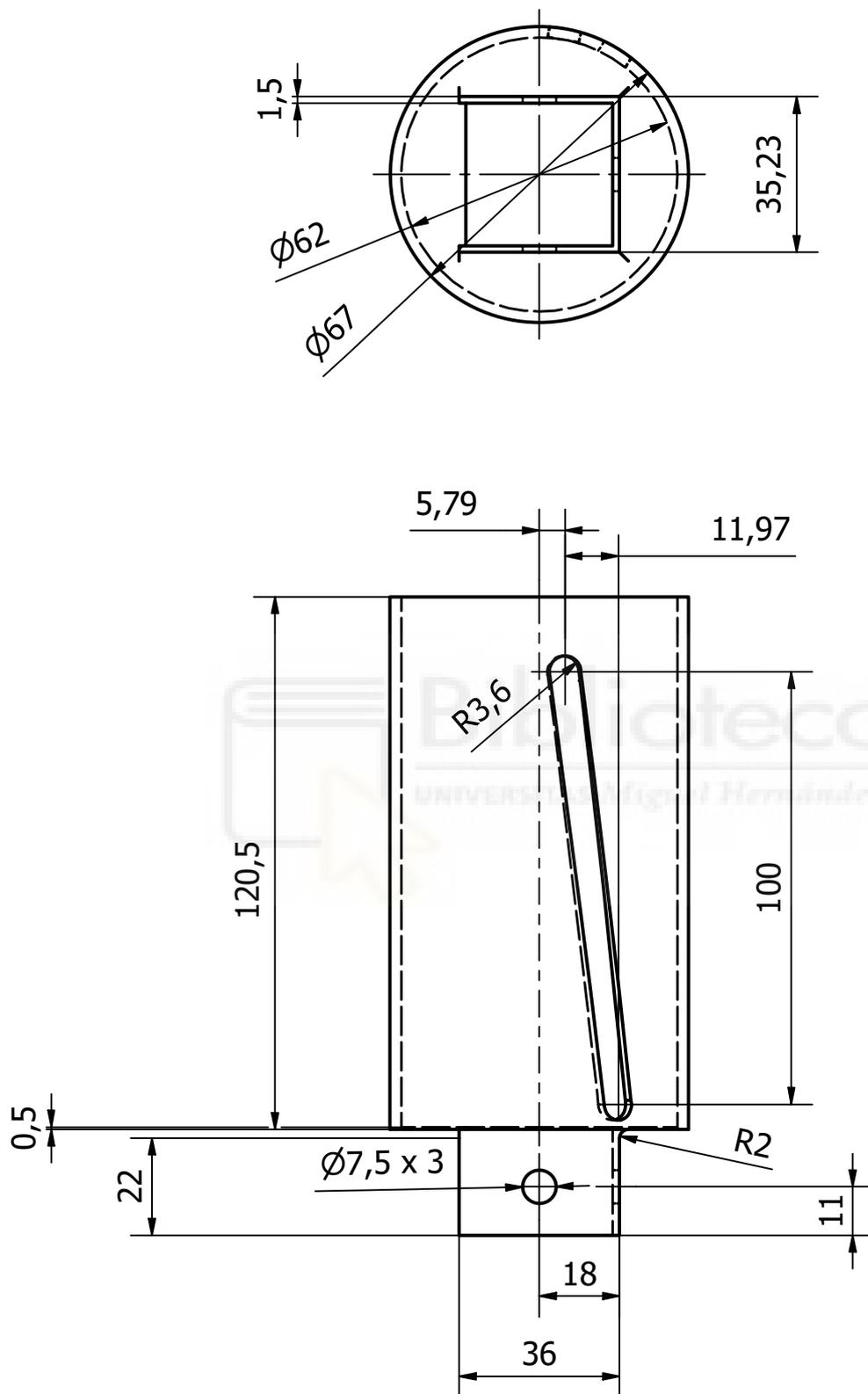
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 26/03/2021	Tamaño de hoja A2	Escala 0,13 : 1
UMH		Tren delantero		Plano Nº : 1.10.00
		Mecanismo manillar-cúpula		Hoja 1 / 1



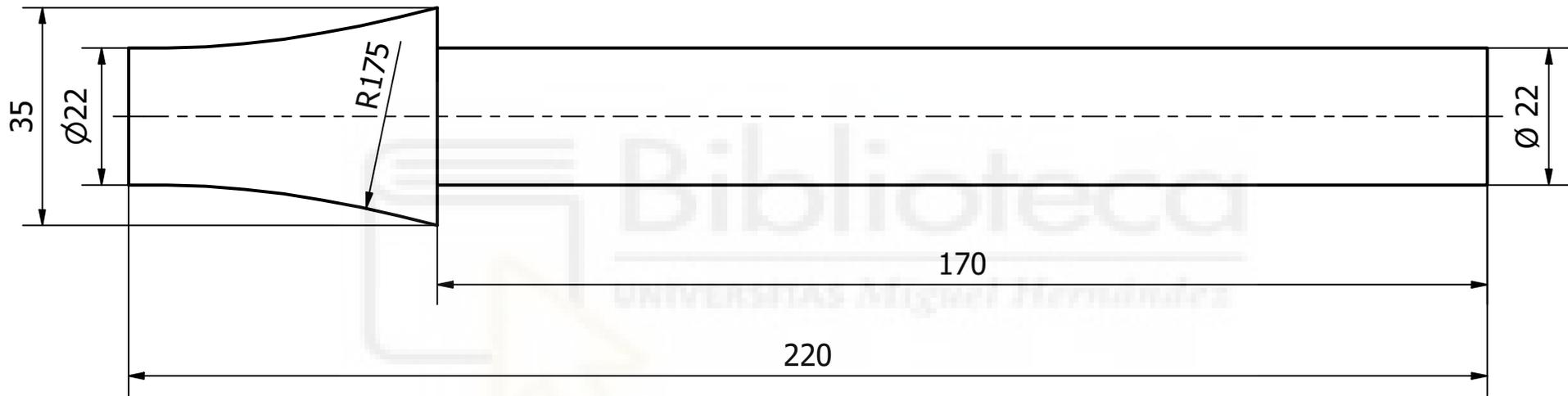
Diseño de Héctor Fernández Lloret	Revisado por David Abellan López	Fecha 25/03/2021	Tamaño de hoja A3	
UMH		TIJA	Escala 1 : 2 Plano N° : 1.10.01	



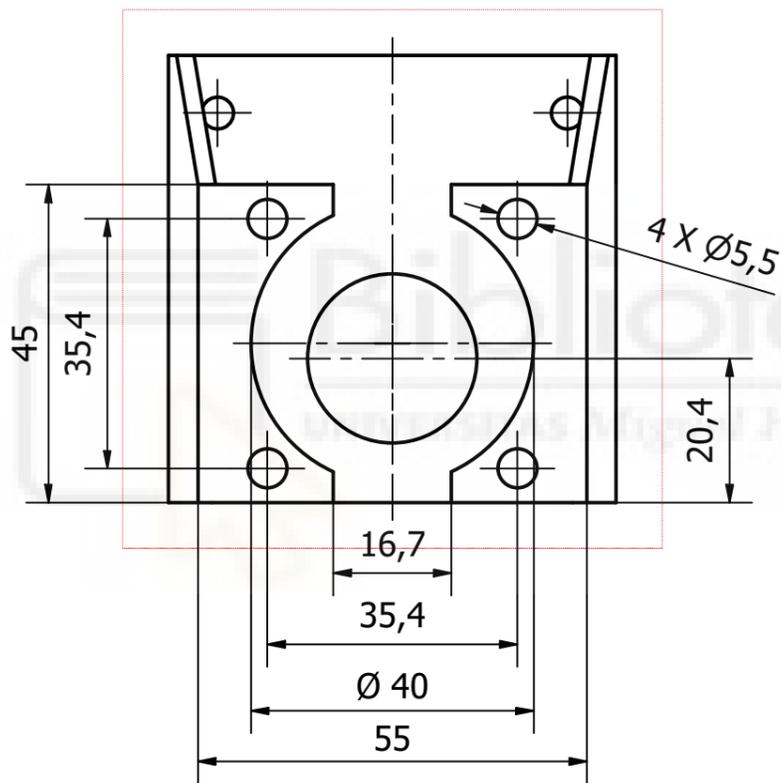
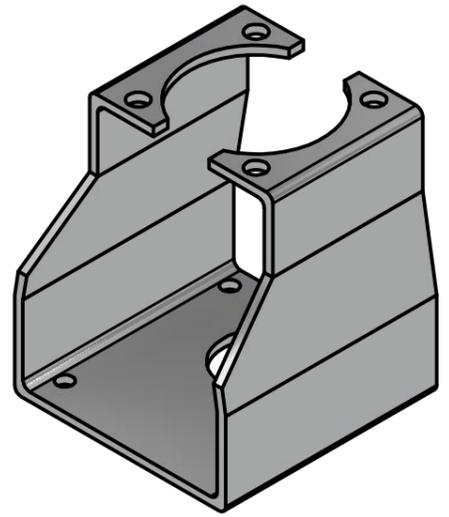
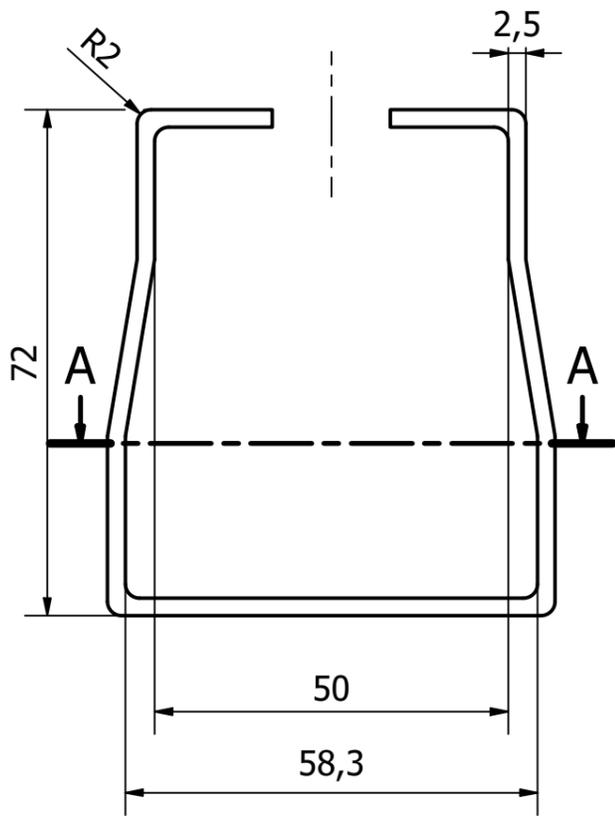
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 26/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH	Cubierta manilla RIGHT		Escala 1 : 1.5	
	Mecanismo manillar		Plano N° : 1.10.02	Hoja 1 / 1



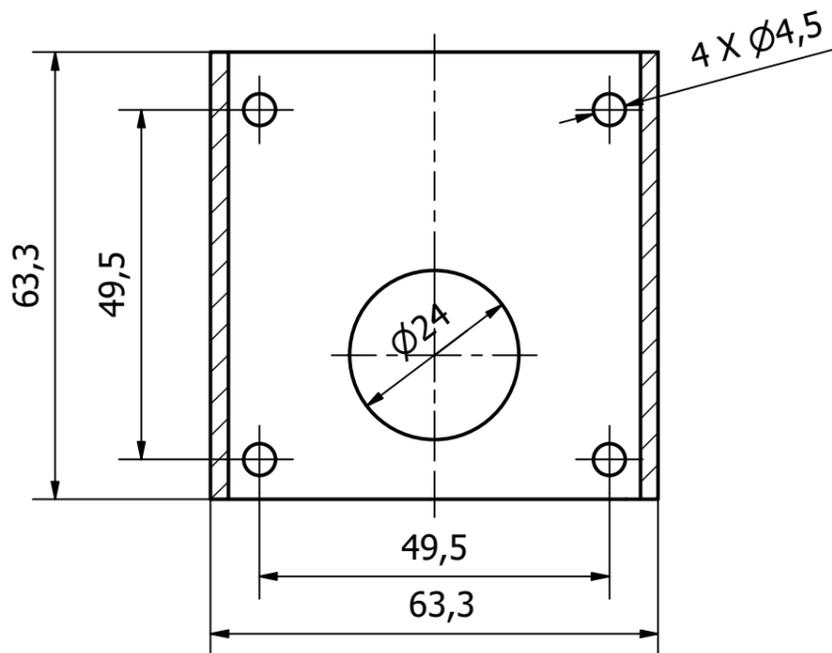
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 26/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		Cubierta manillar LEFT		Escala 1 : 1.5
		Mecanismo manillar	Plano N° : 1.10.03	Hoja 1 / 1



Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 26/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		Puño manillar		Escala 1 : 1
		Mecanismo manillar	Plano Nº : 1.10.05	Hoja 1 / 1

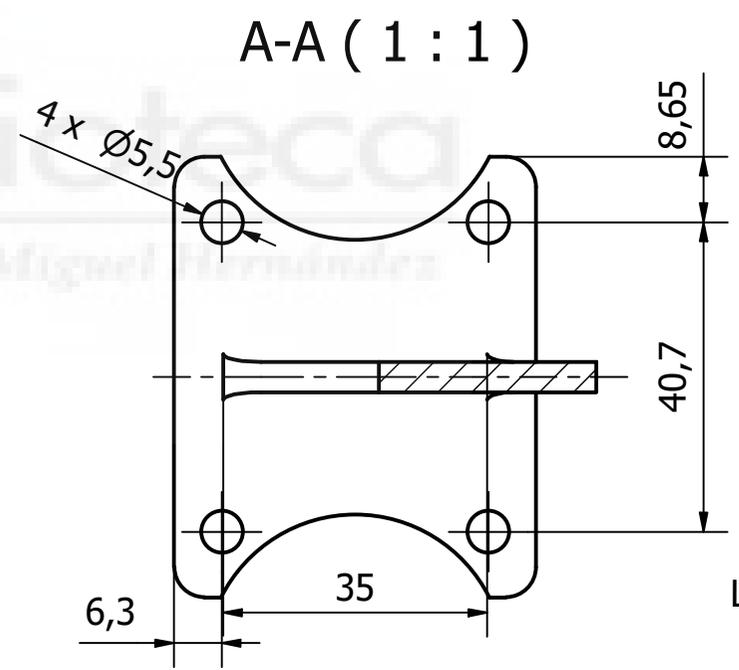
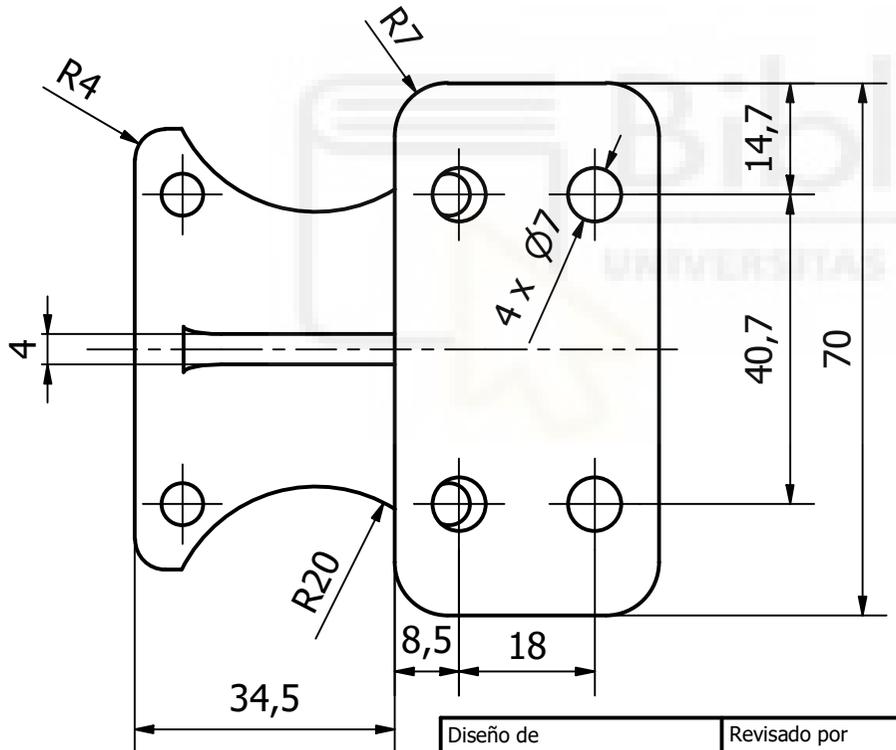
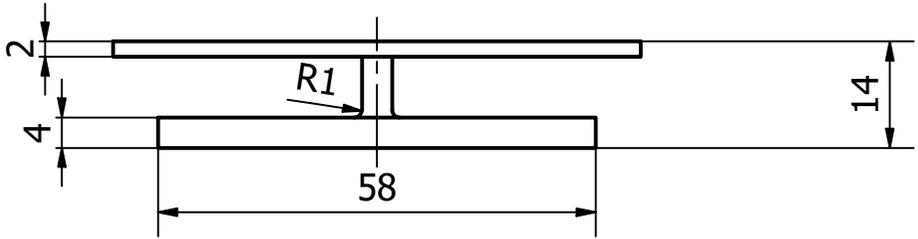
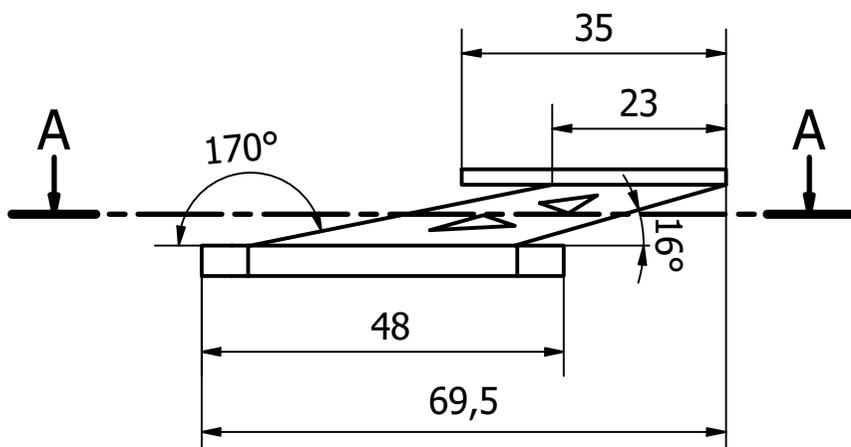


A-A (1 : 1)



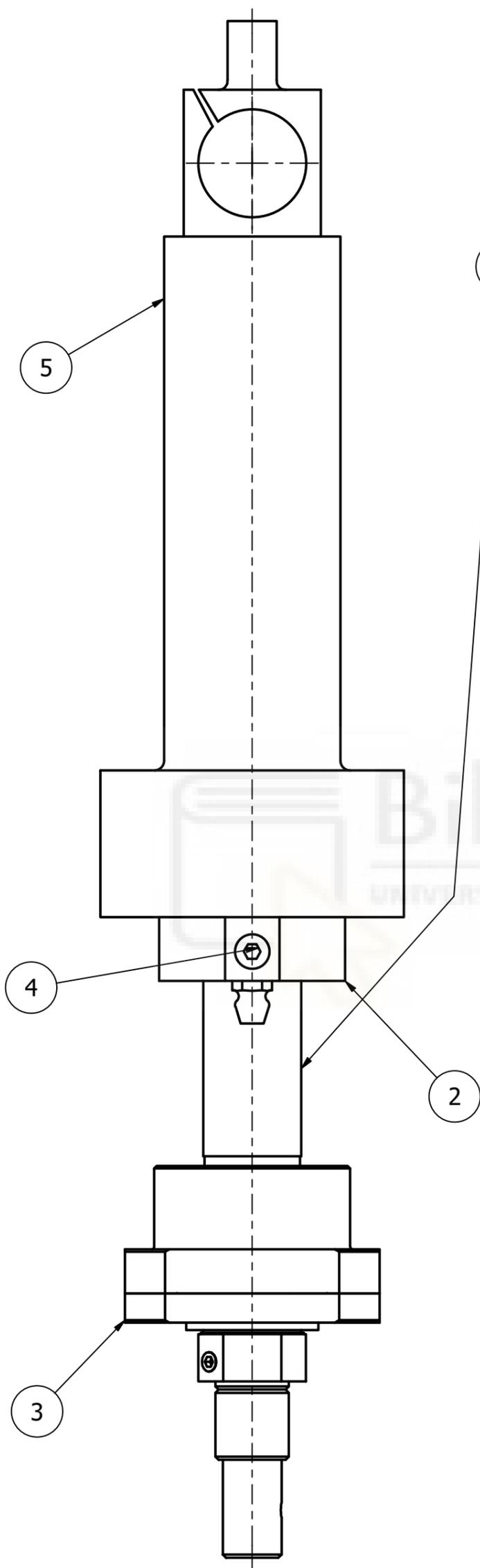
Nota:
Todos los
empalmes
tienen el
mismo radio.

Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 26/03/2021	Tamaño de hoja A3	
UMH			Soporte motores	Escala 1 : 1
			Mecanismo manillar	Plano N° : 1.10.06
				Hoja 1 / 1



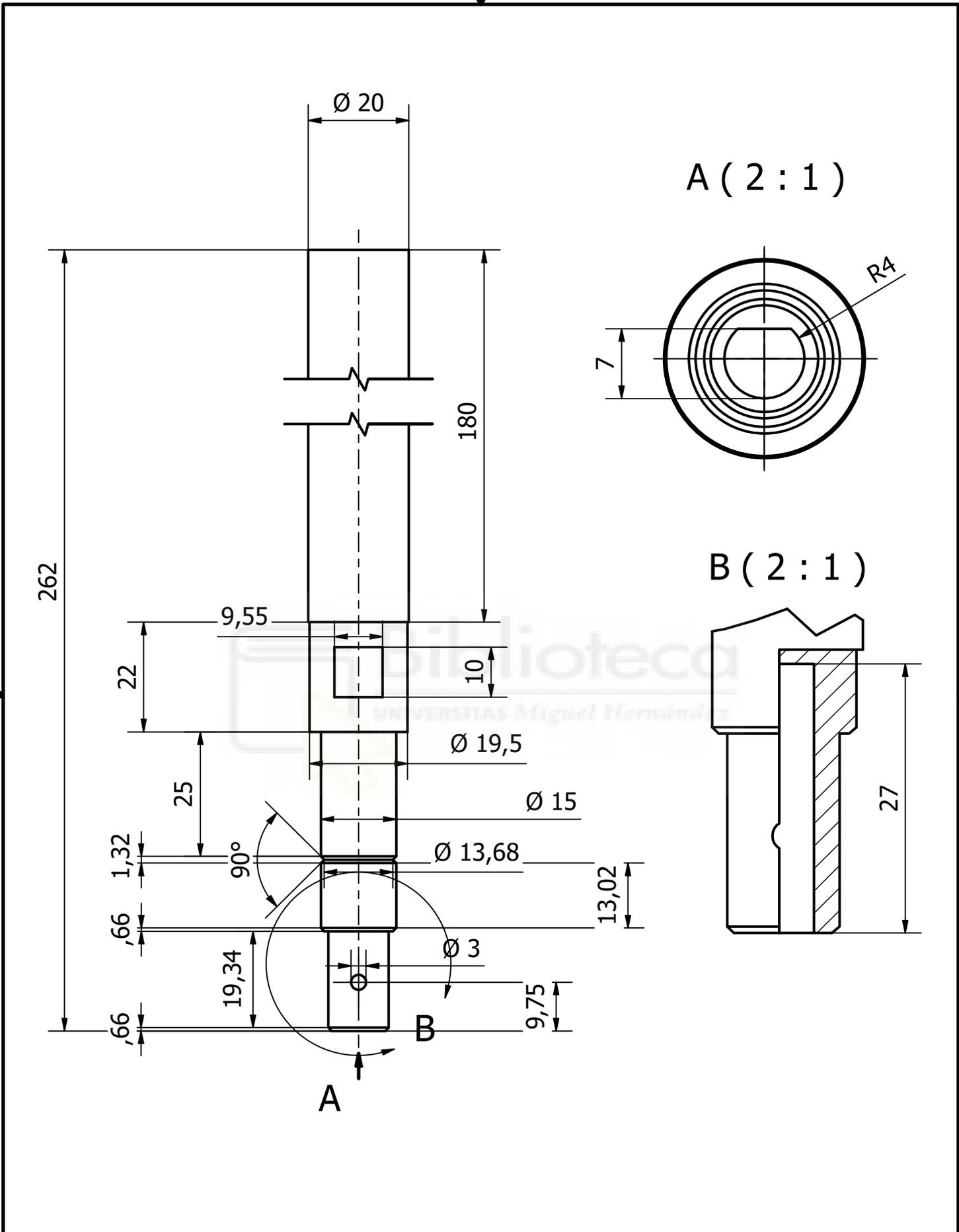
Nota:
Los triángulos
de corte son
embellecedores

Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 13/04/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		Chasis soporte motores		
		Mecanismo manillar		Plano N° : 1.10.07
				Hoja 1 / 1

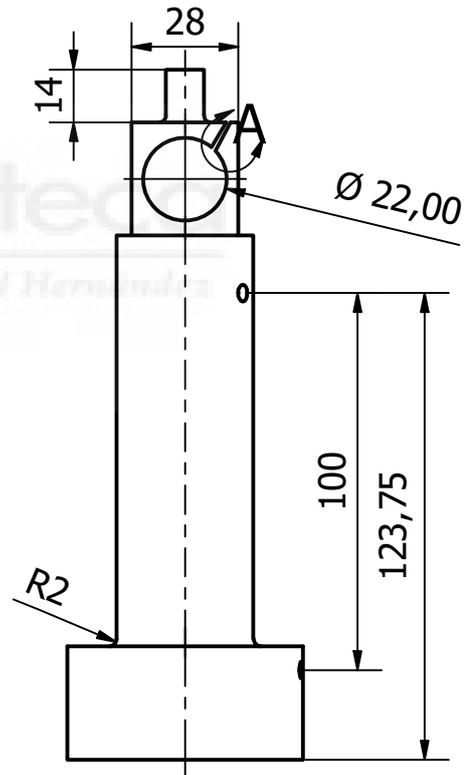
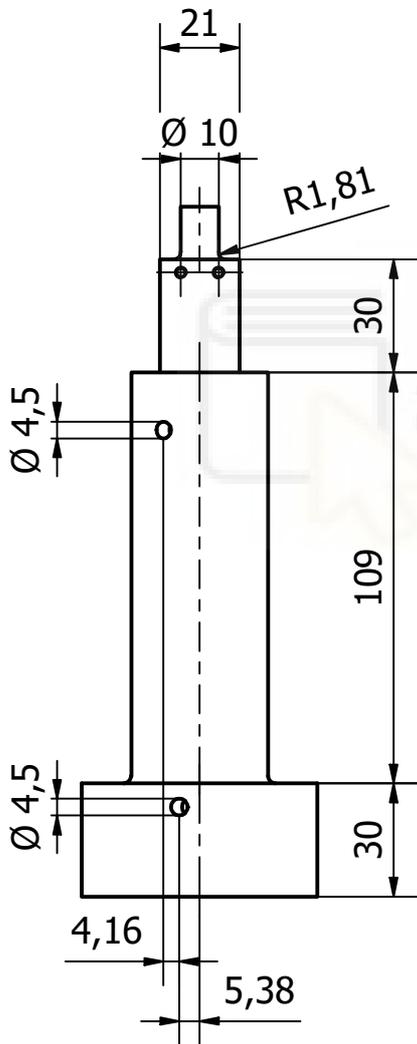
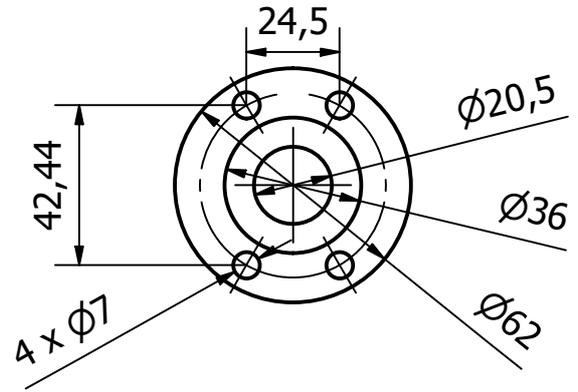
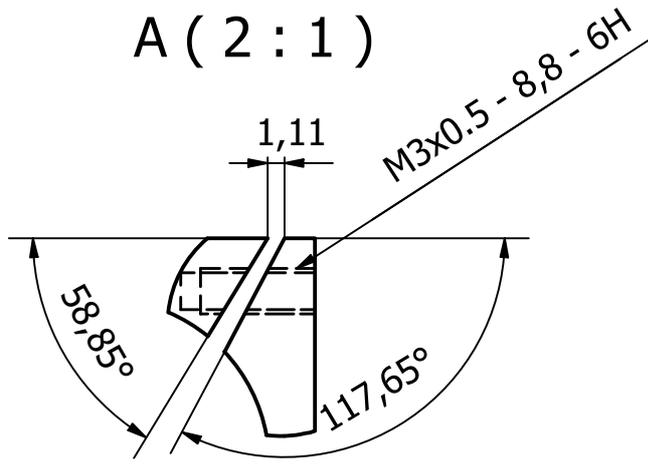


LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1	TORNILLO DE POTENCIA-NSK	Pl. nº: 1.11.01	Acero inoxidable, 440C
2	1	HUSILLO MÓVIL-NSK	Componente comercial-NSK	Acero, suave, soldado
3	1	HUSILLO FIJO-NSK	Componente comercial-NSK	Acero, suave
4	1	AS 1420 - 1973 - M4 x 8	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
5	1	Manillar LEFT pt1	Pl. nº: 1.11.02	Acero, alta resistencia, aleación baja

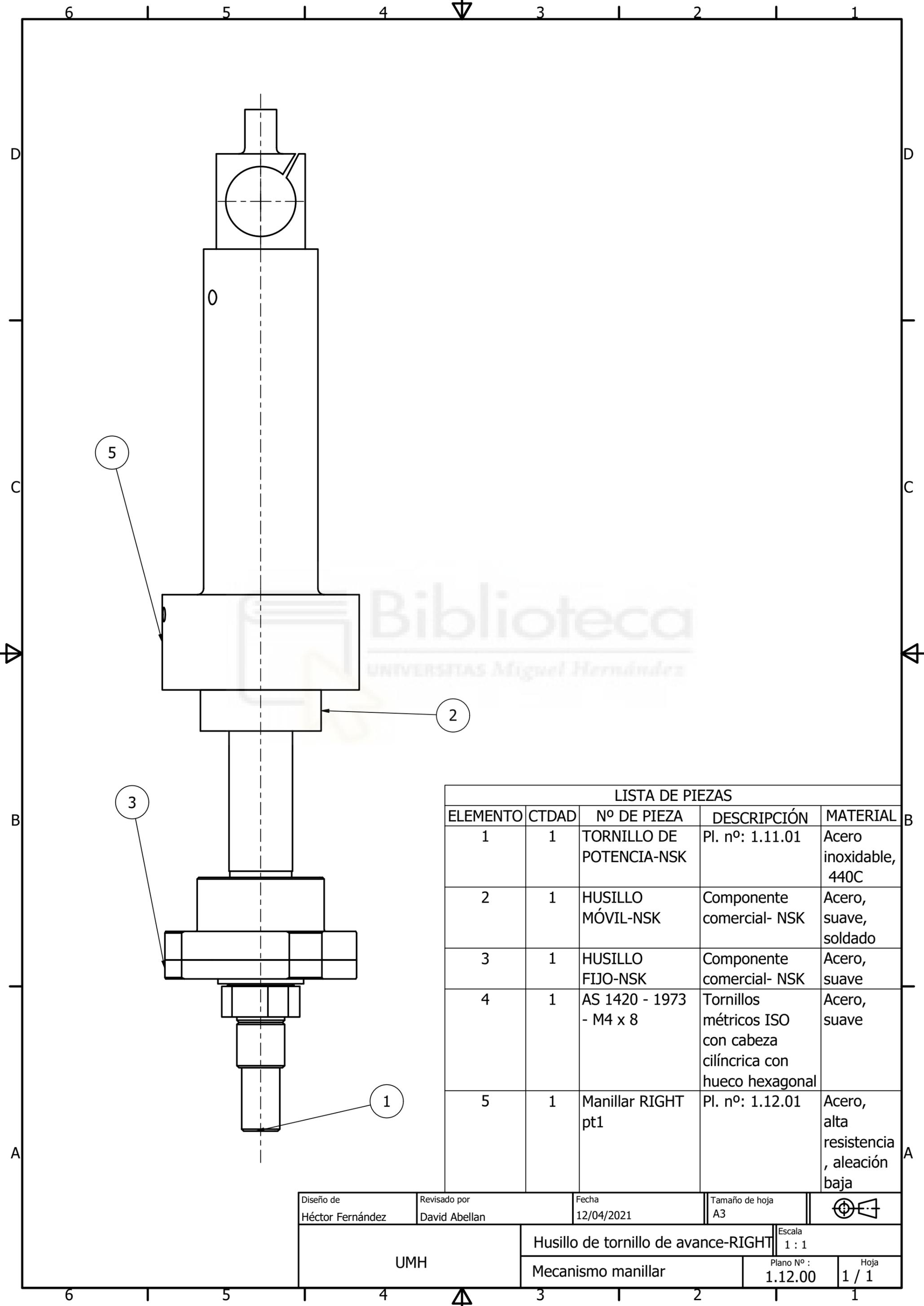
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A3	
UMH		Husillo de tornillo de avance-LEFT		Escala 1 : 1
		Mecanismo manillar	Plano Nº : 1.11.00	Hoja 1 / 1



Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 26/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH	Tornillo de potencia		Escala 1 : 1	
	Mecanismo Manillar		Plano N° : 1.11.01	Hoja 1 / 1



Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 26/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		Manillar LEFT pt1		Escala 1 : 2
		Mecanismo Manillar	Plano N° : 1.11.02	Hoja 1 / 1



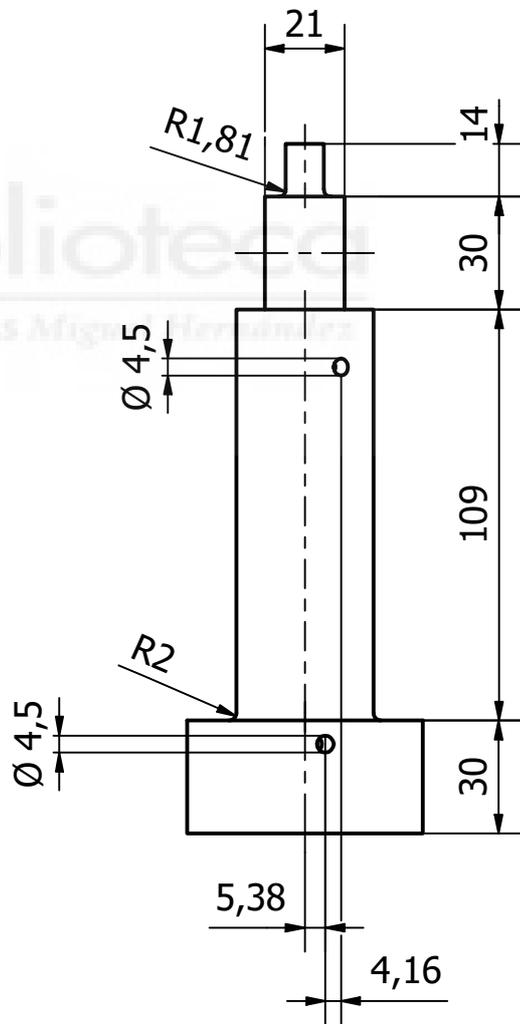
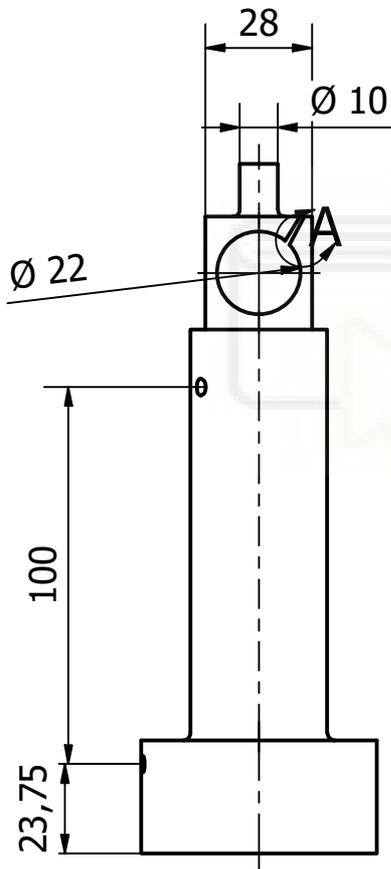
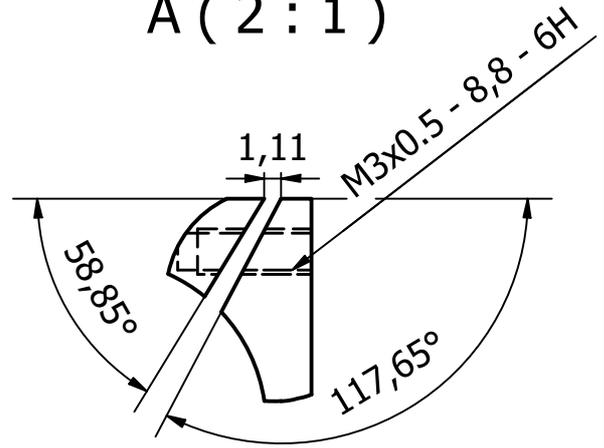
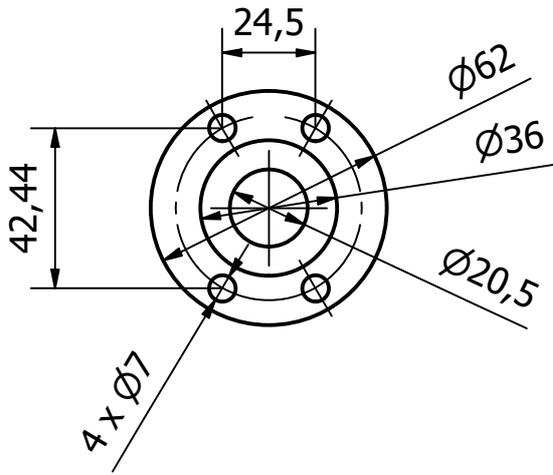
Biblioteca
UNIVERSITAS Miguel Hernández

LISTA DE PIEZAS

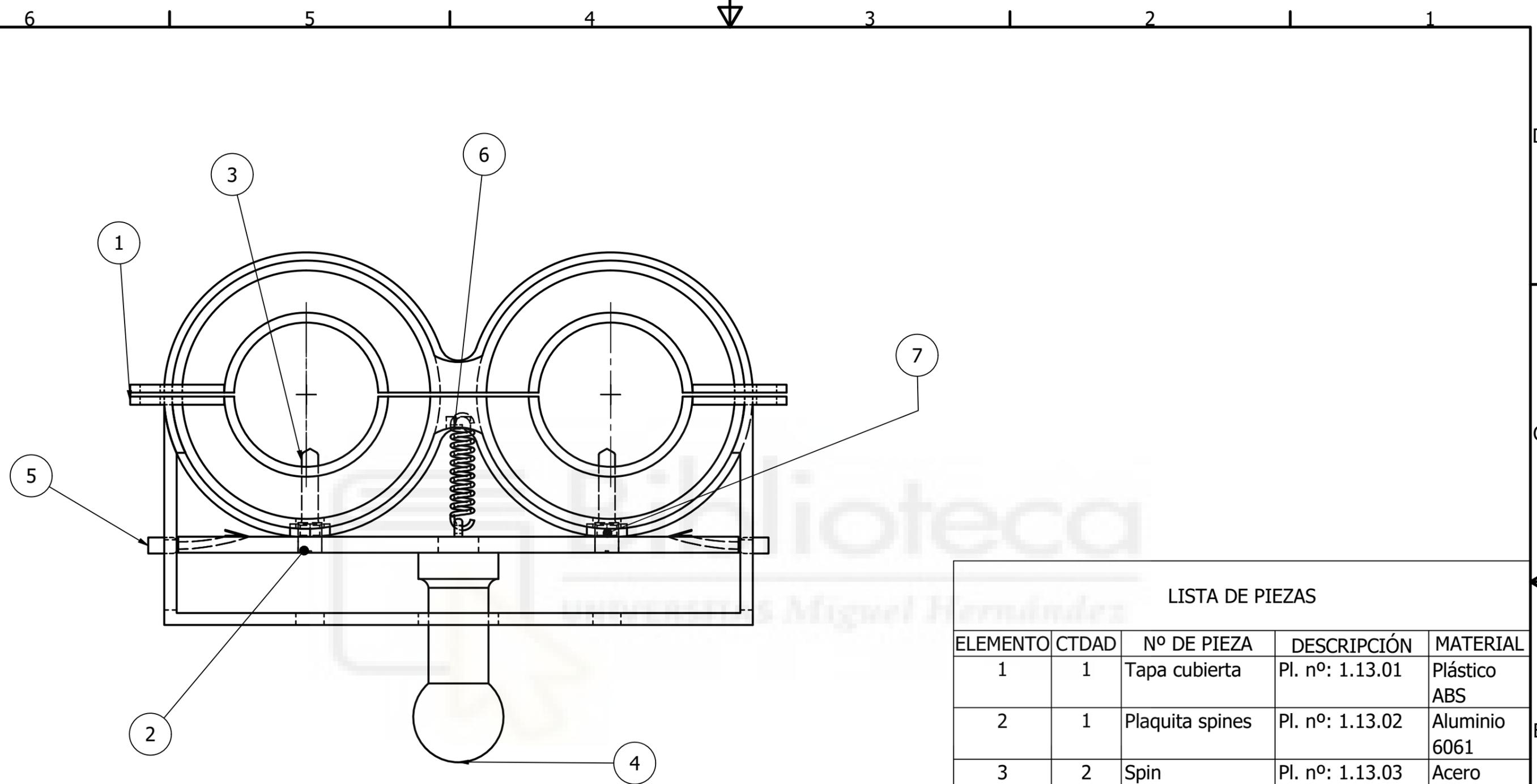
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1	TORNILLO DE POTENCIA-NSK	Pl. nº: 1.11.01	Acero inoxidable, 440C
2	1	HUSILLO MÓVIL-NSK	Componente comercial- NSK	Acero, suave, soldado
3	1	HUSILLO FIJO-NSK	Componente comercial- NSK	Acero, suave
4	1	AS 1420 - 1973 - M4 x 8	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
5	1	Manillar RIGHT pt1	Pl. nº: 1.12.01	Acero, alta resistencia, aleación baja

Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 12/04/2021	Tamaño de hoja A3	
UMH		Husillo de tornillo de avance-RIGHT		Escala 1 : 1
		Mecanismo manillar	Plano Nº : 1.12.00	Hoja 1 / 1

A (2 : 1)



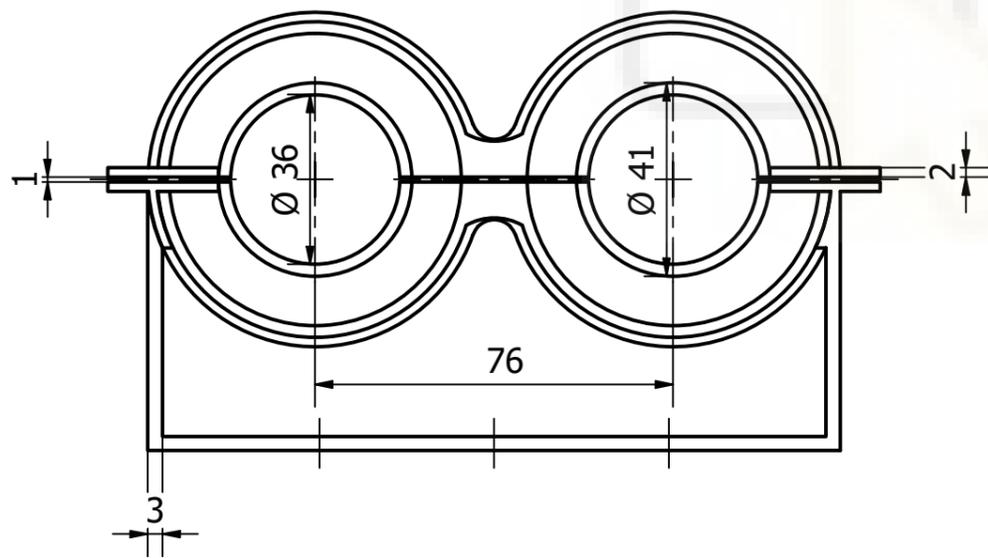
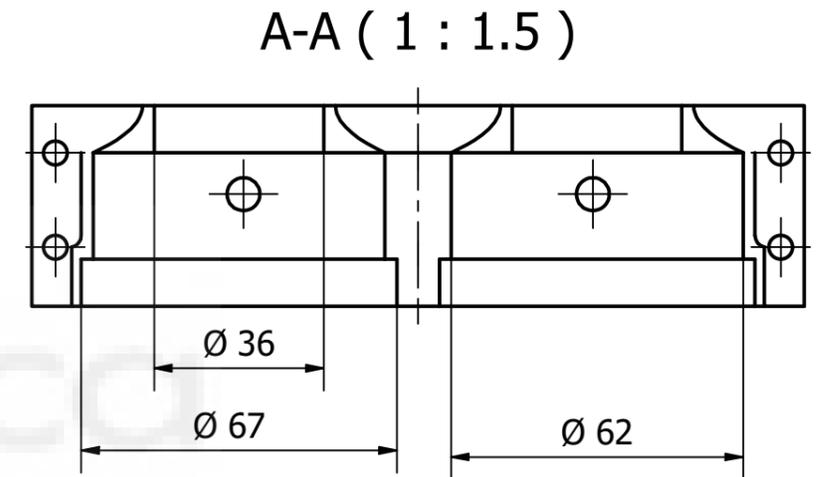
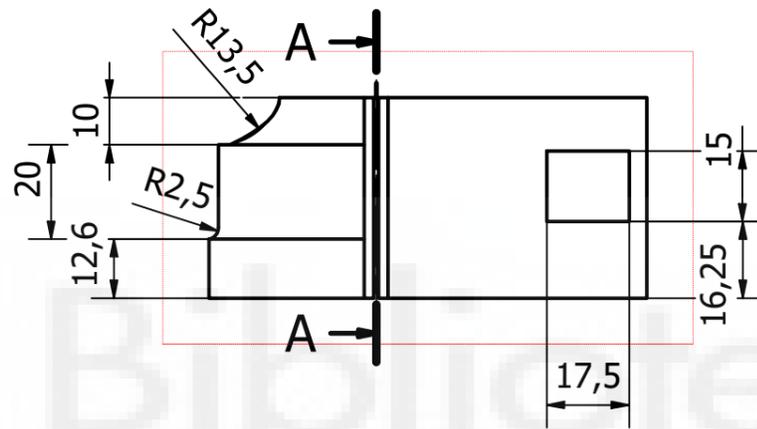
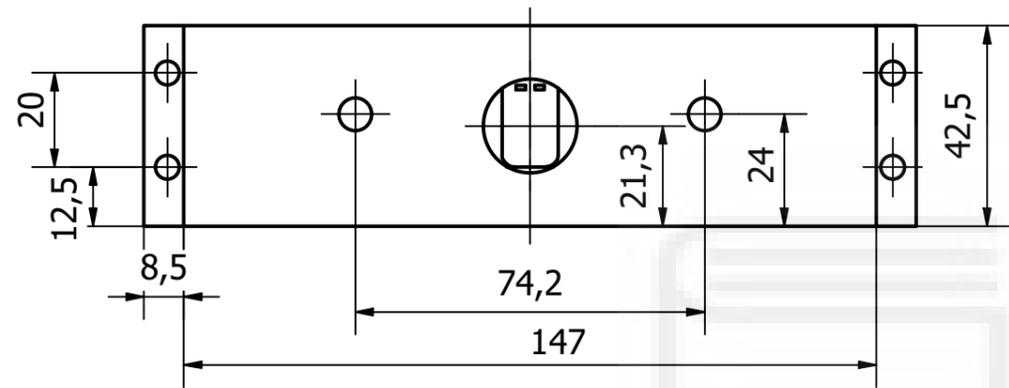
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 26/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		Manillar RIGHT pt1		Escala 1 : 2
		Mecanismo manillar	Plano N° : 1.12.01	Hoja 1 / 1



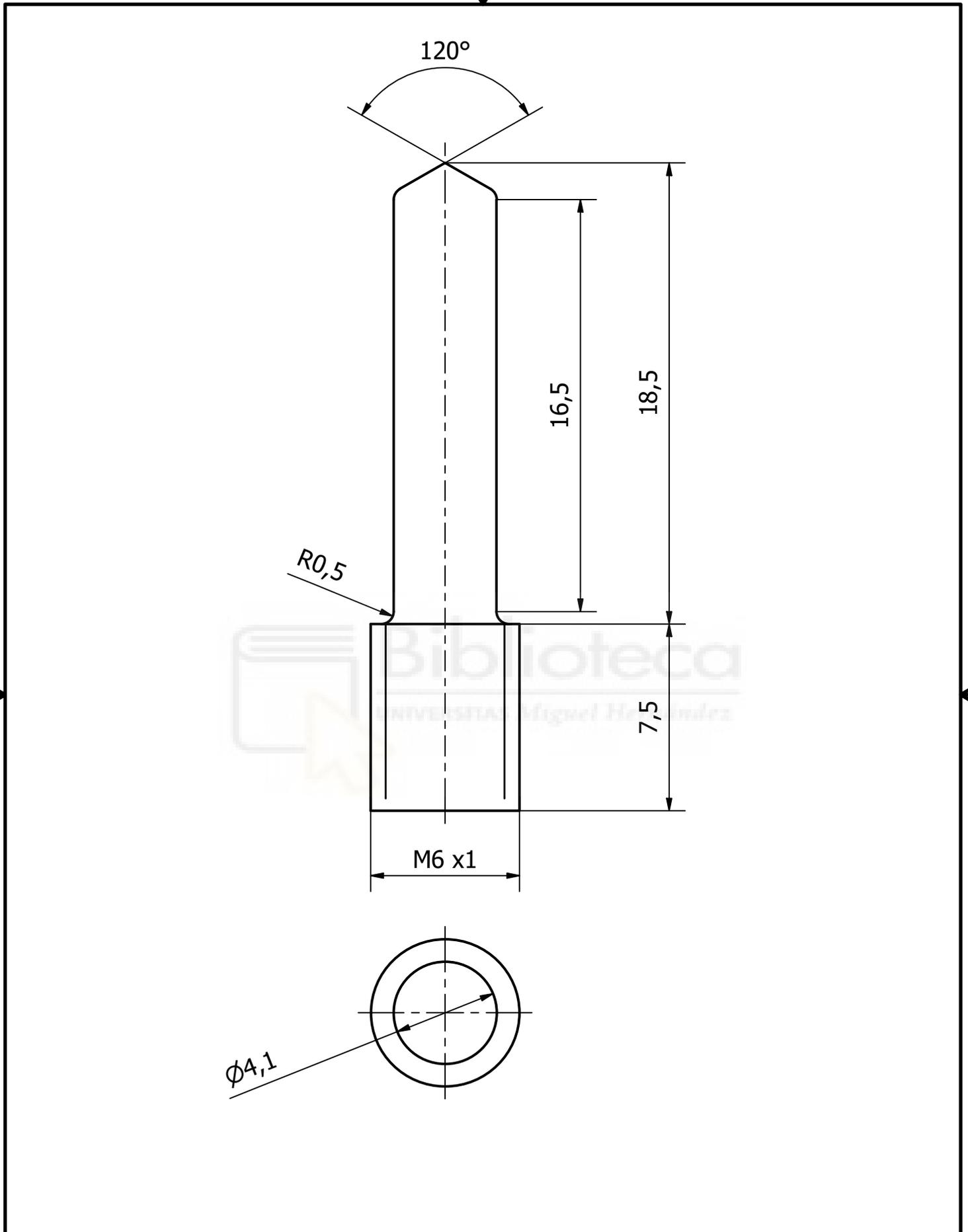
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1	Tapa cubierta	Pl. nº: 1.13.01	Plástico ABS
2	1	Plaquita spines	Pl. nº: 1.13.02	Aluminio 6061
3	2	Spin	Pl. nº: 1.13.03	Acero inoxidable
4	1	Tirador	Pl. nº: 1.13.04	Acero inoxidable
5	2	Pieza de unión y soporte	Pl. nº: 1.13.05	Acero, aleación
6	1	Muelle de extensión	De x L 5.5 x 28	Steel
7	2	AS 1474 - M6(1)	Tuerca hexagonal	Acero, suave

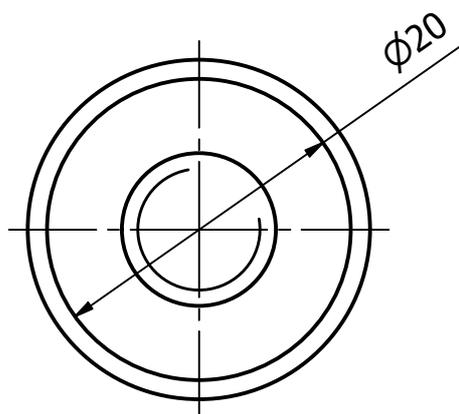
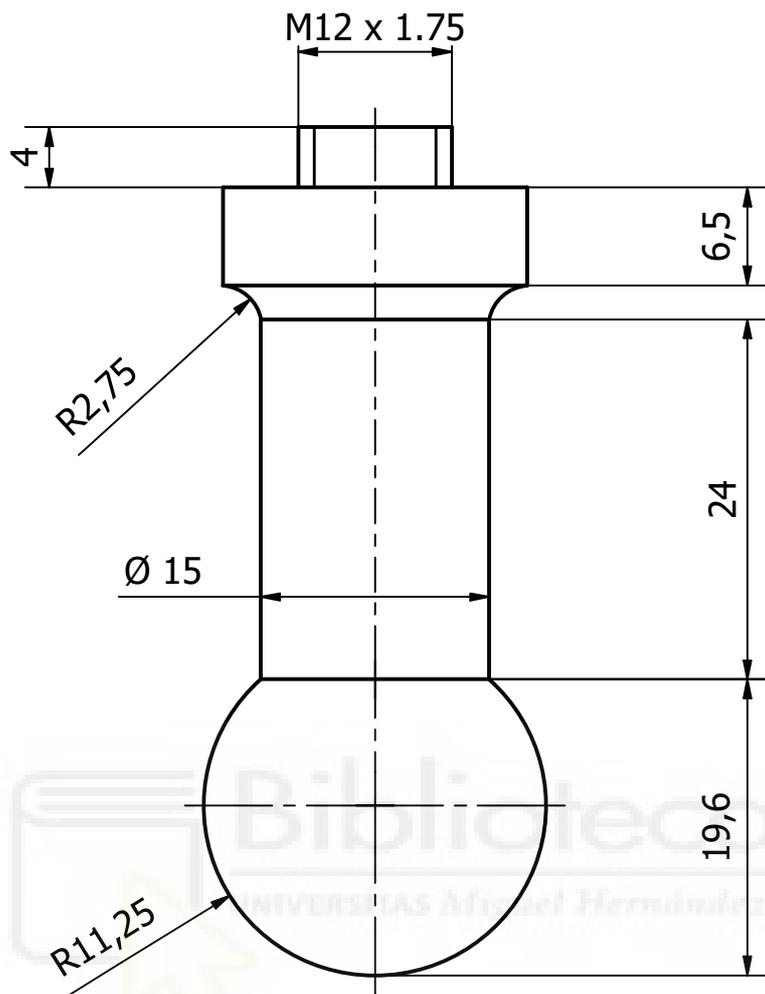
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A3	
UMH		Bloqueo de manillar		Escala 1 : 1
		Mecanismo Manillar	Plano Nº : 1.13.00	Hoja 1 / 1



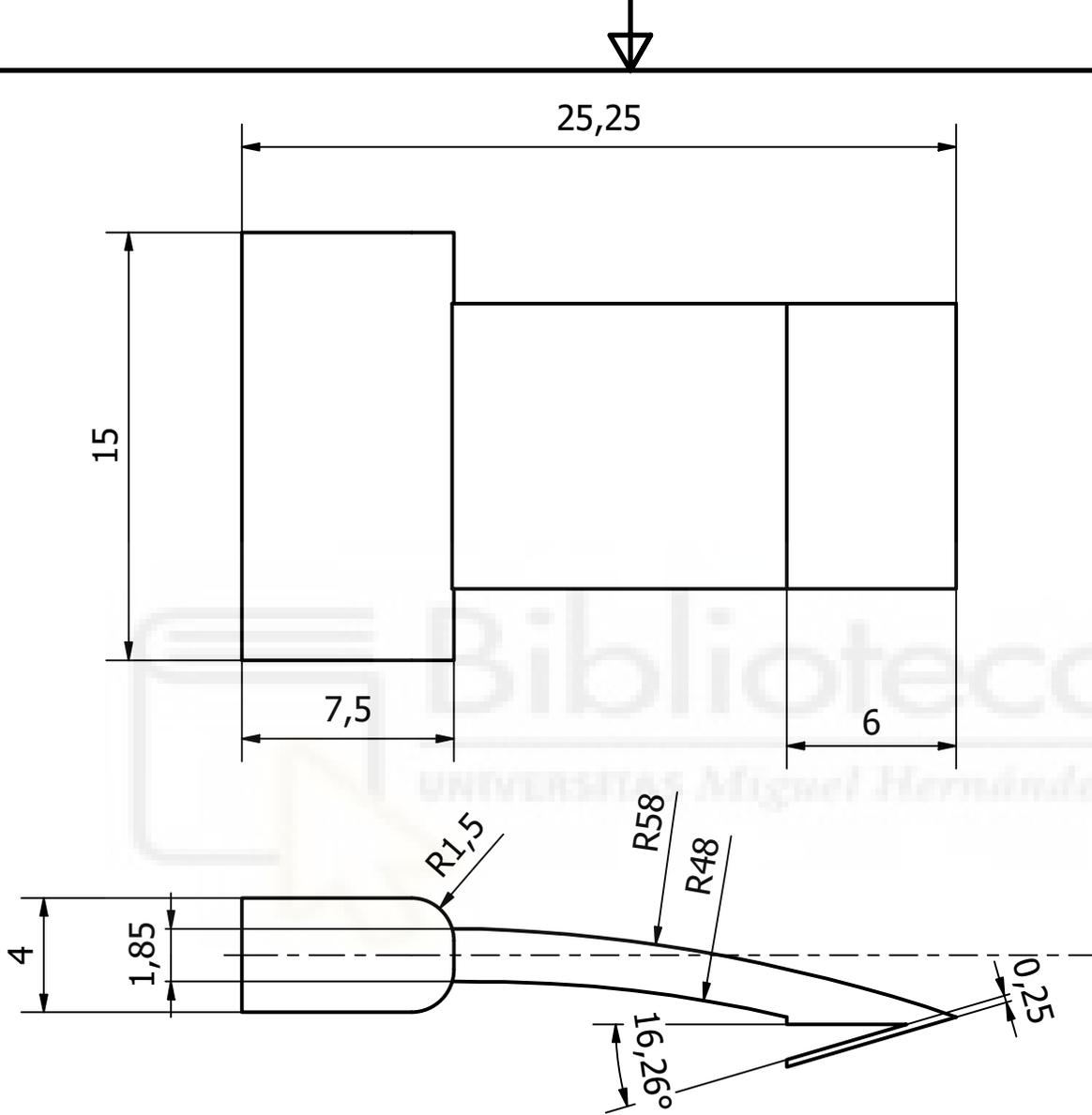
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A3	
UMH		Tapa-Cubierta manillar		Escala 1 : 1.5
		Mecanismo de bloqueo	Plano N° : 1.13.01	Hoja 1 / 1



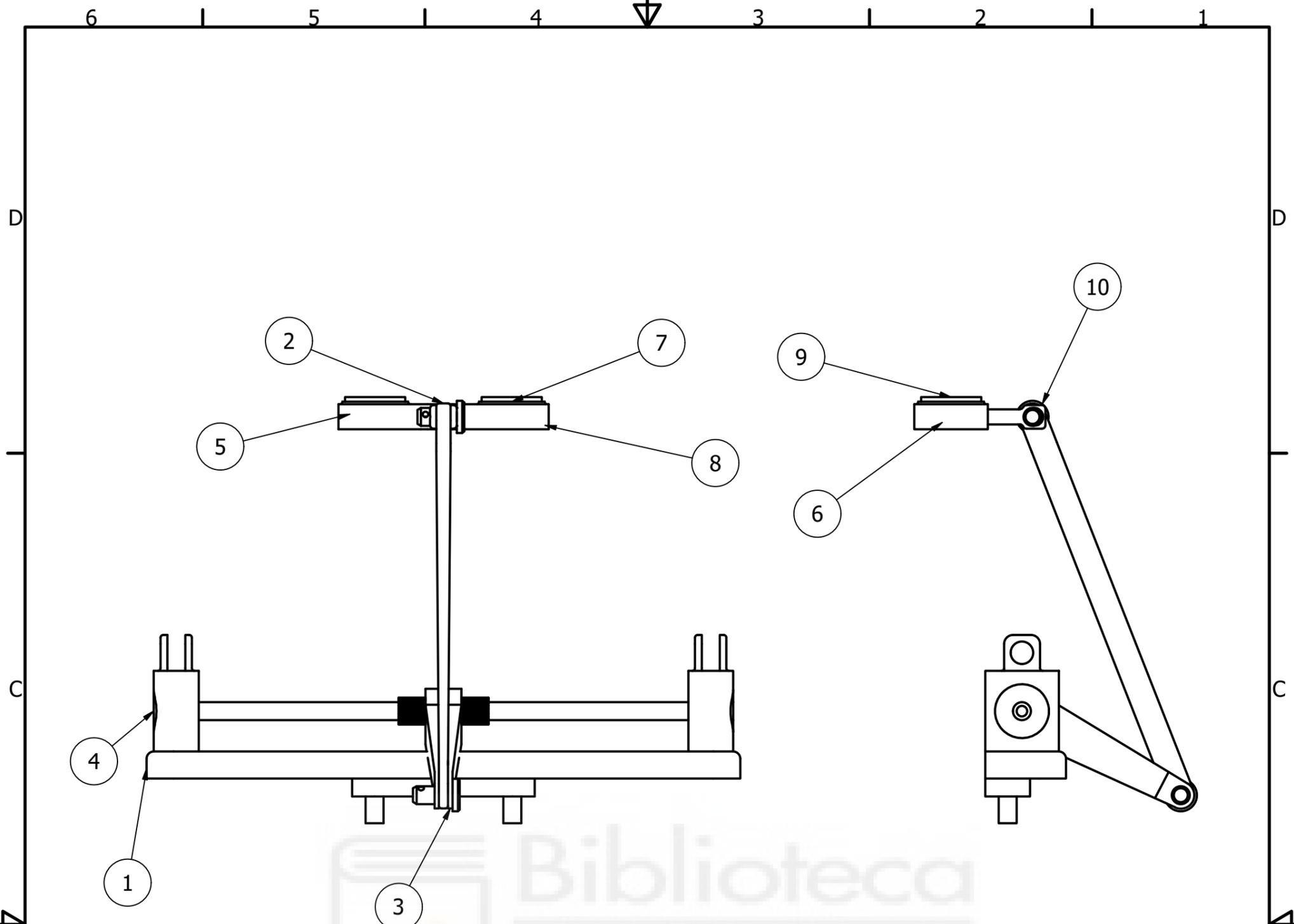
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH	Spin		Escala 5 : 1	
	Mecanismo de bloqueo	Plano Nº : 1.13.03	Hoja 1 / 1	



Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH	Tirador		Escala 2 : 1	
	Mecanismo de bloqueo		Plano Nº : 1.13.04	Hoja 1 / 1



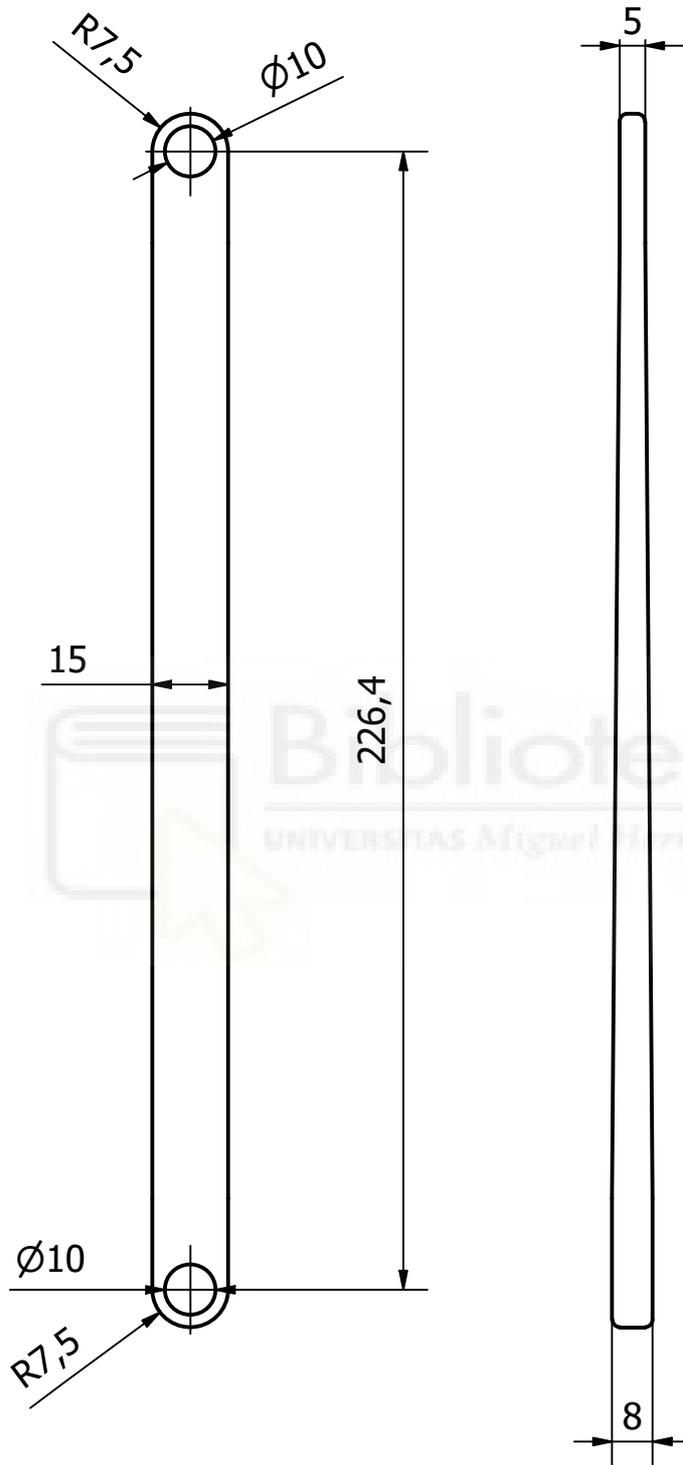
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		Pieza de unión y soporte		
		Mecanismo manillar		Plano Nº : 1.13.05



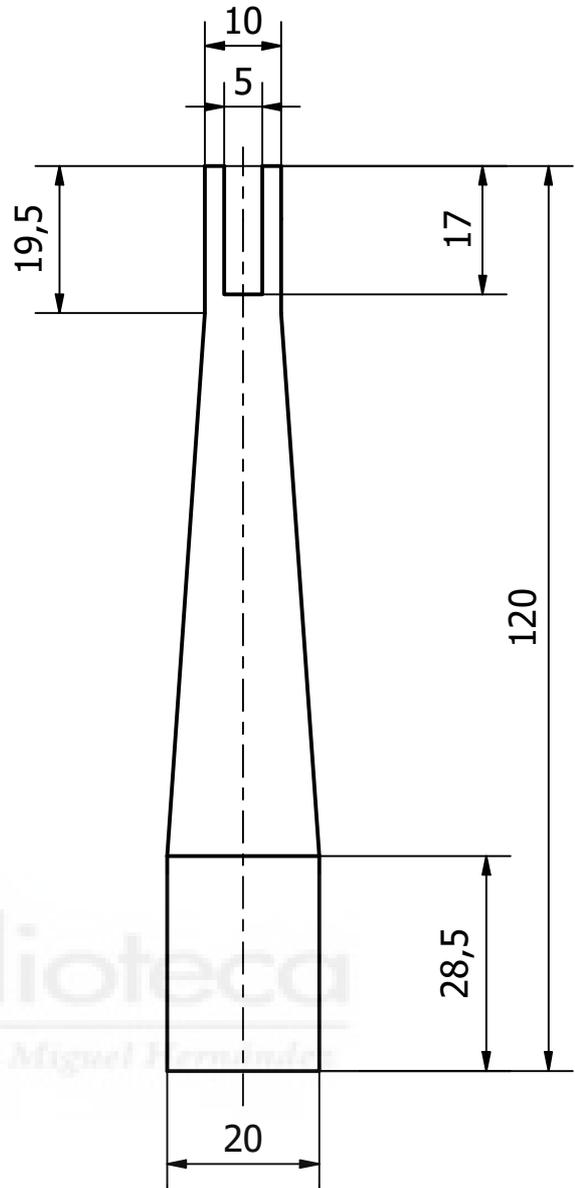
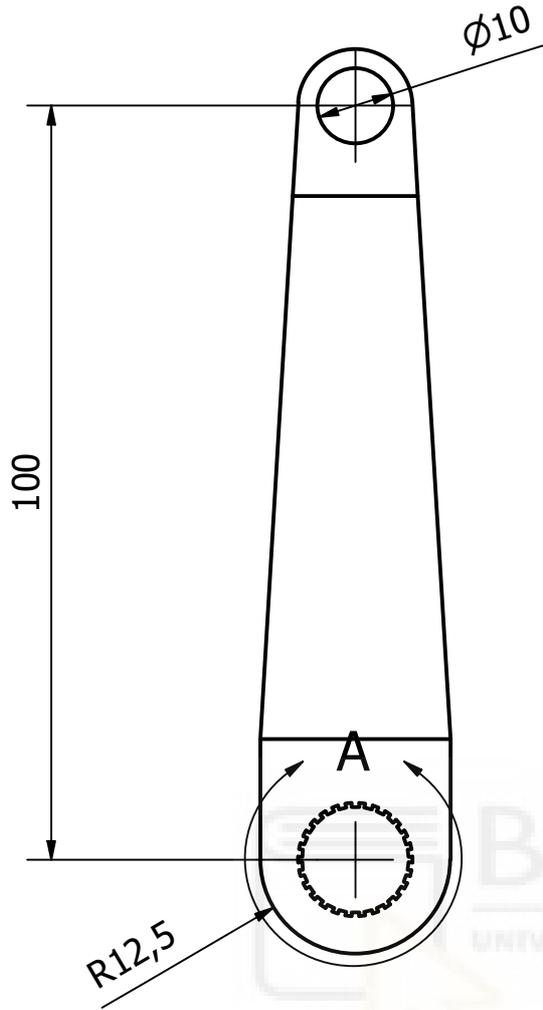
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1	Bastidor del mecanismo	Pl. nº: 1.14.01	Acero, alta resistencia, aleación baja
2	1	Barra conectora V	Pl. nº: 1.14.02	Acero, aleación
3	1	Barra conectora W	Pl. nº: 1.14.03	Acero, aleación
4	1	Eje de mecanismo	Pl. nº: 1.14.04	Acero inoxidable
5	2	BS 290 SKF - SKF NJ 202 EC	Rodamientos de rodillos cilíndricos de una hilera, tipo NJ SKF	Acero, suave
6	2	Conector A: casquillo	Di x De x L 10 x 15 x 11	Acero, fundido
7	1	Conector B: manillar-cúpula	Pl. nº: 1.14.05	Acero, suave
8	2	DIN 472 - 36 x 1,5	Anilla de retención de muelle	Acero, suave
9	2	Anilla de retención superior	Di x De x L 7.5 x 33.5 x 4	Acero, galvanizado
10	2	ISO 2341 - B - 10 x 22	Eje de articulación	Acero

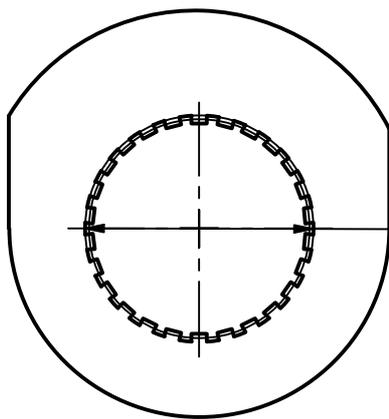
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A3	
UMH		Ensamblaje Manillar-Parabrisas		Escala 1 : 2.5
		Mecanismo cúpula		Plano Nº : 1.14.00
			Hoja 1 / 1	



Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH	Barra conectora V		Escala 2 : 3	
	Mecanismo cúpula		Plano Nº : 1.14.02	Hoja 1 / 1

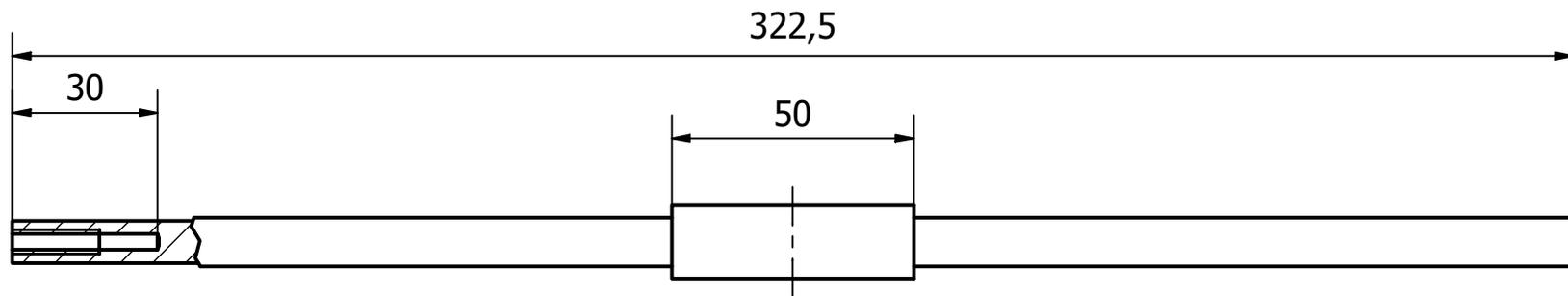


A (2 : 1)

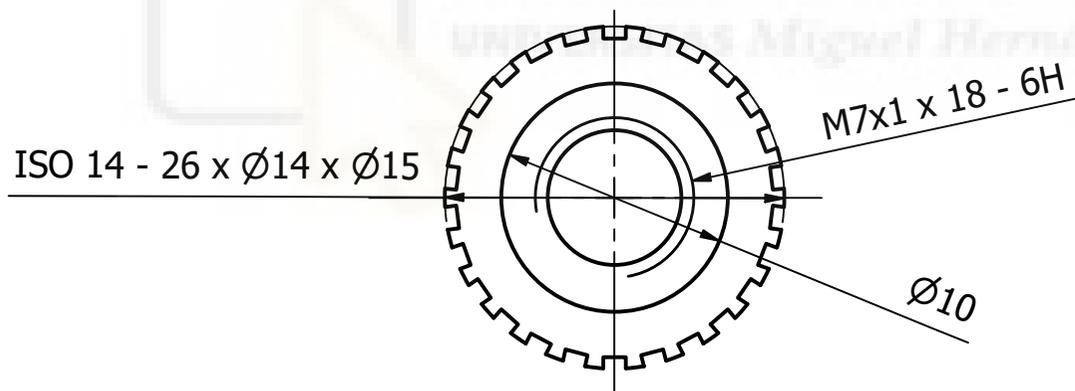


ISO 14 - 26 x $\text{Ø}14$ x $\text{Ø}15$

Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH	Barra conectora W		Escala 1 : 1	
	Mecanismo cúpula		Plano Nº : 1.14.03	Hoja 1 / 1

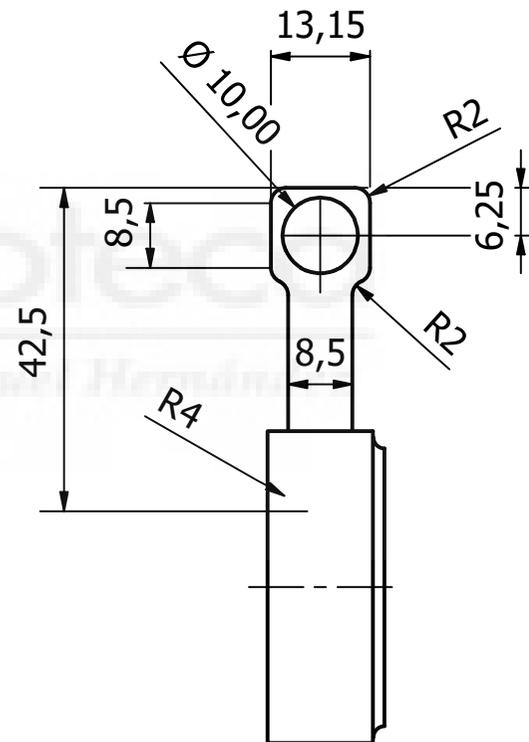
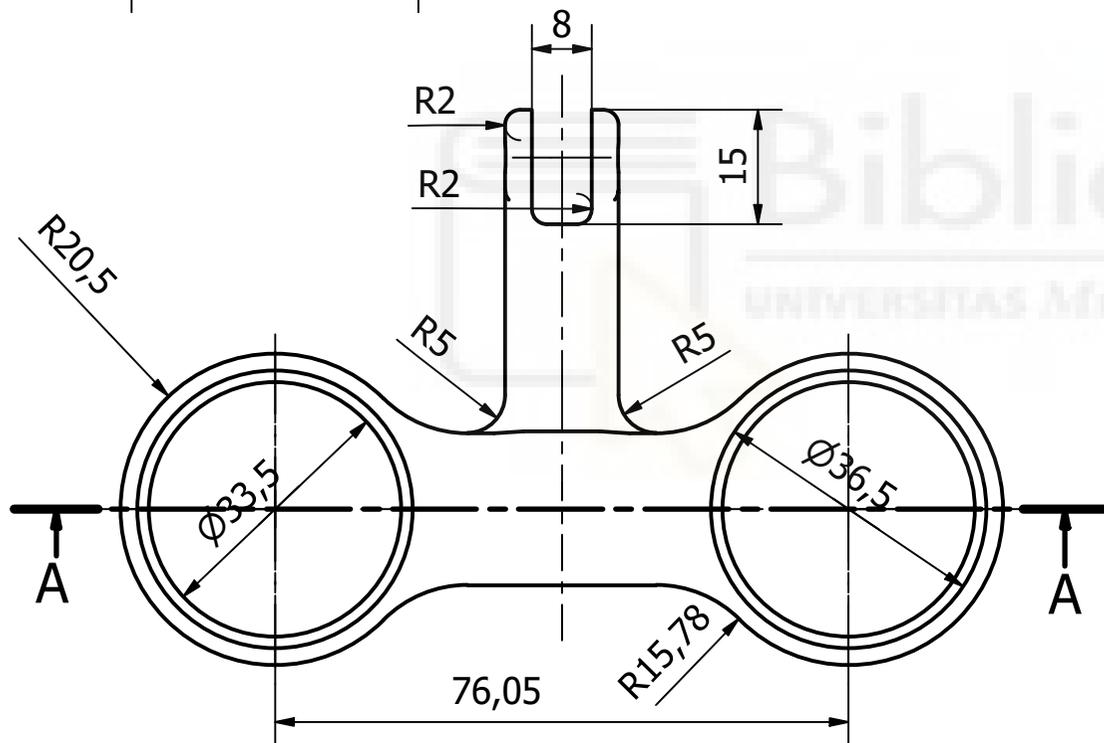
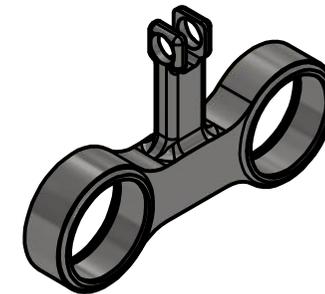
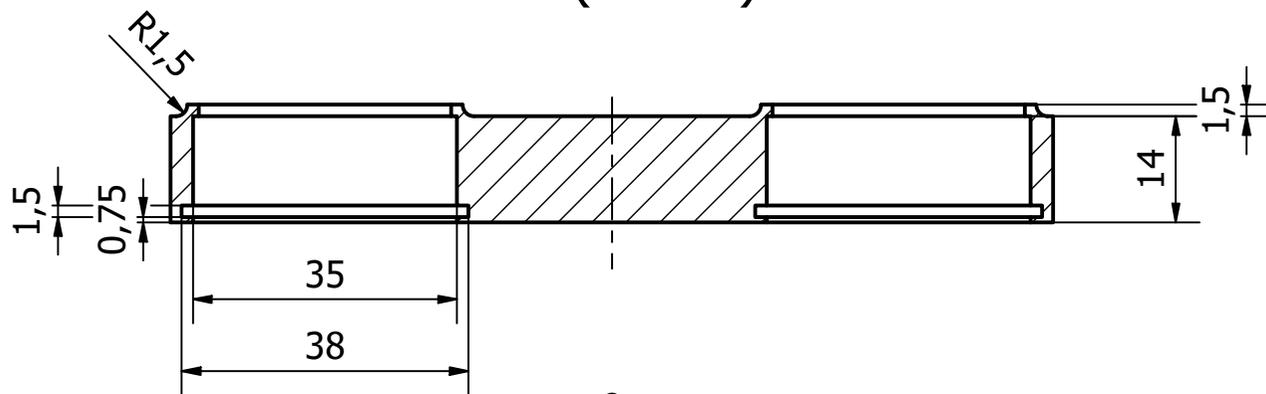


A (3 : 1)



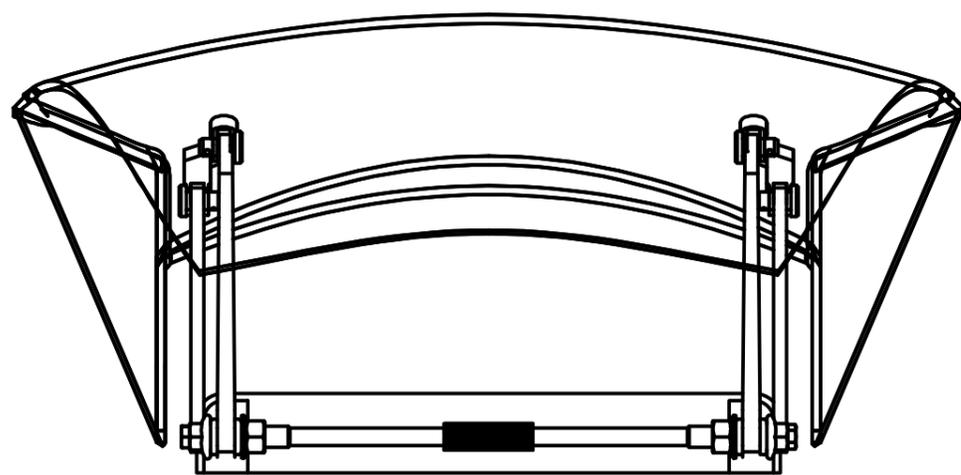
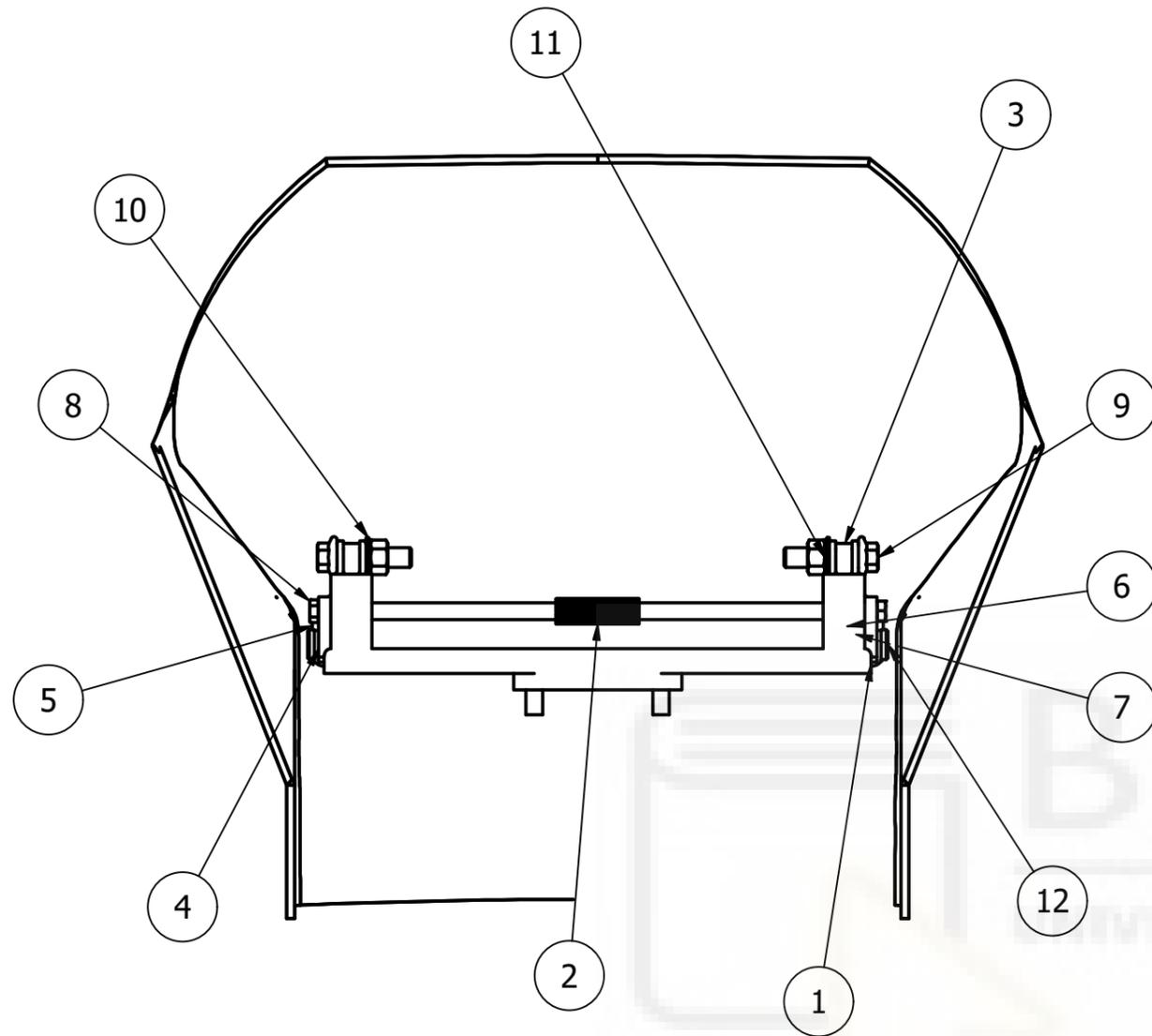
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		Eje de mecanismo	Escala 1 : 1.5	
		Mecanismo cúpula	Plano Nº : 1.14.04	Hoja 1 / 1

A-A (1 : 1)



Nota: Todos los empalmes situados en los vértices semejantes tienen el mismo valor.

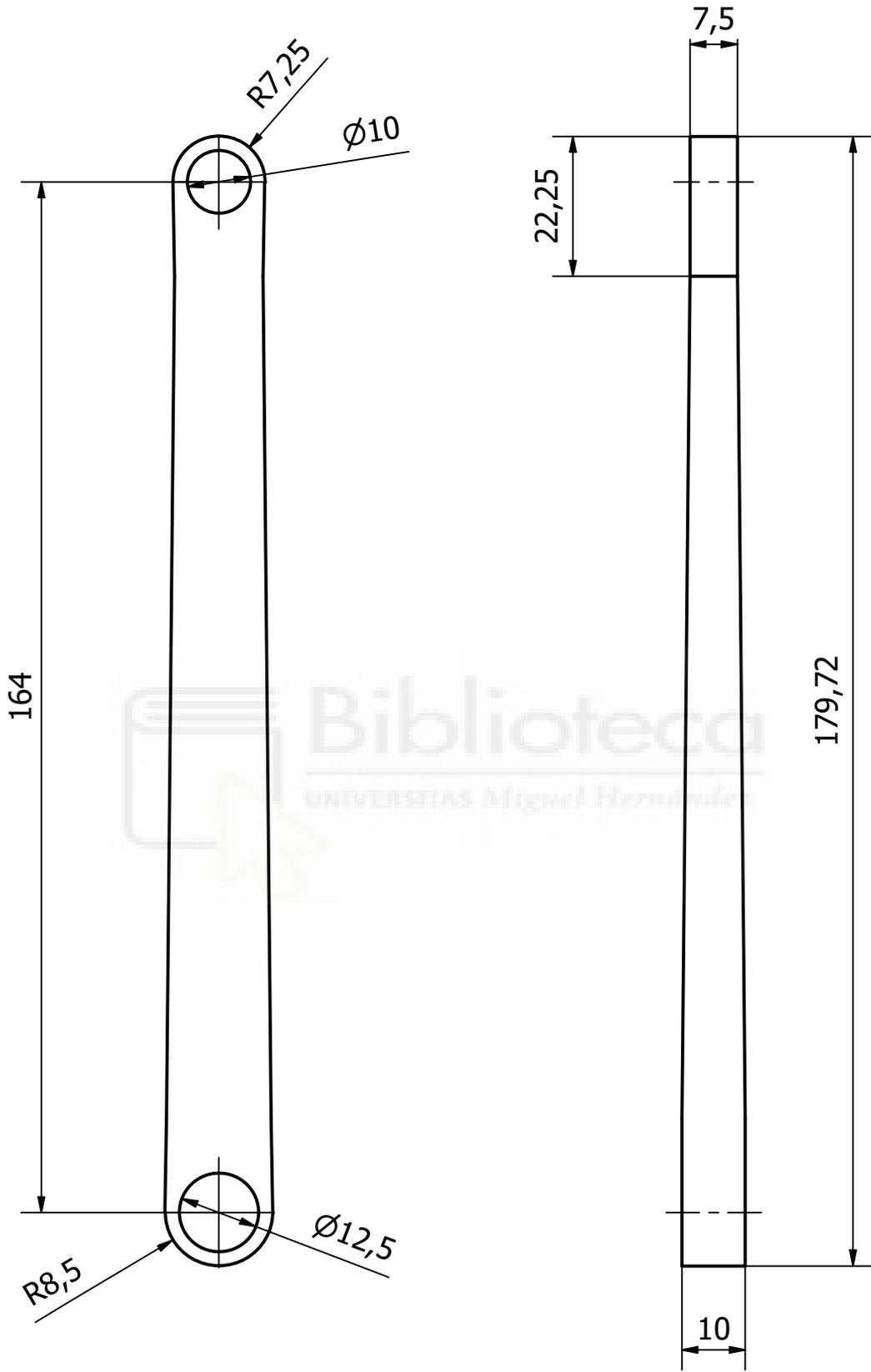
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 26/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		Conector B: manillar-cúpula		
		Mecanismo manillar		Plano N° : 1.14.05
				Hoja 1 / 1



LISTA DE PIEZAS

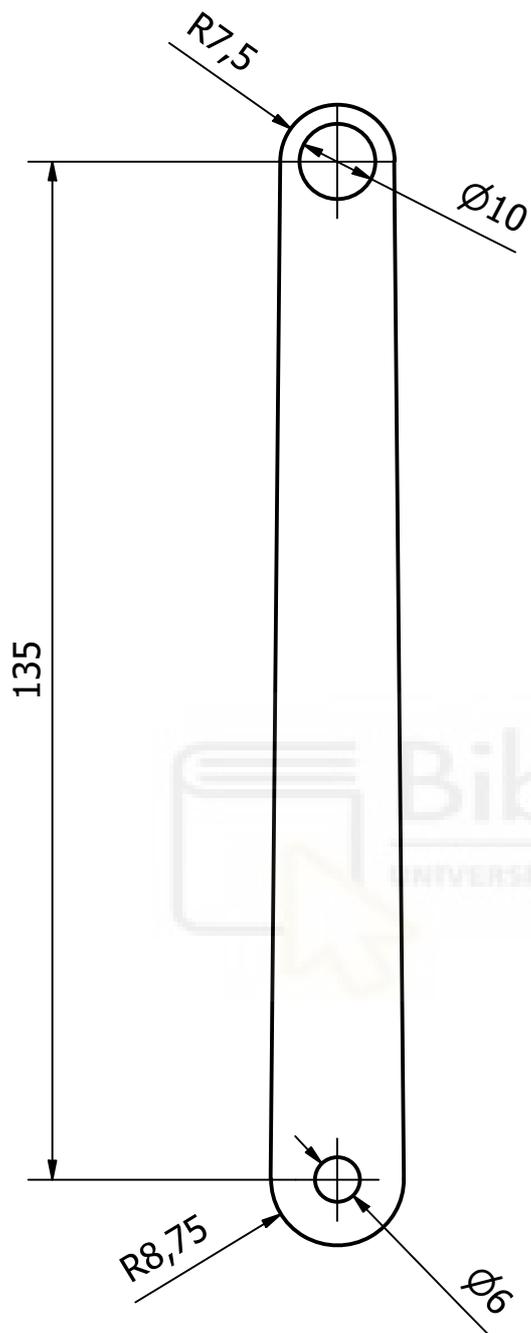
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1	Bastidor del mecanismo	Pl. nº: 1.14.01	Acero, alta resistencia, aleación baja
2	1	Eje de mecanismo	Pl. nº: 1.14.04	Acero inoxidable
3	2	Barra Y	Pl. nº: 1.20.01	Acero
4	2	Barra Z	Pl. nº: 1.20.02	Acero
5	1	Chapas cúpula	Pl. nº: 1.20.03	Plástico PMMA
6	2	DIN 630 - 1200 - 10 x 30 x 9	Rodamiento de bolas autoalineado	Acero, suave
7	2	DIN 472 - 30 x 1,5	Anilla de retención de muelle	Acero, suave
8	2	DIN 571 - 7x30	Tornillos para madera con cabeza hexagonal	Acero
9	2	ISO 4162 - M12 x 45	Perno hexagonal con valona - Serie pequeña	Acero inoxidable
10	2	ISO 7090 - 12 - 140 HV(1)	Arandelas planas, achaflanadas - Serie normal - Productos de clase A	Acero inoxidable
11	2	ISO 7413 - M12	Tuercas hexagonales para fijación en construcciones, tipo 1, galvanizadas por inmersión en caliente (roscado en exceso) - Grados de producto A y B - Clases de calidad 5, 6 y 8	Acero
12	4	ISO 2341 - B - 10 x 20	Eje de articulación	Acero

Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A3	
UMH		Windshield full mode	Escala 1 : 4	
		Mecanismo cúpula	Plano Nº : 1.20.00	Hoja 1 / 1

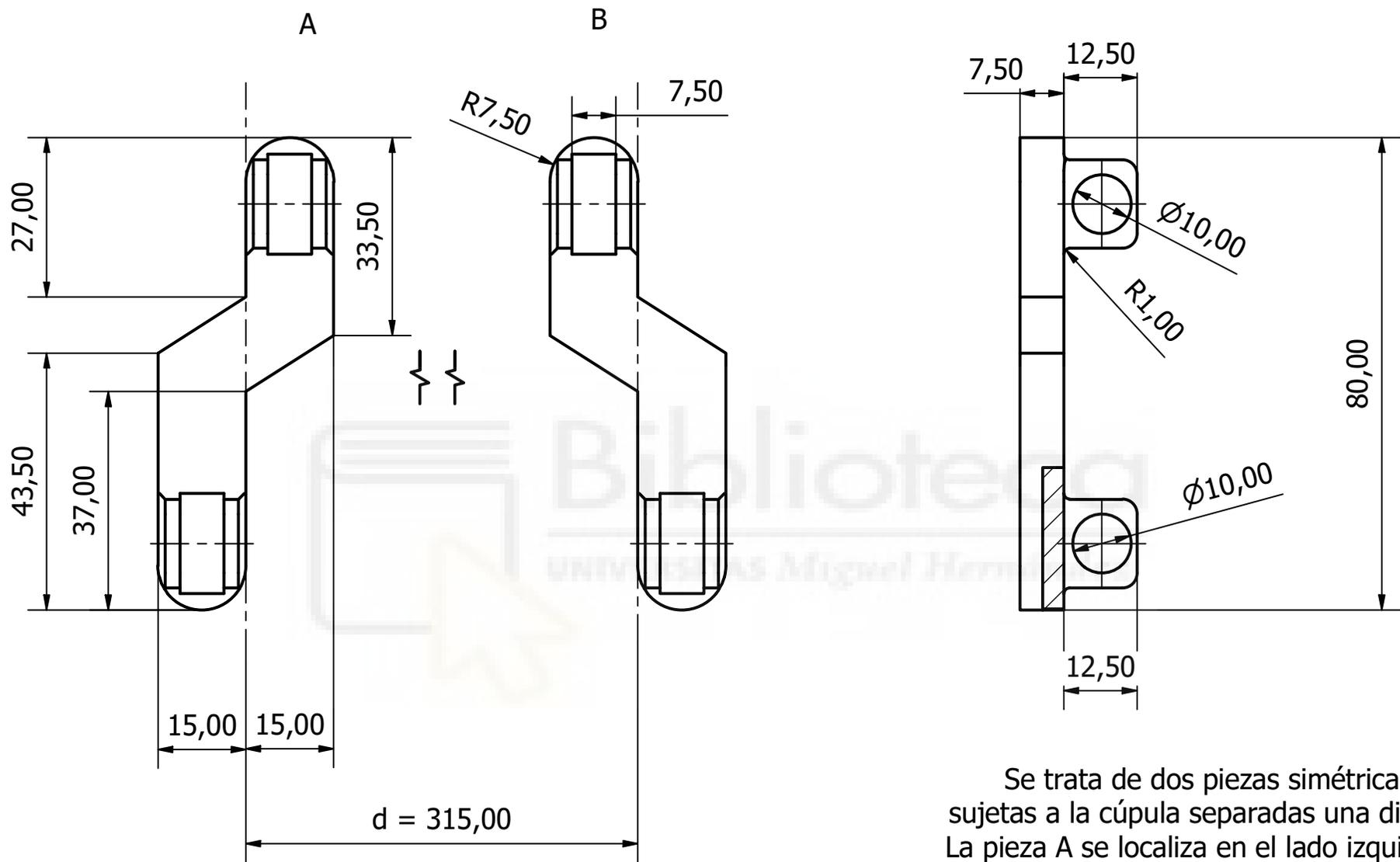


Biblioteca
UNIVERSITAS Miguel Hernández

Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH	Barra Y		Escala 1 : 1	
	Mecanismo cúpula		Plano Nº : 1.20.01	Hoja 1 / 1

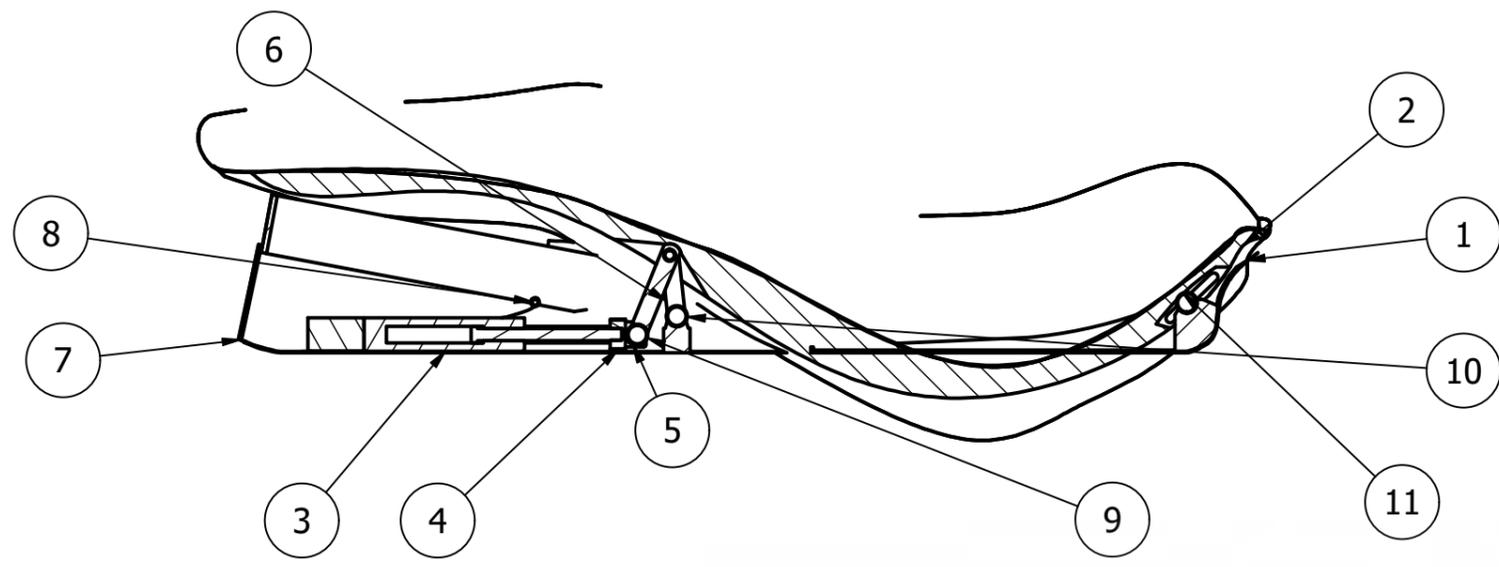


Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH	Barra Z		Escala 1 : 1	
	Mecanismo cúpula		Plano N° : 1.20.02	Hoja 1 / 1

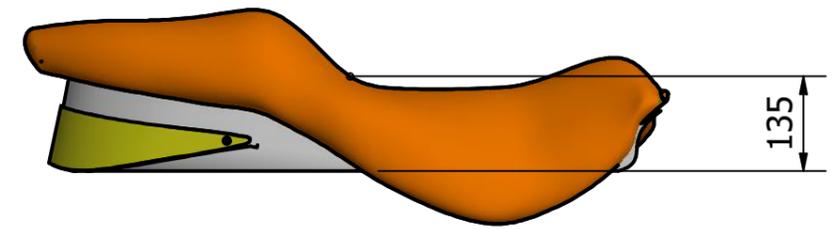


Nota:
 Se trata de dos piezas simétricas que van sujetas a la cúpula separadas una distancia d . La pieza A se localiza en el lado izquierdo, y la B en el derecho.

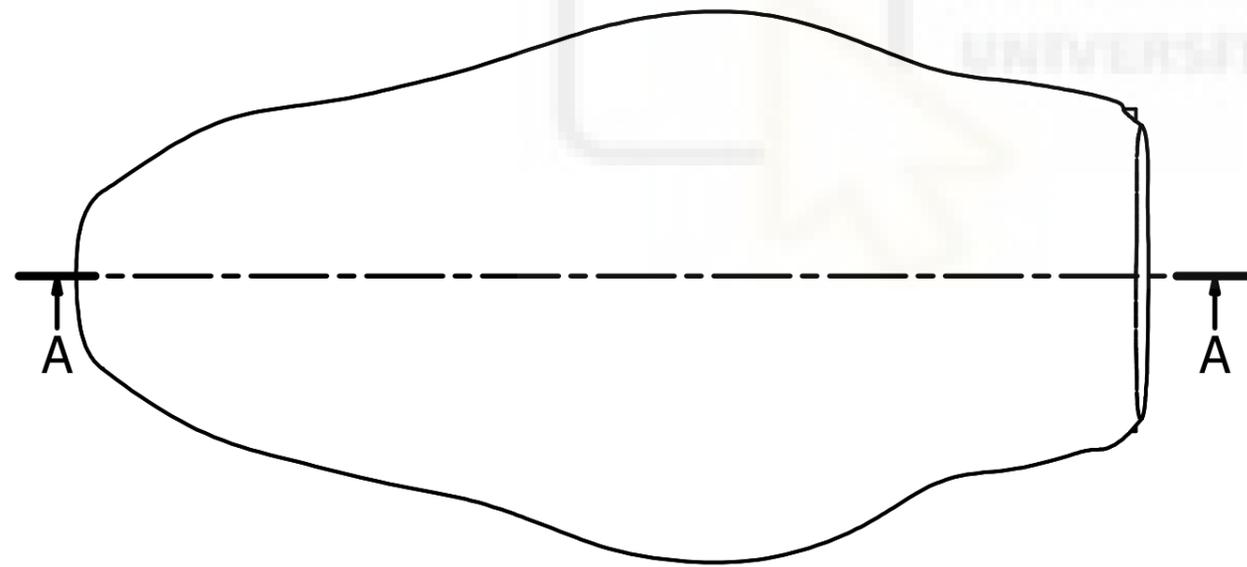
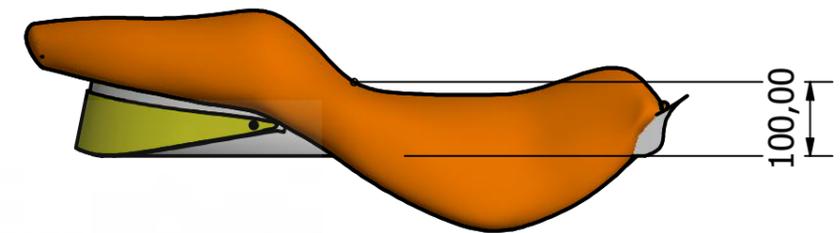
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		Chapas Cúpula		Escala 1 : 1
		Mecanismo cúpula	Plano Nº : 1.20.03	Hoja 1 / 1



Modo Adventure (10 : 100)



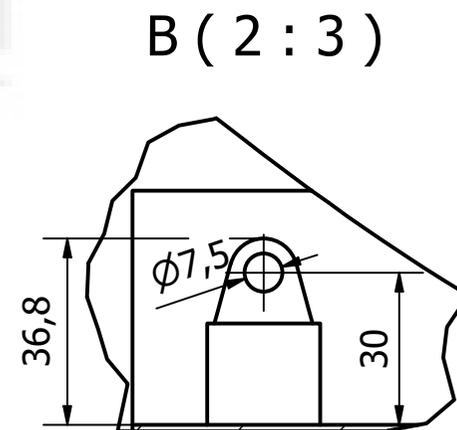
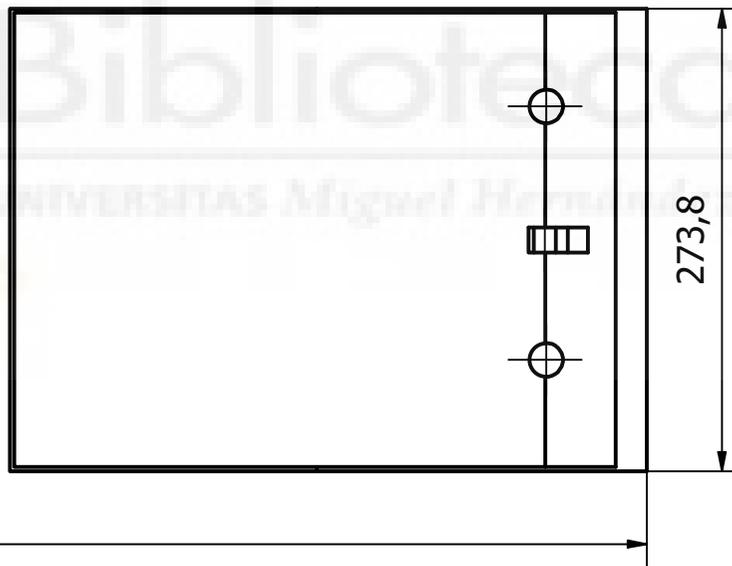
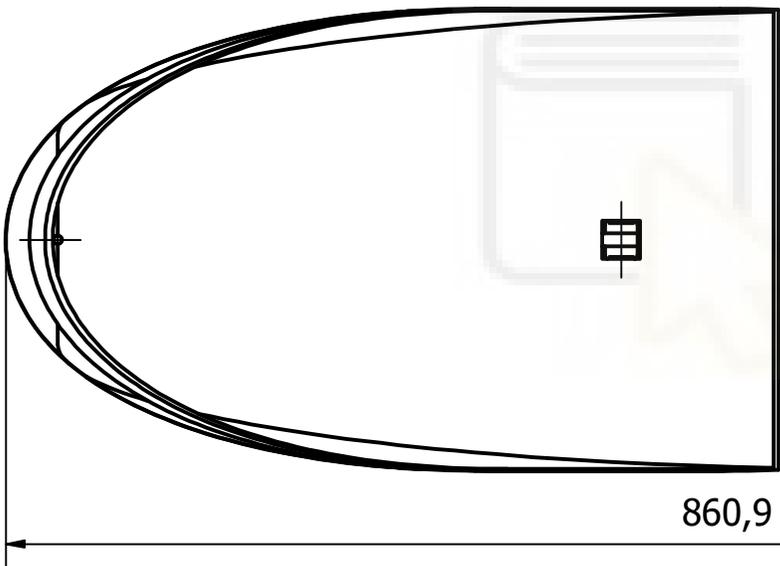
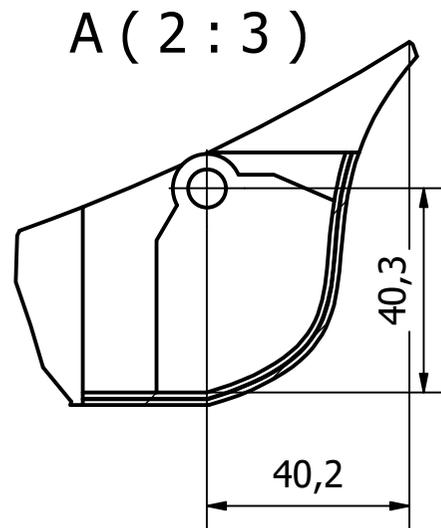
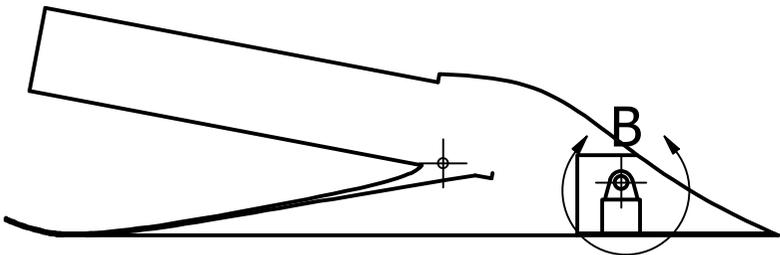
Modo Sport (10 : 100)



LISTA DE PIEZAS

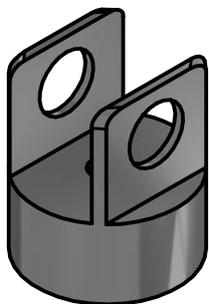
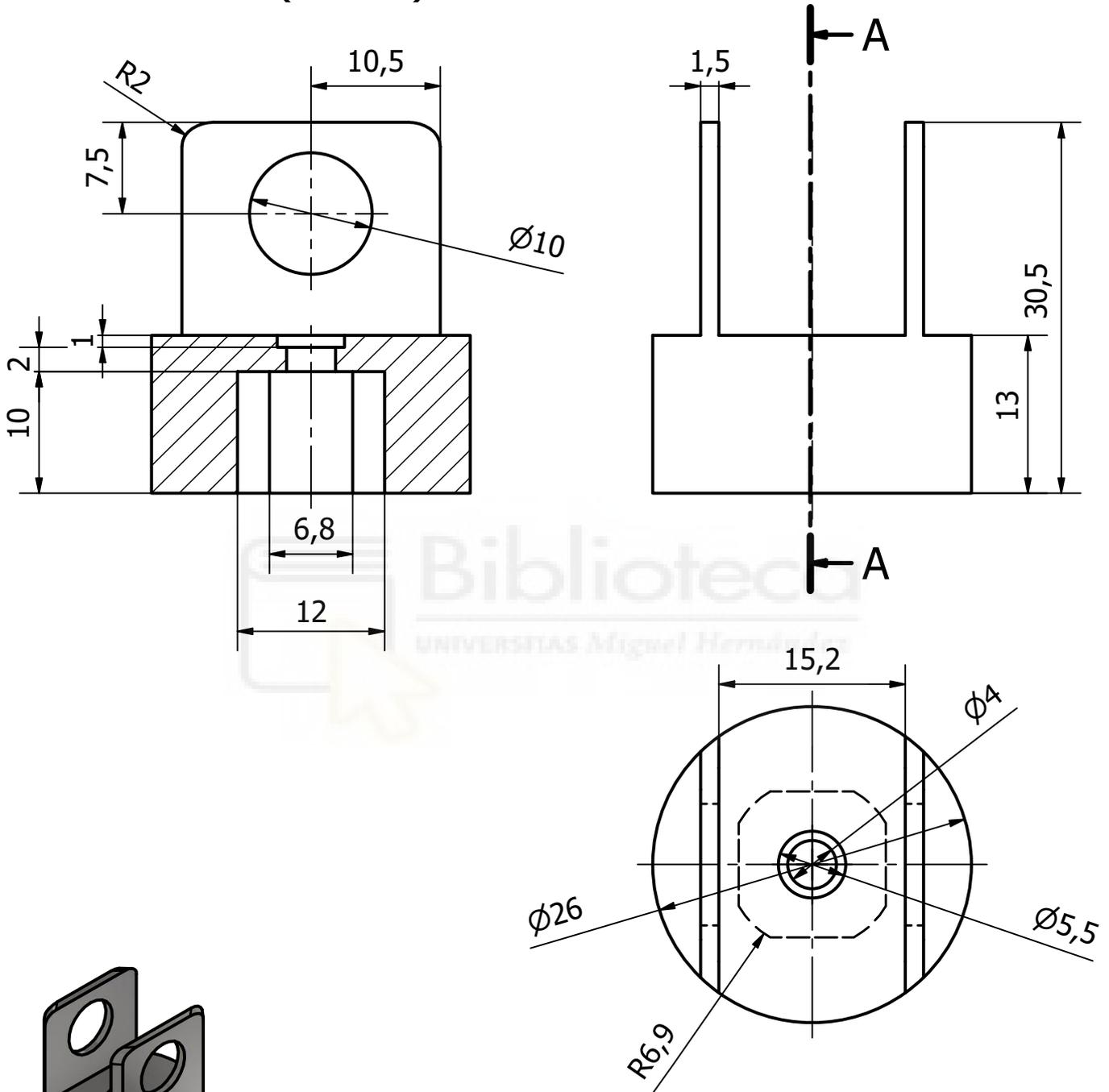
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1	Soporte Sillín	Pl. nº: 1.30.01	Plástico ABS
2	1	Sillín completo	Pl. nº: 1.30.02	Goma
4	1	Conector actuador-barra	Pl. nº: 1.30.03	Acero, suave
5	1	Barra A	Pl. nº: 1.30.04	Acero
6	1	Barra B	Pl. nº: 1.30.05	Acero
7	1	Cubre soporte	Pl. nº: 1.30.06	Plástico ABS
3	1	LEPY10LJ-75(0_0)	LEPY-Electric Actuator/Miniature Rod Type	
8	2	AS 1420 - 1973 - M6 x 12	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
9	1	ISO 2341 - B - 10 x 26	Eje de articulación	Acero
10	1	ISO 2341 - B - 10 x 28	Eje de articulación	Acero
11	2	ISO 2341 - B - 10 x 40	Eje de articulación	Acero

Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A3	
UMH		Conjunto mecanismo sillín		
		Mecanismo sillín		Escala 1 :6 Plano Nº : 1.30.00 Hoja 1 / 1

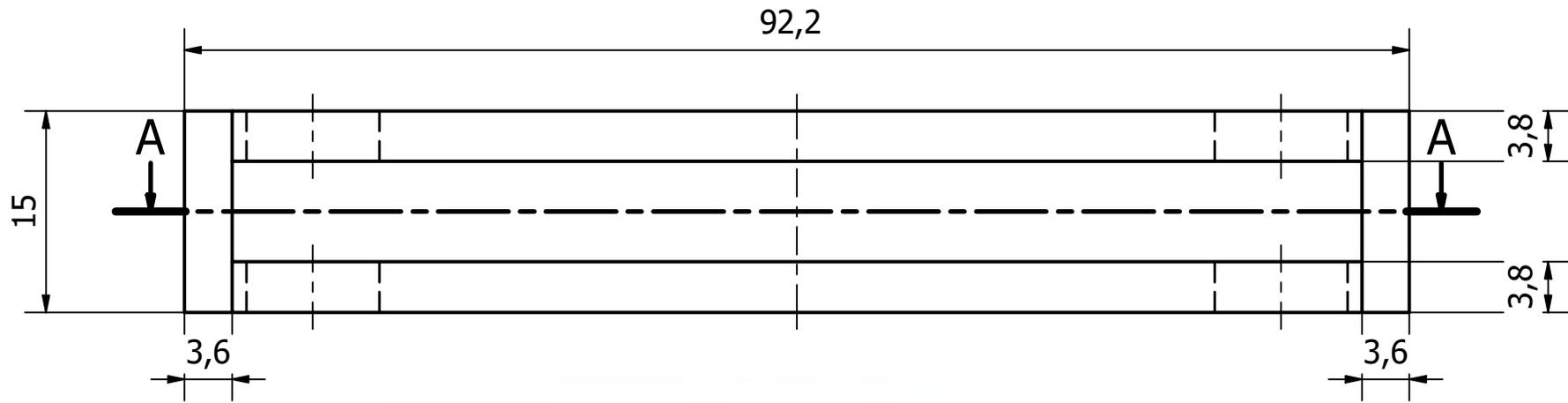


Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		Soporte Sillín		
		Mecanismo sillín	Plano Nº : 1.30.01	Hoja 1 / 1

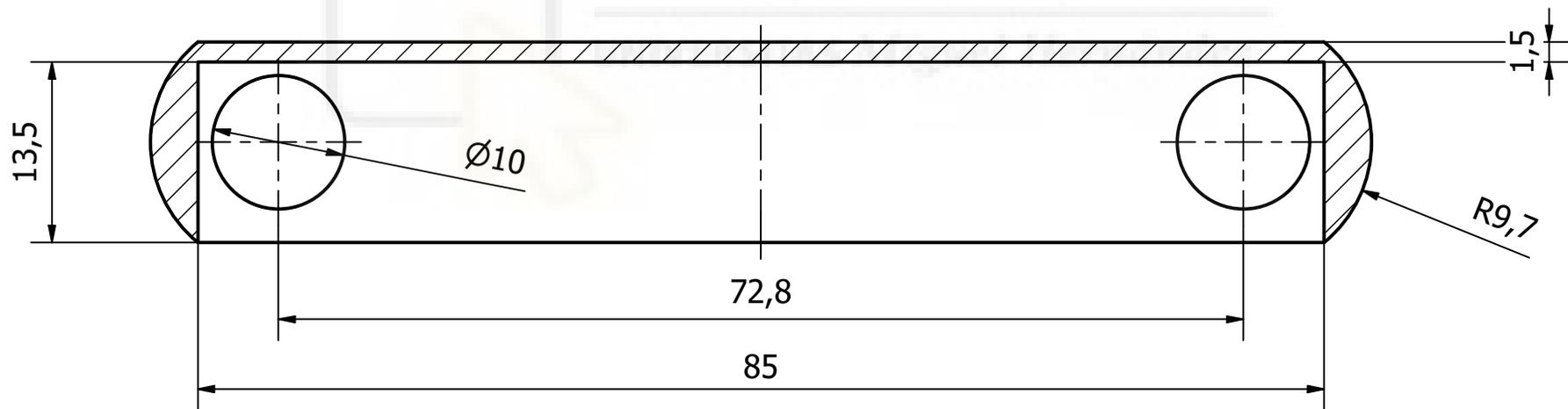
A-A (2 : 1)



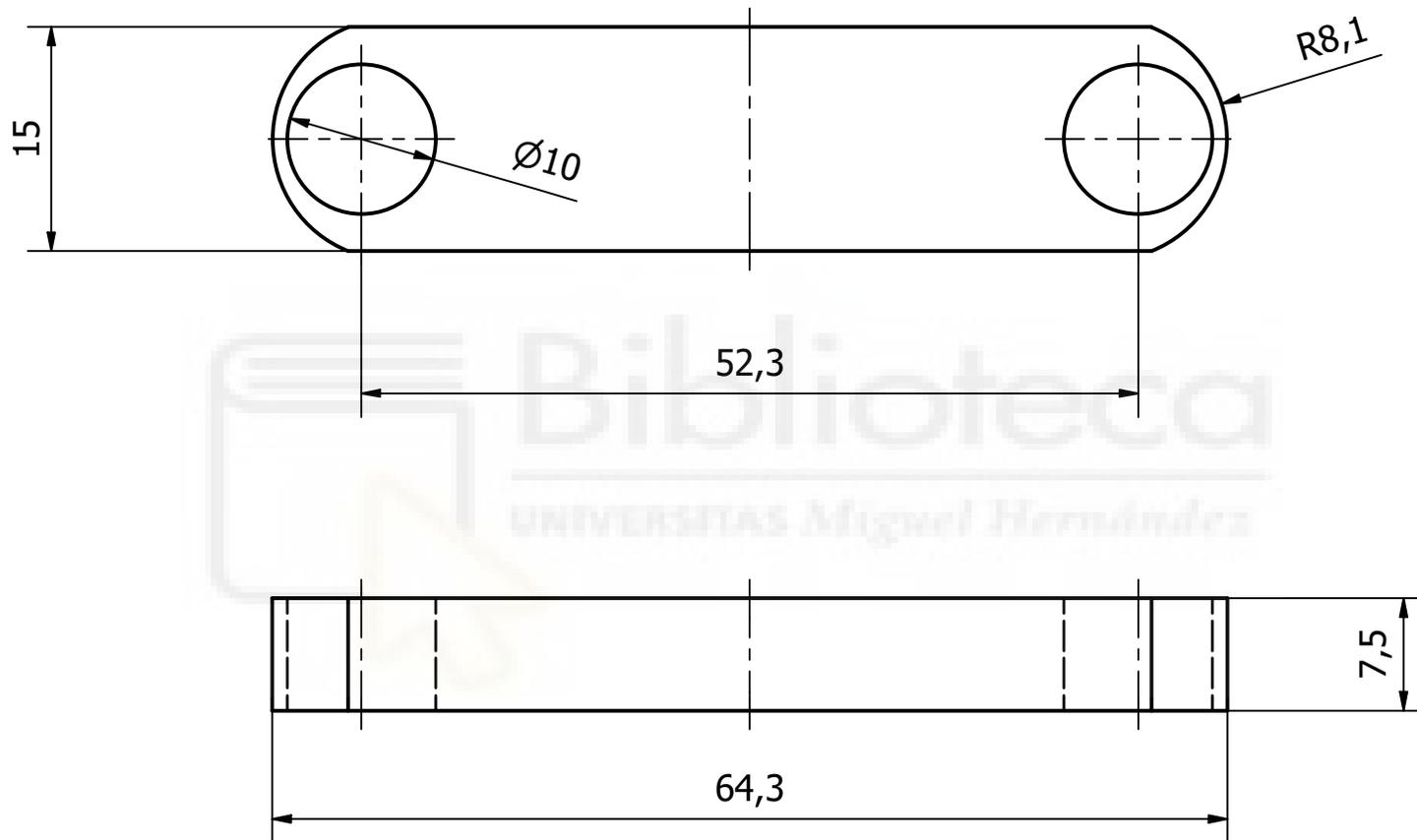
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 12/04/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH	Conector actuador-barra		Escala 2 : 1	
	Mecanismo sillín		Plano N° : 1.30.03	Hoja 1 / 1



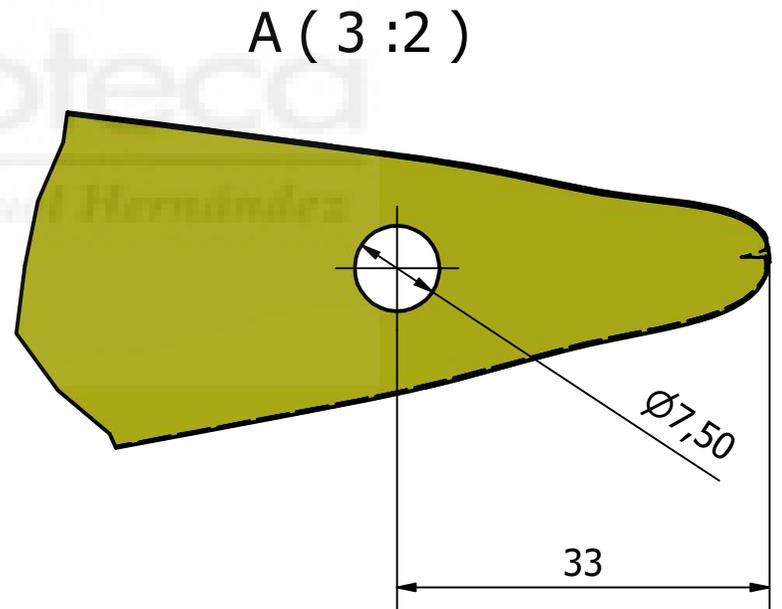
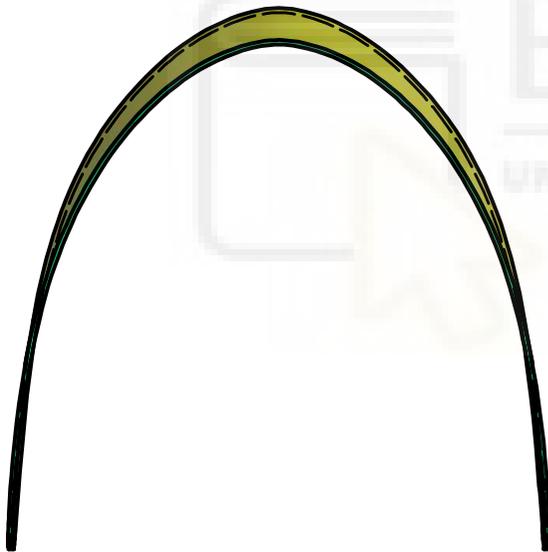
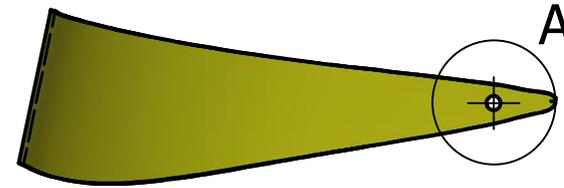
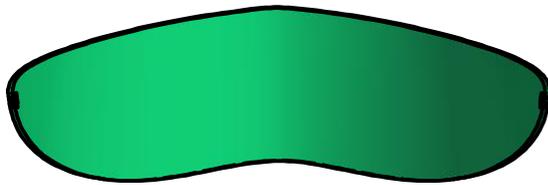
A-A (2: 1)



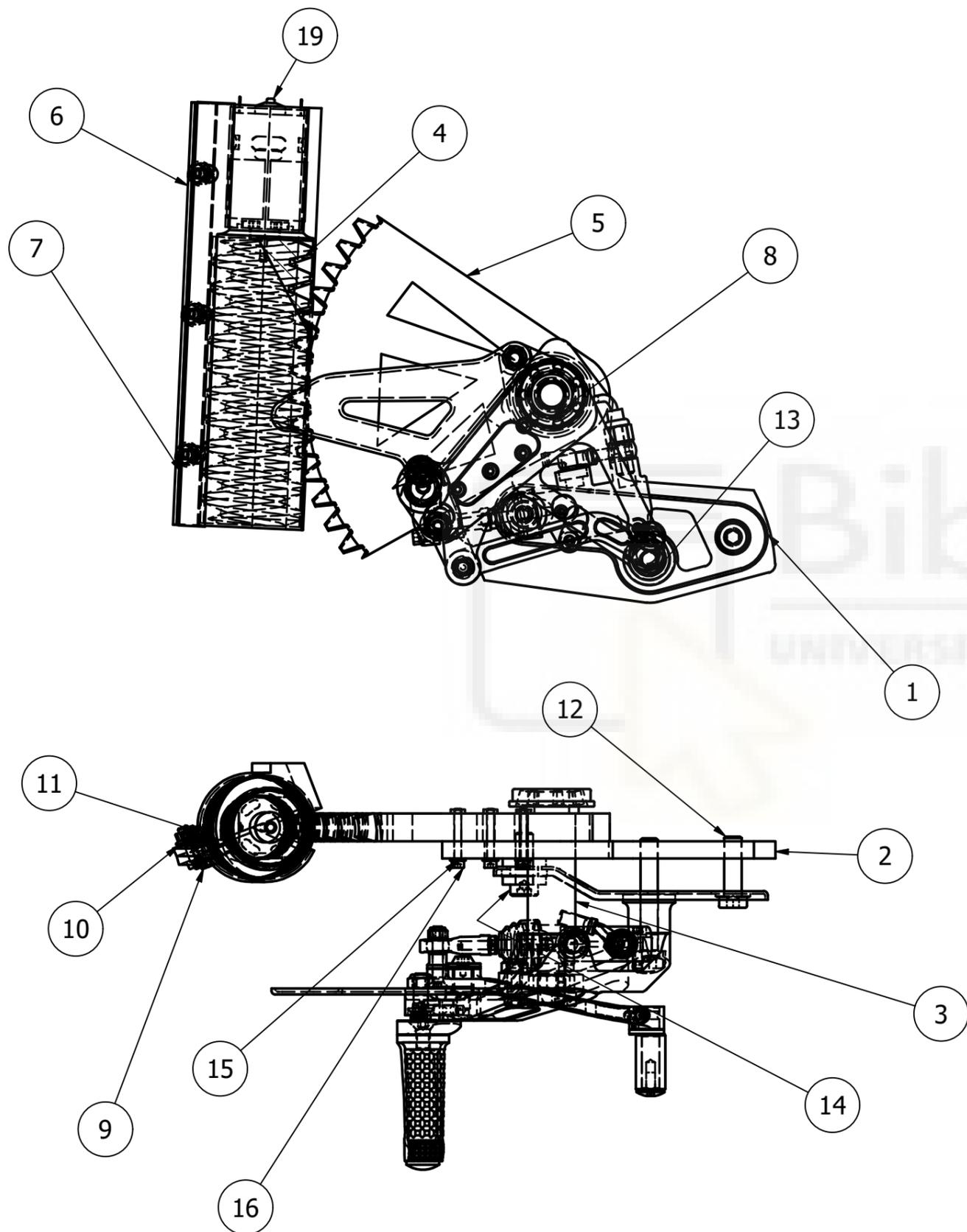
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4		
UMH		Barra A			Escala 2: 1
		Mecanismo sillín		Plano Nº : 1.30.04	Hoja 1 / 1



Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		Barra B	Escala 2 : 1	
		Mecanismo sillín	Plano Nº : 1.30.05	Hoja 1 / 1



Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH	Cubre soporte	Escala 1 : 4		
	Mecanismo sillín	Plano Nº : 1.30.06	Hoja 1 / 1	



LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1	Footrest Right Assy	Ensamblaje principal	CATIA model
2	1	Balancín-conect_Right footrest	Pl. nº: 1.40.01	Acero, alta resistencia, aleación baja
3	1	Eje derecho	Pl. nº: 1.40.02	Acero, suave
4	1	Tornillo helicoidal	Pl. nº: 1.40.03	Steel, Mild
5	1	Engranaje helicoidal	Pl. nº: 1.40.04	Steel, Mild
6	1	RIGHT Support	Pl. nº: 1.40.05 ; Hoja 1	Plástico ABS
7	1	RIGHT Support2	Pl. nº: 1.40.05 ; Hoja 2	Plástico ABS
8	1	AS 1112 - M16(2)	Tuercas hexagonales ISO métricas, incluidas	Acero, suave
9	3	DIN 7984 - M6 x 20	Tornillo de cabeza cilíndrica	Acero, suave
10	3	DIN 125 - A 6,4	Arandela	Acero, suave
11	3	DIN EN 1661 - M6	Tuerca hexagonal	Acero, suave
12	1	DIN 7984 - M10 x 35	Tornillo de cabeza cilíndrica	Acero, suave
13	1	DIN 912 - M10 x 65	Tornillo de cabeza cilíndrica	Acero, suave
14	1	DIN 6912 - M10 x 30	Tornillo de cabeza cilíndrica	Acero, suave
15	4	DIN 6796 - 4	Arandela elástica	Acero, suave
16	4	DIN 912 - M4 x 30	Tornillo de cabeza cilíndrica	Acero, suave
17	4	ISO 4036 - M4(1)	Tuerca hexagonal	Acero inoxidable, 440C
18	1	ANSI/AFBMA 19.1 TSF - 20 x 45 x 14 - JP2049 JP2010-B	Rodamiento de rodillos cónico	Acero, suave
19	1	Motor DC 12V	Transmotec	Genérico

Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A3	
UMH		Right Assy- full mode		Escala 1 : 3
		Mecanismo estriberas	Plano Nº : 1.40.00	Hoja 1 / 1

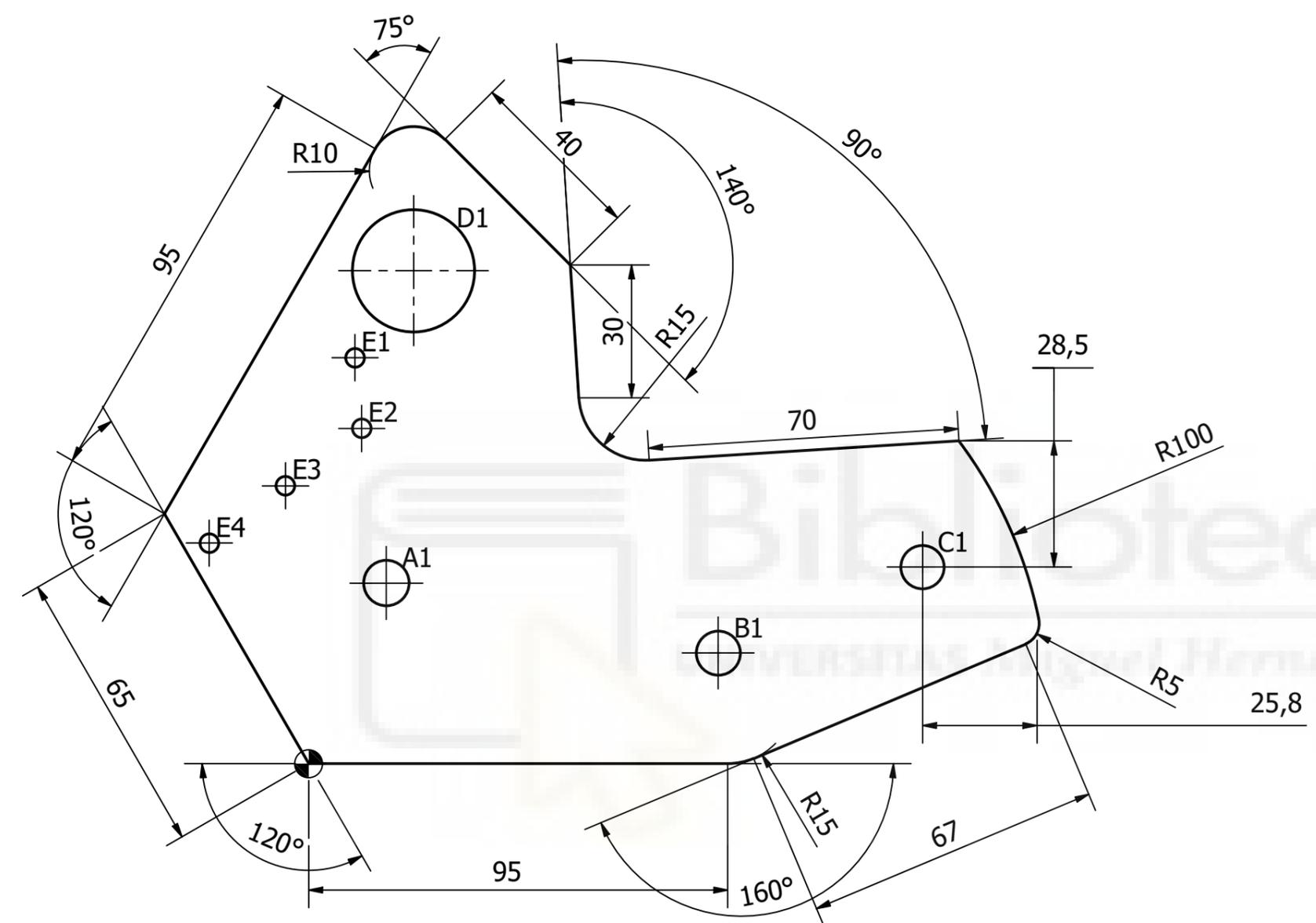
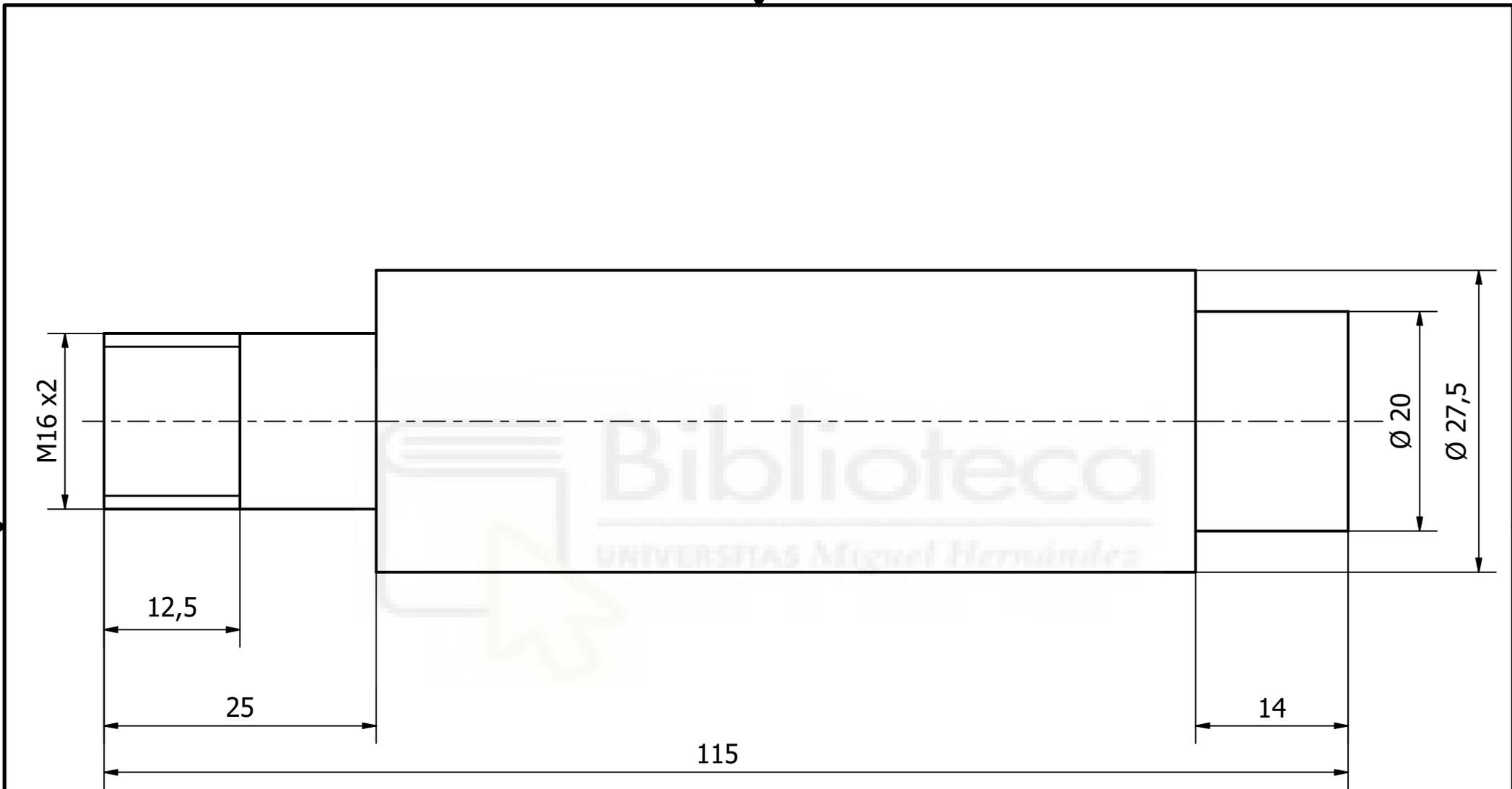
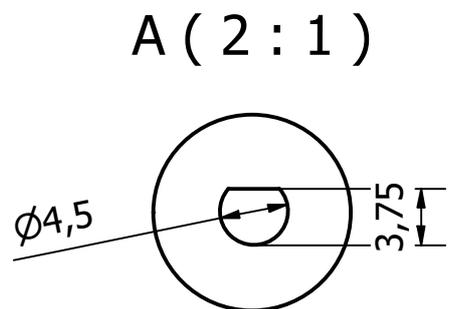
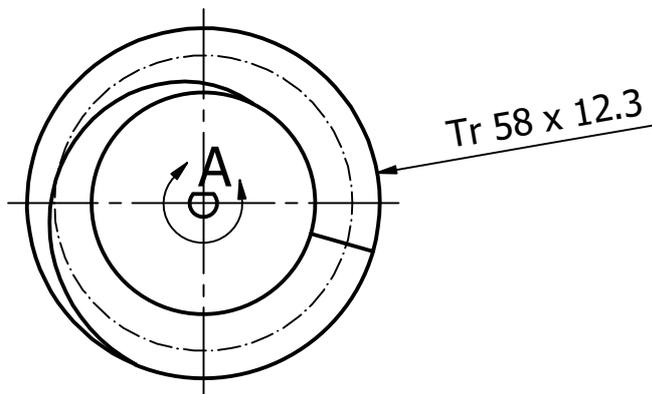
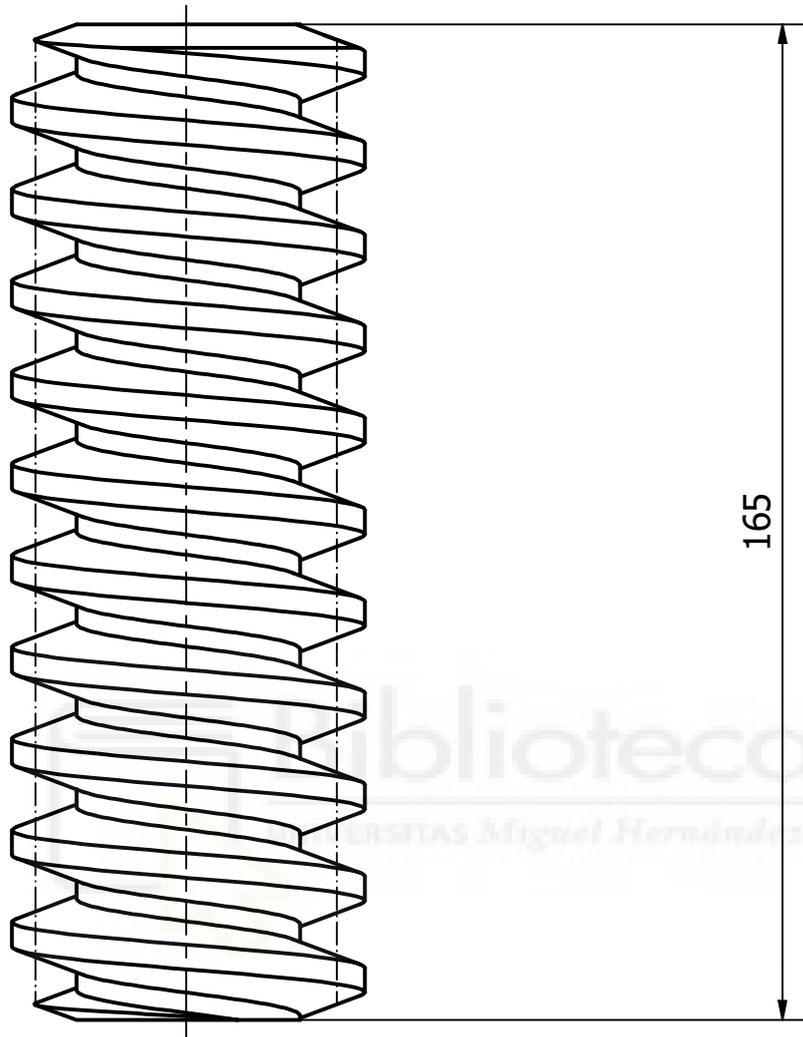


TABLA DE AGUJEROS			
AGUJERO	COTA EN X	COTA EN Y	DESCRIPCIÓN
A1	17,51	40,68	Ø10,2 -10 Profundidad
B1	92,36	24,94	Ø10 -10 Profundidad
C1	138,46	44,29	Ø9,76 -10 Profundidad
D1	23,67	111,07	Ø27,5 -10 Profundidad
E1	10,47	91,44	Ø4,2 Pasante
E2	11,98	75,51	Ø4,2 Pasante
E3	-5,21	62,60	Ø4,2 Pasante
E4	-22,40	49,68	Ø4,2 Pasante

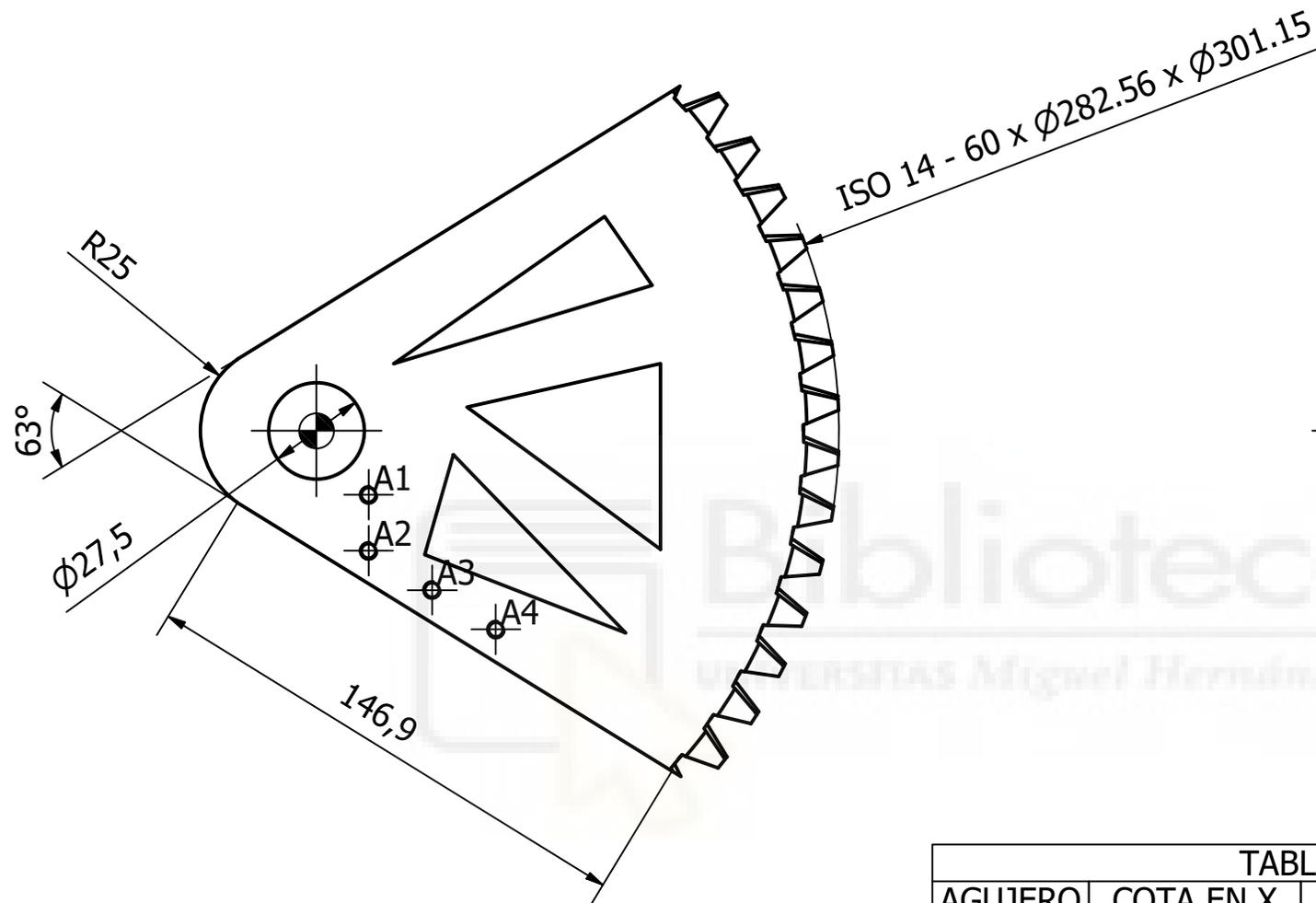
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A3	
UMH		Balancín-conect_Right footrest		
		Mecanismo estriberas	Escala 4 : 5	Plano N° : 1.40.01
			Hoja 1 / 1	



Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 12/04/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		Eje derecho		
		Mecanismo estriberas	Plano Nº : 1.40.02	Hoja 1 / 1



Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH	Tornillo helicoidal		Escala 4 : 5	
	Mecanismo estriberas		Plano N° : 1.40.03	Hoja 1 / 1



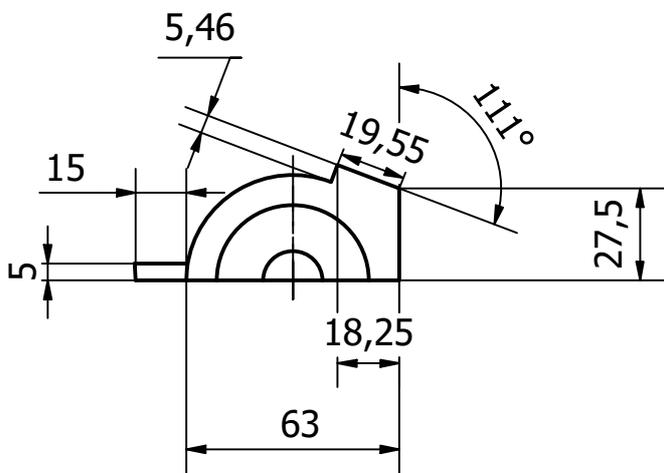
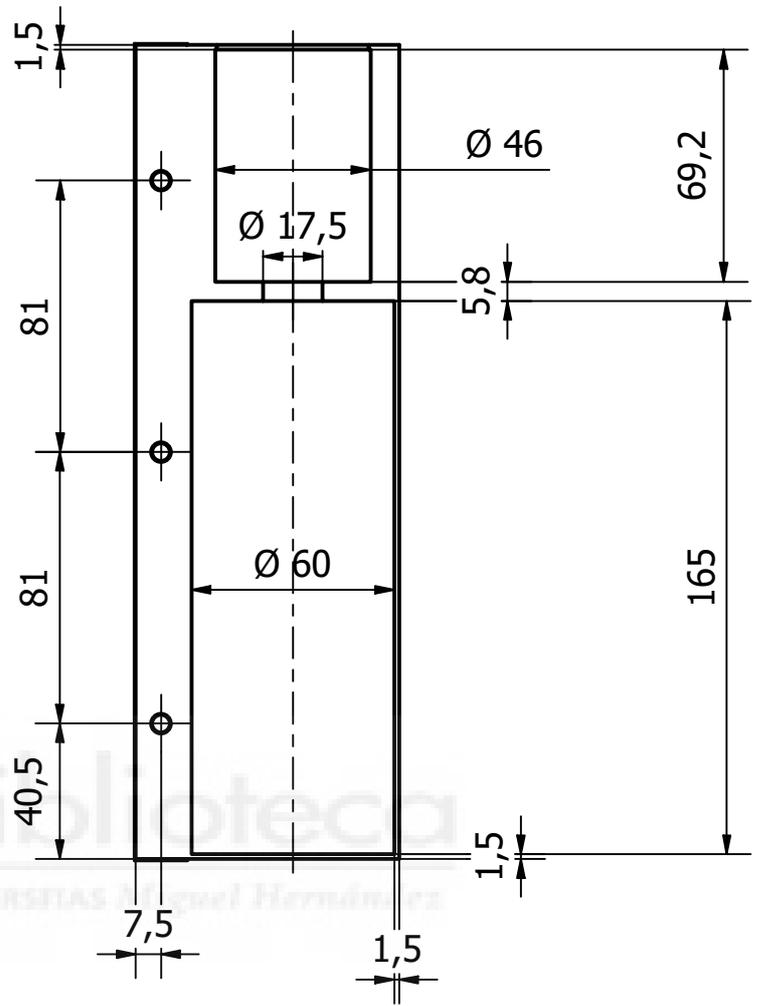
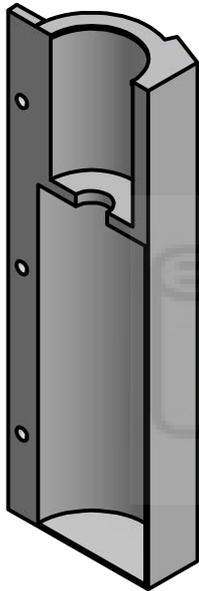
Nota:
Los cortes triangulares
únicamente sirven para
reducir el peso de la pieza.

TABLA DE AGUJEROS

AGUJERO	COTA EN X	COTA EN Y	DESCRIPCIÓN
A1	15,00	-18,29	M5x0.8 - 6H
A2	15,00	-34,29	M5x0.8 - 6H
A3	33,33	-45,52	M5x0.8 - 6H
A4	51,66	-56,76	M5x0.8 - 6H

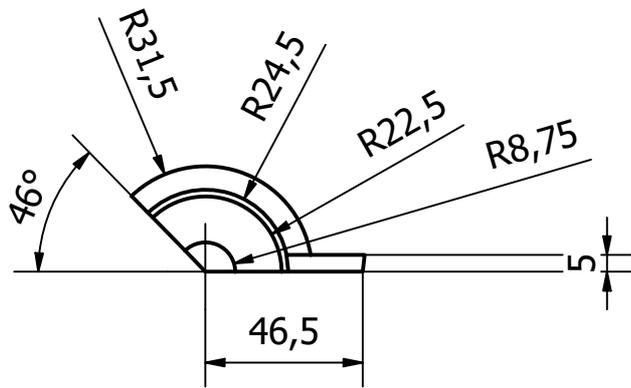
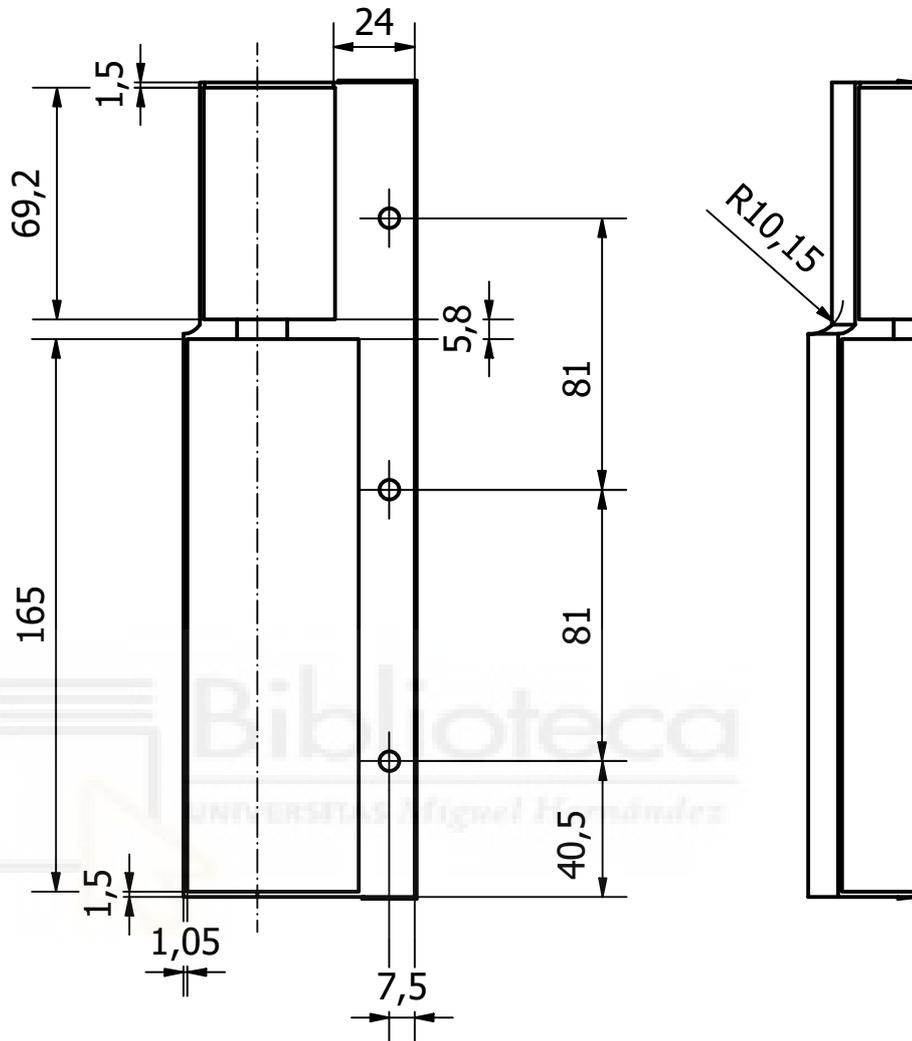
Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 12/04/2021	Tamaño de hoja A4		
UMH		Engranaje helicoidal derecho			Escala 1 : 2
		Mecanismo estriberas		Plano Nº : 1.40.04	Hoja 1 / 1

Perspectiva (1 : 3)



Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		RIGHT Support		Escala 4 : 9
Mecanismo estriberas		Plano Nº : 1.40.05	Hoja 1 / 2	

Perspectiva (1 : 3)



Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH	RIGHT Support 2		Escala 4 : 9	
	Mecanismo estriberas		Plano N° : 1.40.05	Hoja 2 / 2

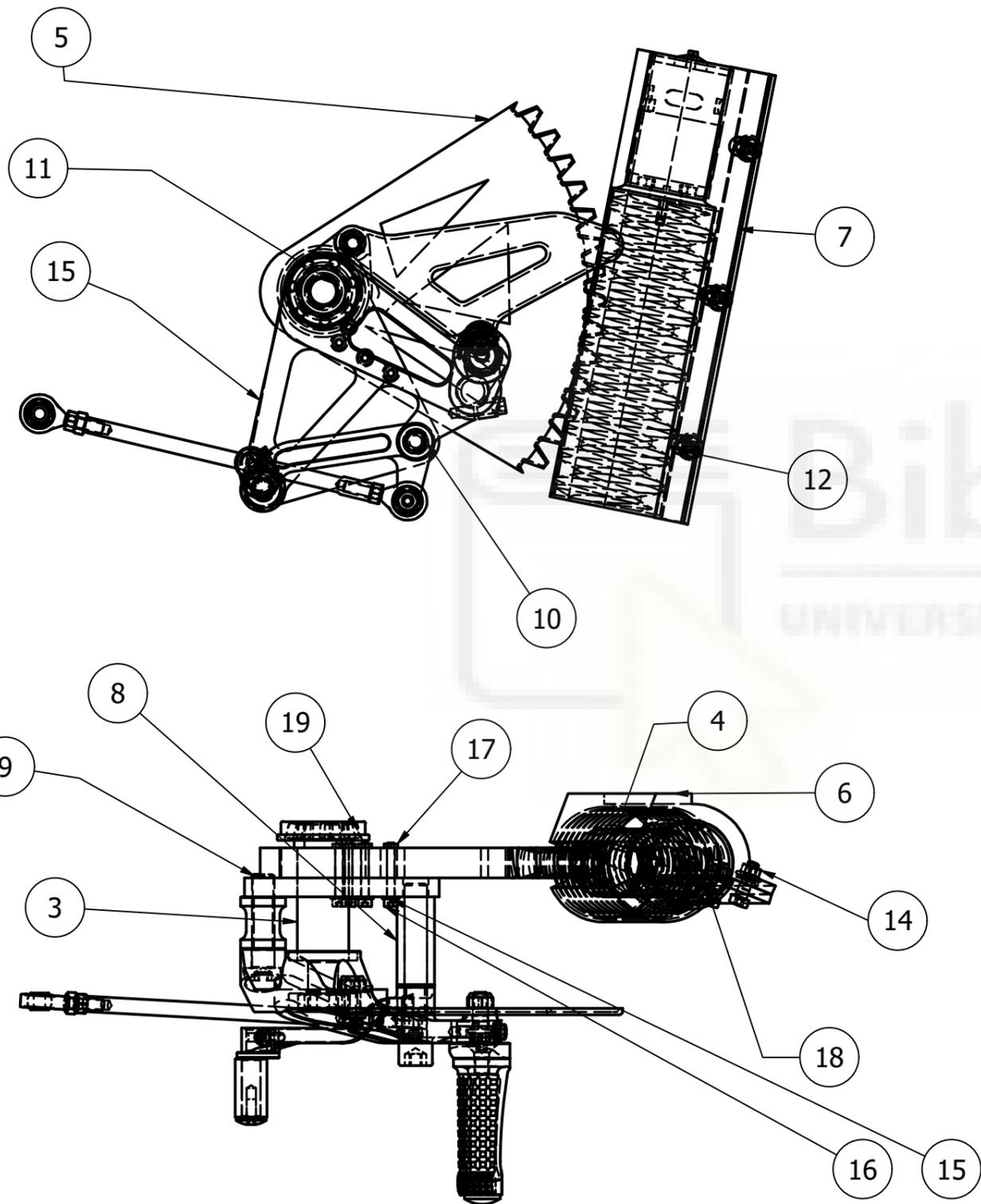
6 1 5 1 4 3 1 2 1 1

D

C

B

A



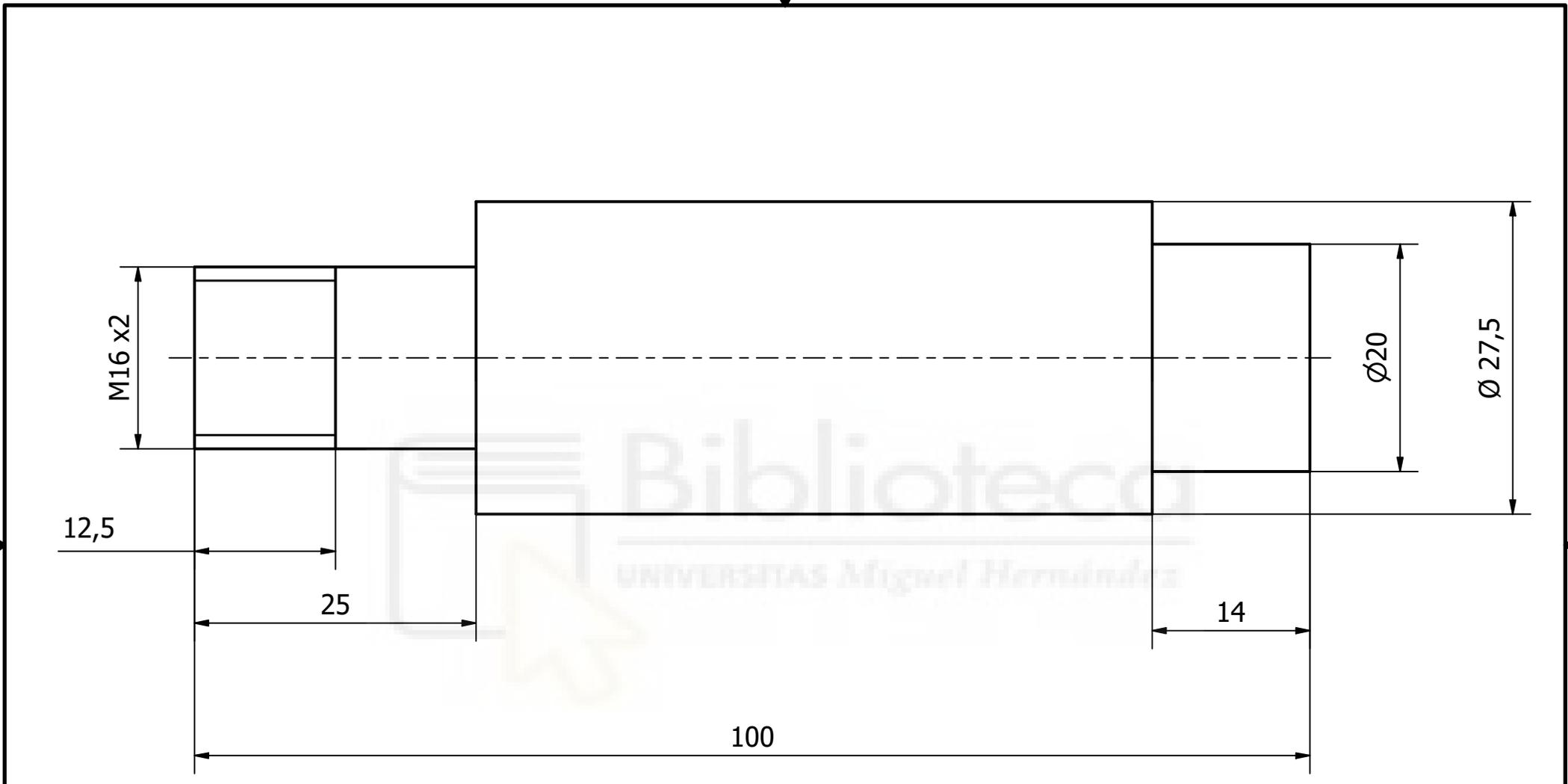
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1	Footrest Left Assy	Ensamblaje principal	CATIA model
2	1	Balancín-conect_Left footrest	Pl. nº: 1.50.01	Acero, alta resistencia, aleación baja
3	1	Eje izquierdo	Pl. nº: 1.50.02	Acero, suave
4	1	Tornillo helicoidal	Pl. nº: 1.40.03	Steel, Mild
5	1	Engranaje helicoidal	Pl. nº: 1.50.04	Steel, Mild
6	1	Left support	Pl. nº: 1.50.05 ; Hoja 1	Plástico ABS
7	1	Left support2	Pl. nº: 1.50.05 ; Hoja 2	Plástico ABS
8	1	CASQUILLO	Di x De x L 12 x 20 x 47	Acero inoxidable
9	1	BS 4168 - M12 x 50(6)	Tornillos de cabeza con boquilla avellanada y hexagonal - Serie métrica	Acero, suave
10	1	AS 1420 - 1973 - M12 x 85	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
11	1	AS 1112 - M16(2)	Tuercas hexagonales ISO métricas, incluidas	Acero, suave
12	3	DIN 7984 - M6 x 20	Tornillo de cabeza cilíndrica	Acero, suave
13	3	DIN 125 - A 6,4	Arandela	Acero, suave
14	3	DIN EN 1661 - M6	Tuerca hexagonal	Acero, suave
15	4	DIN 6796 - 4	Arandela elástica	Acero, suave
16	4	DIN 912 - M4 x 30	Tornillo de cabeza cilíndrica	Acero, suave
17	4	ISO 4036 - M4(1)	Tuerca hexagonal	Acero inoxidable, 440C
18	1	Motor DC 12V	Transmotec	Genérico
19	1	ANSI/AFBMA 19.1 TSF - 20 x 45 x 14 - JP2049 JP2010-B	Rodamiento de rodillos cónico	Acero, suave

Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A3	
-------------------------------	-------------------------------	---------------------	----------------------	--

UMH	Left Assy- full mode	Escala 1:3
	Mecanismo estriberas	Plano Nº : 1.50.00
		Hoja 1 / 1

6 1 5 1 4 3 1 2 1 1



Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 12/04/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		Eje izquierdo		
		Mecanismo estriberas		Plano Nº : 1.50.02
				Hoja 1 / 1

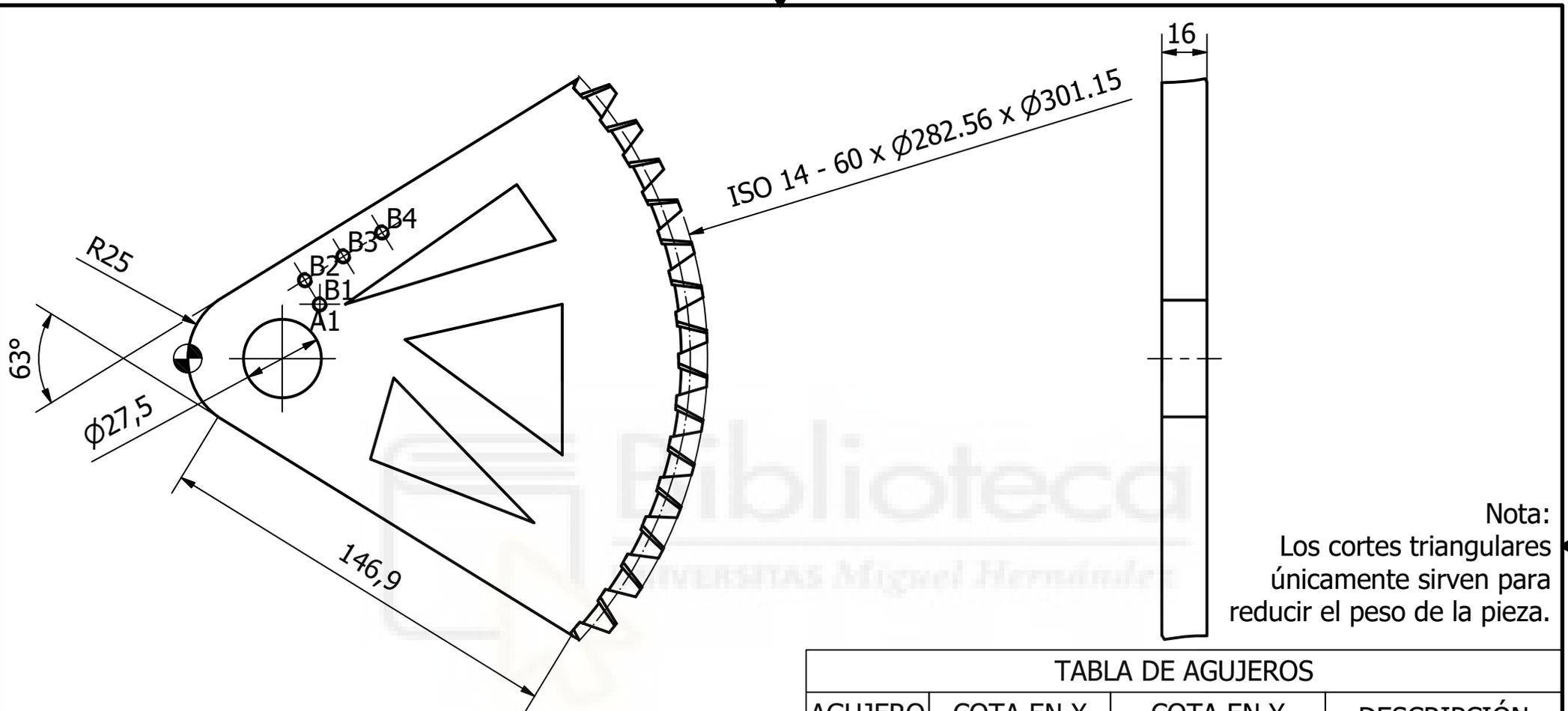
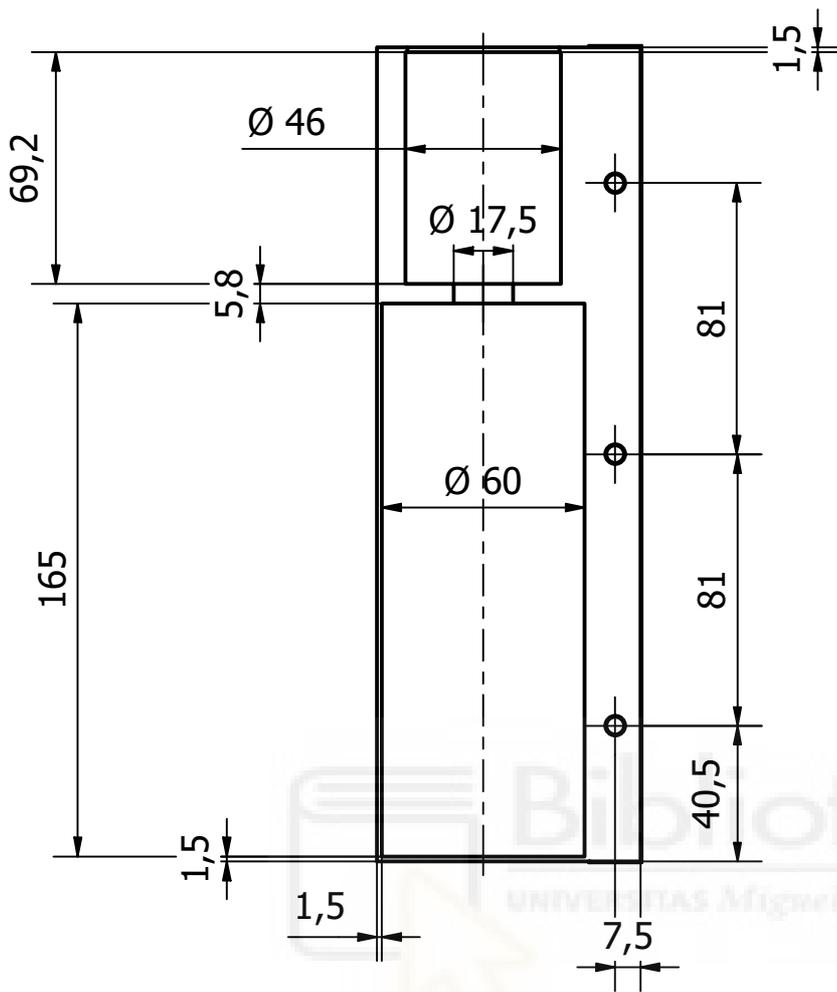


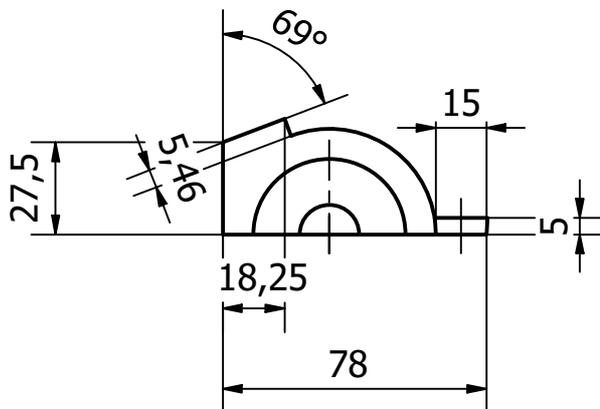
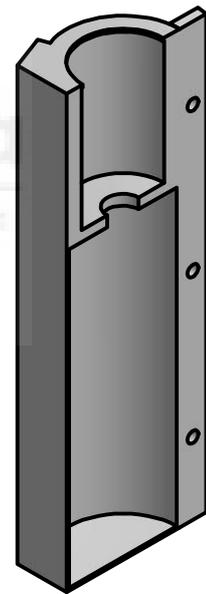
TABLA DE AGUJEROS

AGUJERO	COTA EN X	COTA EN Y	DESCRIPCIÓN
A1	33,51	0,00	Ø27,5 Pasante
B1	46,72	19,07	M5x0.8 - 6H
B2	41,51	27,60	M5x0.8 - 6H
B3	55,16	35,94	M5x0.8 - 6H
B4	68,82	44,28	M5x0.8 - 6H

Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		Engranaje helicoidal izquierdo		
		Mecanismo estriberas		Plano Nº : 1.50.04
				Hoja 1 / 1

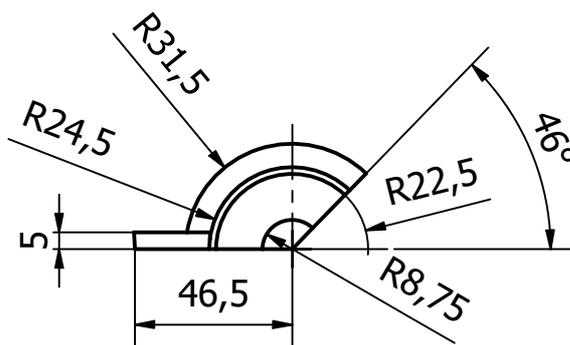
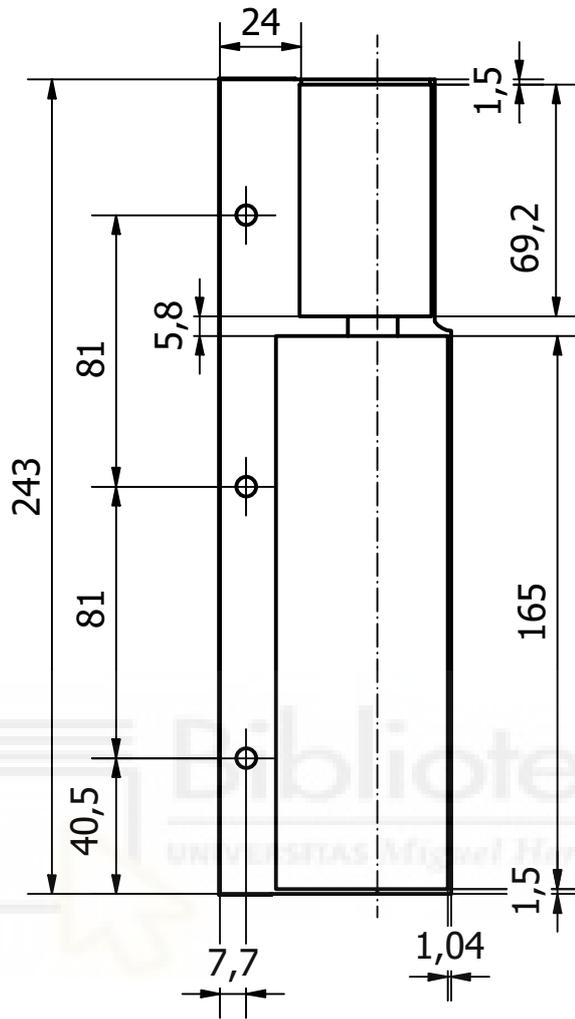
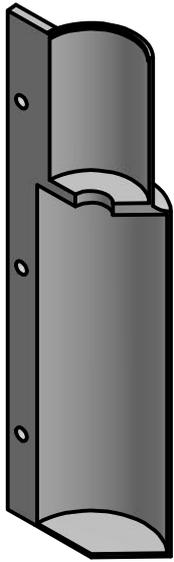


Perspectiva (4 : 12)

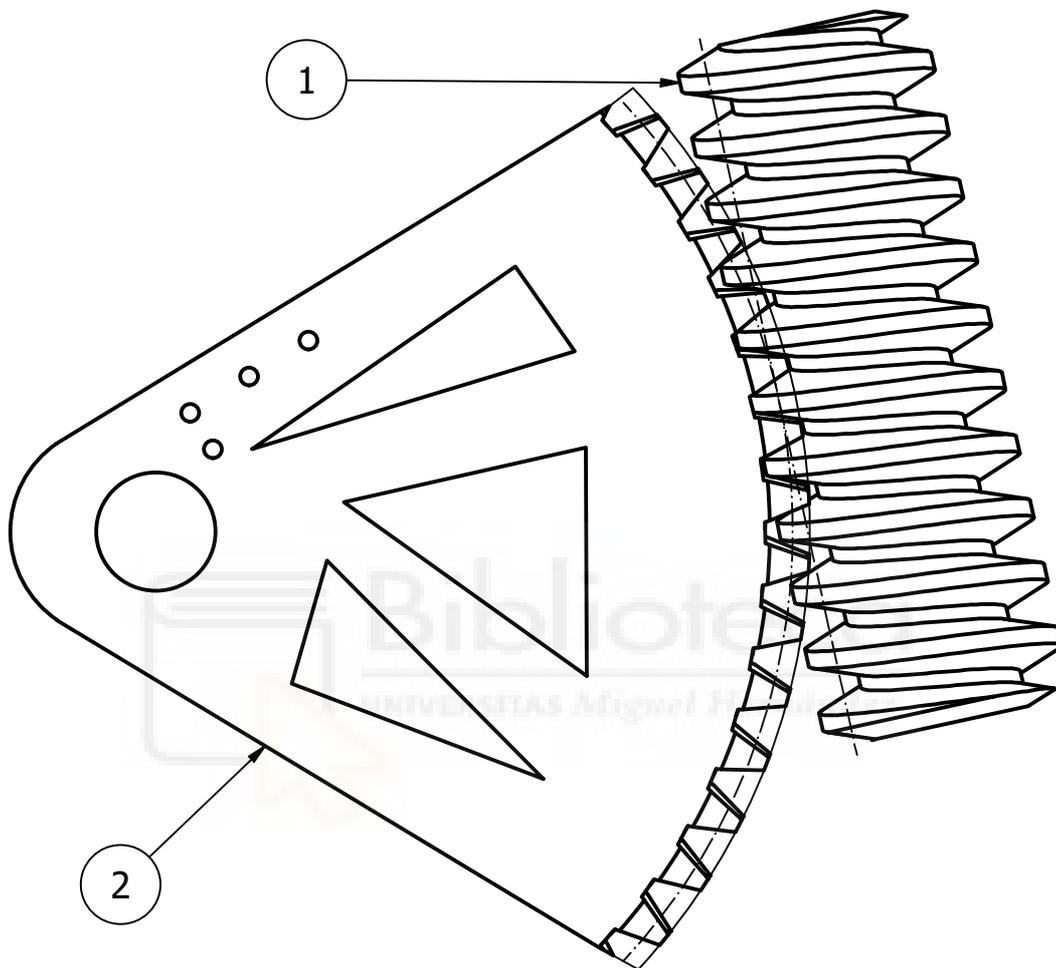


Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		LEFT Support		Escala 4 : 9
		Mecanismo estriberas	Plano N° : 1.50.05	Hoja 1 / 2

Perspectiva (1 : 3)



Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		LEFT Support 2		Escala 4 : 9
		Mecanismo estriberas	Plano Nº : 1.50.05	Hoja 2 / 2



LISTA DE PIEZAS

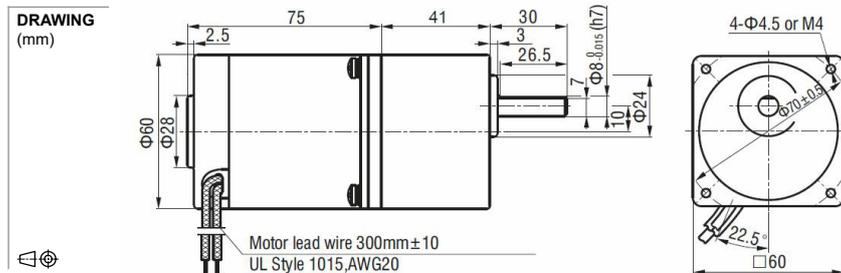
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1	Tornillo helicoidal		Steel, Mild
2	1	Engranaje helicoidal		Steel, Mild

Diseño de Héctor Fernández	Revisado por David Abellan	Fecha 29/03/2021	Tamaño de hoja A4	
UMH		Engranajes helicoidales		Escala 1 : 1.75
		Mecanismo estriberas	Plano Nº : 1.60.00	Hoja 1 / 1

Anexo II. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.



SDS6075A 6W



MODEL NO. DESIGNATION
 SDS6075A - VOLTAGE - REDUCTION

Torque unit: **mNm** (millinewton meter)
 Speed unit: **rpm** (revolutions per minute)

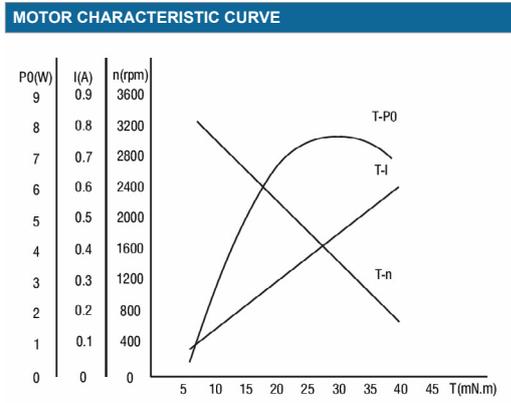
GEAR MOTOR DATA																													
Reduction	3	3,6	5	6	7,5	9	1	12,5	15	18	20	25	30	36	40	50	60	75	90	100	120	150	180	200	250	300	500	600	750
Nominal torque 12V	50	60	80	90	120	140	160	200	240	280	280	350	420	510	570	710	760	960	1150	1270	1530	1910	2290	2550	-	-	-	-	-
Nominal speed 12V	983	819	590	492	393	328	295	236	197	164	148	118	98	82	74	59	49	39	33	30	25	20	16	15	-	-	-	-	-
Nominal torque 24V	50	60	80	90	120	140	160	200	240	280	280	350	420	510	570	710	760	960	1150	1270	1530	1910	2290	2550	-	-	-	-	-
Nominal speed 24V	983	819	590	492	393	328	295	236	197	164	148	118	98	82	74	59	49	39	33	30	25	20	16	15	-	-	-	-	-
Length (mm)	116																												
Weight (kg)	1																												

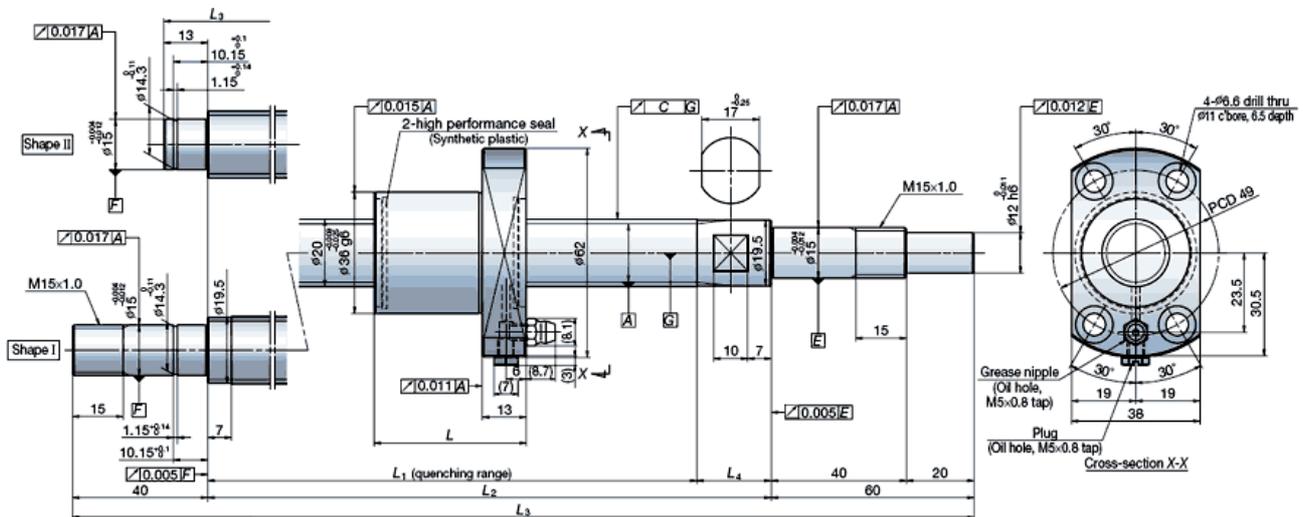
Torque unit: **Nm** (newton meter)

GEAR HEAD DATA																													
Reduction	3	3,6	5	6	7,5	9	1	12,5	15	18	20	25	30	36	40	50	60	75	90	100	120	150	180	200	250	300	500	600	750
Max. continuous torque	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-	-	-	-
Efficiency (%)	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	73	73	73	73	73	73	66	66	66	66	66	66	66	66	-	-	-	-	-
Radial F 20 mm shaft N	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	-	-	-	-	-
Max. thrust load N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	-	-	-	-	-
Rotation when in cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	cw	ccw	ccw	ccw	ccw	ccw	ccw	cw	-	-	-	-	-							
Length (mm)	41																												
Weight (kg)	0.4																												

GEAR MOTOR FEATURES	STANDARD	CUSTOMIZATION
Motor type	Spur geared brush DC motor	Voltage
Insulation Class	Class B (130°C)	Class F (155°C)
EMC filter	No	
Speed tolerance	± 5%	
Cables	AWG20, 300mm ± 10	Harness with connector
Housing materials	Aluminum	
Gears and shaft material	Metal, 40cr alloy steel	Shaft dimensions
Bearings type	Ball bearing	
Operating temperature	-10...+40 °C	-40...+40 °C
Manufacturing quality standards	ISO 9001	
RoHS compliance	Yes	
CE label	Yes	
UL approval	Yes	
IP rating	IP20	
Insulation Resistance 20 MΩ or more when 500 VDC megger is applied between the windings and the case after rated operation under normal ambient temperature and humidity.		
Temperature Rise The temperature rise should be lower than 80°C measured by resistance method when the motor is working.		
Dielectric Strength In the circumstance of normal ambient temperature and humidity, there will be no problem to withstand 1.5kV at 50/60hz between the windings and the frame for 1 minute after rated motor operation.		

MOTOR DATA		
Nominal voltage (V)	12	24
No load speed (rpm)	3200	3200
No load current (A)	0.6 Max.	0.3 Max.
Nominal speed (rpm)	2950	2950
Nominal torque (mNm)	19	19
Nominal current (A)	0.8	0.8
Output (W)	6	6
Length (mm)	75	
Weight (kg)	0.6	





Part number

PSS2005N1D0323

Description

Precision ground ball screw, Compact FA Series

Product Attribute	Value
Support unit opposite to drive side	None
Support unit drive side	None
Mount support units on shaft	No
Screw shaft diam, d	20
Lead, l	5
Basic load ratings Dynamic, Ca	8790
Basic load ratings Static, C0a	18500
Stroke Nominal	150
Stroke Max	197
Nut Length	31
L1	228
L2	250
Length of screw (L3)	323
L4	22
Lead accuracy Target value, T	0
Lead accuracy Error, ep	0.023
Lead accuracy Variation, vu	0.018
Shaft runout, C	0.045

Created: 2021-03-23 11:46:25

Address: NSK Precision America
3450 Bearing Drive
46131 Franklin
Indiana
United States

Phone: (317) 738-4308
Web: <https://www.nskautomation.com/>

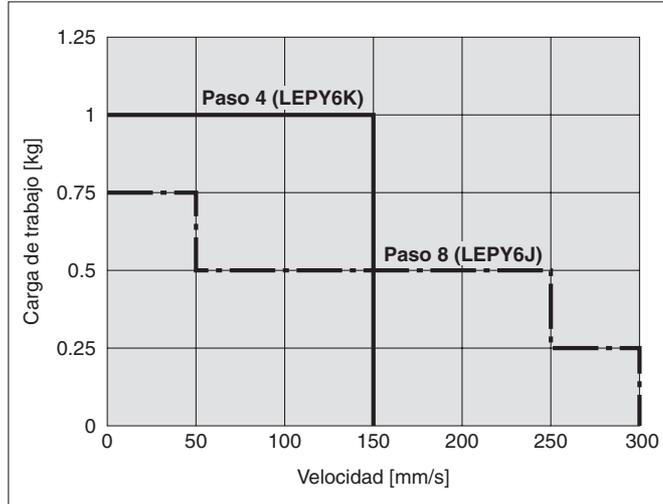
Product Attribute	Value
Dynamic Preload torque	0.6 - 7.4
Permissible rotational speed (min-1) Fixed-Simple	5000
Permissible rotational speed (min-1) Fixed-Fixed	-
Left shaft end	Shape II



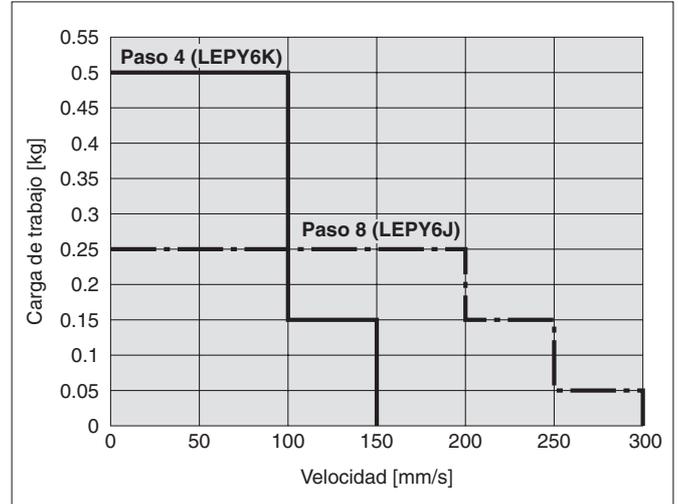
Gráfica de velocidad-carga de trabajo (Guía)

LEPY6 (Básico)

Horizontal

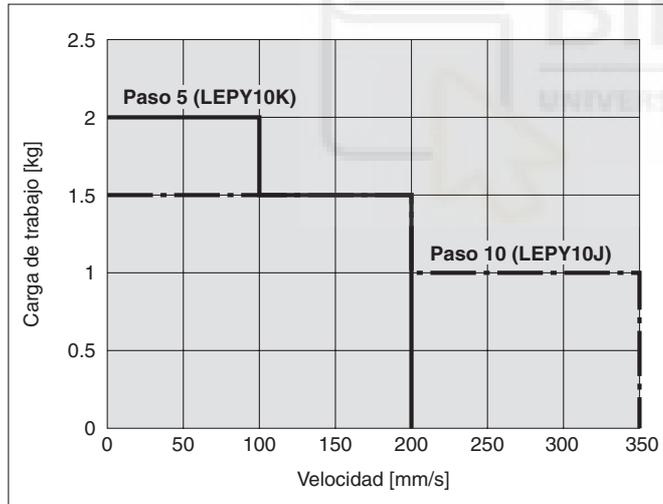


Vertical

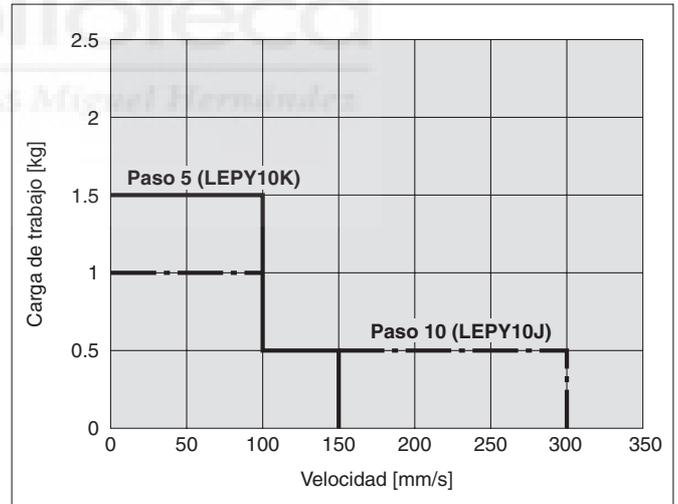


LEPY10(L) (Básico/Compacto)

Horizontal



Vertical



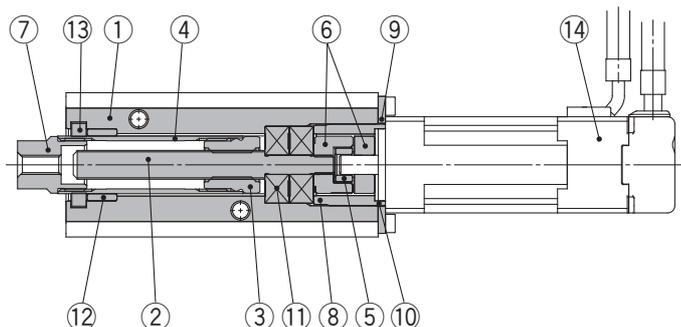


Peso

Modelo		LEPY6		
Carrera [mm]		25	50	75
Peso del producto [kg]	Básico	0.24	0.29	0.34

Modelo		LEPY10		
Carrera [mm]		25	50	75
Peso del producto [kg]	Básico	0.47	0.55	0.65
	Compacto	0.41	0.49	0.59

Diseño



Características técnicas

Modelo		LEPY6		LEPY10			
Carrera [mm]		25, 50, 75					
Paso del husillo [mm]		4	8	5	10		
Características técnicas del actuador	Fuerza de empuje [N] <small>Nota 1)</small>	Básico	14 a 20	7 a 10	25 a 50	12.5 a 25	
		Compacto	—	—	24 a 40	12 a 20	
	Carga máx. de trabajo [kg] <small>Nota 2) Nota 3)</small>	Horizontal	Básico	1.0	0.75	2.0	1.5
			Compacto	—	—	2.0	1.5
		Vertical	Básico	0.5	0.25	1.5	1.0
			Compacto	—	—	1.5	1.0
Velocidad [mm/s] <small>Nota 3) Nota 6)</small>	Horizontal	Básico	10 a 150	20 a 300 <small>Nota 4)</small>	10 a 200	20 a 350 <small>Nota 4)</small>	
		Compacto	—	—	10 a 200	20 a 350 <small>Nota 4)</small>	
	Vertical	Básico	10 a 150	20 a 300 <small>Nota 4)</small>	10 a 150	20 a 300 <small>Nota 4)</small>	
		Compacto	—	—	10 a 150	20 a 300 <small>Nota 4)</small>	
Velocidad de empuje [mm/s] <small>Nota 5)</small>		10	20	10	20		
Aceleración/Deceleración [mm/s ²]		3000					
Repetitividad de posicionamiento [mm]		±0.05					
Juego [mm]		±0.1					
Resistencia a impactos/vibraciones [m/s ²] <small>Nota 7)</small>		50/20					
Tipo de actuación		Husillo trapecial					
Tipo de guiado		Casquillo deslizante					
Frecuencia máx. de trabajo [c.p.m]		60					
Rango de temperatura de trabajo [°C]		5 a 40					
Rango de humedad de trabajo [% HR]		90 o inferior (sin condensación)					
Características eléctricas	Tamaño del motor		□20		□28		
	Tipo de motor		Motor paso a paso (Servo/24 VDC)				
	Encoder		Fase A/B incremental (800 pulsos/giro)				
	Tensión nominal [V]		DC 24 ±10 %				
	Consumo de energía [W] <small>Nota 8)</small>	Básico	12		28		
		Compacto	—		22		
	Consumo de energía en reposo durante el funcionamiento [W] <small>Nota 9)</small>	Básico	11		22		
		Compacto	—		16		
	Consumo de energía máx. momentánea [W] <small>Nota 10)</small>	Básico	22		55		
		Compacto	—		45		

Nota 1) La precisión de la fuerza de empuje es LEPY6: ±30 % (fondo de escala), LEPY10: ±25 % (fondo de escala).

Para los detalles del rango de ajuste y las precauciones, véase la página 23.

La fuerza de empuje y el factor de trabajo dependen del valor de ajuste. Revise la "Gráfica de conversión de fuerza (Guía)" en la página 4 y en el punto [14] de la página 23.

Nota 2) El valor máximo de carga de trabajo para la operación de posicionamiento. Se requiere una guía externa para soportar la carga. La carga de trabajo y la velocidad de traslado reales dependerán del estado de la guía externa.

Nota 3) La velocidad depende de la carga de trabajo. Compruebe la "Gráfica de velocidad-carga de trabajo (Guía)" en la pág. 3.

Nota 4) Si la carrera es 25 mm, la velocidad máxima será 250 mm/s.

Nota 5) Ajuste de la fuerza de empuje durante el empuje.

Nota 6) La velocidad y la fuerza pueden variar dependiendo de la longitud del cable, la carga y las condiciones de montaje. Si la longitud del cable supera los 5 m, disminuirá en hasta un 10 % por cada 5 m (a 15 m: reducido en hasta un 20 %).

Nota 7) Resistencia a impactos: Supera la prueba de impacto tanto en dirección paralela como perpendicular al tornillo guía. (La prueba se llevó a cabo con el actuador en el estado inicial).

Resistencia a vibraciones: Supera la prueba en un rango de frecuencias entre 45 y 2000 Hz. La prueba se realizó tanto en dirección paralela como perpendicular al tornillo guía. (La prueba se llevó a cabo con el actuador en el estado inicial).

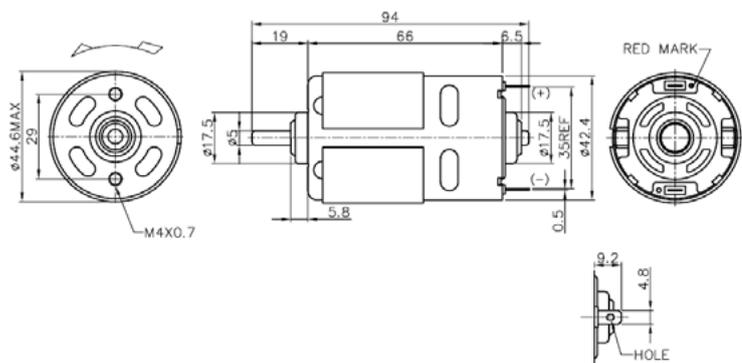
Nota 8) El consumo de energía (incluyendo el controlador) corresponde al momento en el que el actuador está funcionando.

Nota 9) El consumo de energía en reposo durante el funcionamiento (incluyendo el controlador) corresponde al momento en el que el actuador está detenido en la posición de ajuste. Excepto durante la operación de empuje.

Nota 10) El consumo máximo de energía momentánea (incluyendo el controlador) corresponde al momento en el que el actuador está funcionando. Dicho valor puede utilizarse para la selección del suministro eléctrico.

Lista de componentes

Nº	Descripción	Material	Nota
1	Cuerpo	Aleación de aluminio	Anodizado
2	Eje del husillo	Acero inoxidable	Tratamiento térmico + tratamiento especial
3	Tuerca del husillo	Acero inoxidable	Tratamiento térmico + tratamiento especial
4	Vástago	Acero inoxidable	
5	Araña	NBR	
6	Buje	Aleación de aluminio	
7	Conector hembra	Acero al carbono de fácil mecanización	Niquelado
8	Tope de cojinete	Tamaño 6: Aleación de aluminio Tamaño 10: Acero al carbono	
9	Placa del motor	Aleación de aluminio	Anodizado
10	Anillo guía	Aleación de aluminio	Sólo tamaño 10
11	Rodamiento	—	
12	Casquillo	Aleación de cobre sinterizada impregnada en aceite	
13	Contacto suave	—	
14	Motor paso a paso (Servo/24 VDC)	—	



Model - -
 Carbon brush = C V = Varistor
 Metal brush = M C = Capacitor

MOTOR DATA				
Part name	770-4087-CC	770-7040-CC	770-8525F-CC	770-32165-CC
Diameter (mm)	45	45	45	45
Length (mm)	66	66	66	66
Nominal voltage (V)	12	12	12	24
Nominal speed (rpm) *	3500	8400	13500	3900
Nominal torque (mNm) *	56.1	59.3	80.3	52.9
Nominal current (A)	2.8	6.0	12.1	1.3
No load speed (rpm)	4550	9700	16000	4650
No load current (A)	0.60	1.30	1.80	0.22
Stall torque (mNm)	334.1	595.7	587.9	397.1
Starting current (A)	14.1	56.9	83.0	8.6
Output (W)	21	53	114	22
Efficiency (%)	63	73	79	74
Operating temperature (°C)	-10..+60	-10..+60	-10..+60	-10..+60

(*) Nominal speed and nominal torque have a tolerance of ± 15%

