



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**ESTUDIO PRELIMINAR DE UN DISPOSITIVO DE ASISTENCIA E  
INCORPORACIÓN DE PERSONAS CON PROBLEMAS DE MOVILIDAD**

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

ALUMNO: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ

TUTORES: ROSA NAVARRO TRUJILLO

SEPTIEMBRE, 2021



## ÍNDICE GENERAL

### MEMORIA

0. HOJA DE IDENTIFICACIÓN.....	4
1. OBJETO .....	5
2. RESUMEN / ABSTRACT .....	5
3. ALCANCE .....	6
4. ANTECEDENTES .....	7
4.1. CAMA ARTICULADA .....	7
4.2. GRÚA ORTOPÉDICA .....	9
5. NORMAS Y REFERENCIA .....	11
5.1. NORMATIVA.....	11
5.2. BIBLIOGRAFÍA.....	12
5.3. SOFTWARE EMPLEADOS .....	14
6. REQUISITOS DE DISEÑO .....	15
6.1. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS .....	16
6.2. MOVIMIENTO BRAZO SUPERIOR.....	19
6.3. ACTUADOR .....	19
6.4. MATERIALES .....	21
6.4.1. PIEZAS MECANIZADAS.....	21
6.4.2. TELA .....	23
7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES .....	24
7.1. PROTOTIPO 1.....	25
7.2. PROTOTIPO 2.....	27
7.3. PROTOTIPO 3.....	30
7.4. PROTOTIPO 4.....	36
7.5. DISEÑO FINAL .....	41
7.6. ANÁLISIS VUELCO DE LA ESTRUCTURA .....	45
8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....	48

## ANEXO I: CÁLCULOS ANALÍTICOS

<b>0. OBJETO .....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2. ELECCIÓN ACTUADOR.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 CÁLCULO DE LA FUERZA NECESARIA DEL ACTUADOR .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1 CÁLCULO CON 0º .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.2. CÁLCULO CON 35º .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.2. CÁLCULO CON 70º .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 CONCLUSIONES.....</b>	<b>9</b>
<b>3. RANGO DE MOVIMIENTO.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 CARRERA NECESARIA.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.1 POSICIÓN 0º .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.2 POSICIÓN 70º .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>4. CÁLCULOS .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1. NUEVA FUERZA ACTUADOR .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1.1. CÁLCULO CON 0º .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1.2. CONCLUSIONES .....</b>	<b>13</b>
<b>4.2- CÁLCULO DE REACCIONES.....</b>	<b>13</b>
<b>4.2.1.- BRAZO SUPERIOR .....</b>	<b>14</b>
<b>4.2.2.- COLUMNA.....</b>	<b>19</b>
<b>4.3.- DIMENSIONES OREJAS SUJECIÓN.....</b>	<b>24</b>
<b>4.4.- CÁLCULO TORNILLO UNIÓN BASE. ....</b>	<b>26</b>

## **ANEXO II: SOLIDWORKS**

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. FUERZAS .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. CONDICIONES DE CONTORNO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ANÁLISIS.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. PROTOTIPO 3.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1.1. MATERIAL S235 .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. PROTOTIPO 4 .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.1. MATERIAL S235 .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.2. MATERIAL ALUMINIO 6061 .....</b>	<b>20</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>23</b>

## **ANEXO III: CATÁLOGO**

- 1.- ACTUADOR LINEAL CAHB – 22E
- 2.- ACTUADOR LINEAL ALI 2-P
- 3.- TORNILLO HEXAGONAL DIN 933
- 4.- ARANDELA DIN 125-A
- 5.- TUERCA HEXAGONAL DIN 934
- 6.- TORNILLO CON OJO DIN 580
- 7.- MOSQUETÓN CON SEGURO DIN 5299
- 8.- PIE FIJO CON ESPIGA EN ACERO INOXIDABLE

## PLANOS

- 1.- PLANO CONJUNTO
- 2.- PLANO SUBCONJUNTO BASE
- 3.- PLANO BASE
- 4.- PLANO SUBCONJUNTO COLUMNA
- 5.- PLANO COLUMNA
- 6.- PLANO SOPORTE ACTUADOR - COLUMNA
- 7.- PLANO ESPÁRRAGO ROSCADO ACTUADOR-COLUMNA
- 8.- PLANO ESPÁRRAGO ROSCADO COLUMNA-BRAZO
- 9.- PLANO SUBCONJUNTO BRAZO
- 10.- PLANO BRAZO
- 11.- PLANO PIEZA AUXILIAR
- 12.- PLANO SOPORTE ACTUADOR-BRAZO

## ÍNDICE DE FIGURAS

### MEMORIA

<b>FIGURA 1.</b> Cama articulada	8
<b>FIGURA 2.</b> Grúa de techo móvil	11
<b>FIGURA 3.</b> Medidas antropométricas 1	17
<b>FIGURA 4.</b> Medidas antropométricas 2	18
<b>FIGURA 5.</b> CABH- E22	21
<b>FIGURA 6.</b> Plano CABH - E22	21
<b>FIGURA 7.</b> Prototipo 1	25
<b>FIGURA 8.</b> Prototipo 2	27
<b>FIGURA 9.</b> Columna prototipo 2	28
<b>FIGURA 10.</b> Brazo superior prototipo 2	29
<b>FIGURA 11.</b> Prototipo 3	30
<b>FIGURA 12.</b> Columna prototipo 3	31
<b>FIGURA 13.</b> Brazo superior prototipo 3	32
<b>FIGURA 14.</b> Pieza auxiliar prototipo 3	33
<b>FIGURA 15.</b> Base prototipo 3	34
<b>FIGURA 16.</b> Prototipo 4	36
<b>FIGURA 17.</b> Columna prototipo 4	37
<b>FIGURA 18.</b> Brazo superior prototipo 4	38



<b>FIGURA 19.</b> Vista trasera brazo superior prototipo 4	39
<b>FIGURA 20.</b> Oreja de sujeción	40
<b>FIGURA 21.</b> Dispositivo completo	41
<b>FIGURA 22.</b> Vista frontal dispositivo completo	41
<b>FIGURA 23.</b> Actuador lineal CAHB -22E	43
<b>FIGURA 24.</b> Vista explosionada Prototipo 4	44
<b>FIGURA 25.</b> Carga de 60 kg	46
<b>FIGURA 26.</b> Carga de 60 kg oculta	46
<b>FIGURA 27.</b> Distancia horizontal desde el eje hasta el centro de gravedad	47
<b>FIGURA 28.</b> Dimensiones base	48
<b>FIGURA 29.</b> Planta prototipo 4	48

## ANEXO I: CÁLCULOS ANALÍTICOS

<b>FIGURA 30.</b> Medidas del dispositivo	4
<b>FIGURA 31.</b> Esquema brazo superior 0º	6
<b>FIGURA 32.</b> Esquema brazo superior 0º	7
<b>FIGURA 33.</b> Esquema brazo superior 35º	8
<b>FIGURA 34.</b> Distancia oreja de sujeción (aplicación fuerza actuador)	10
<b>FIGURA 35.</b> Ajuste de la distancia del pasador inferior	11
<b>FIGURA 36.</b> Nuevas medidas brazo superior	12
<b>FIGURA 37.</b> Esquema brazo superior	13
<b>FIGURA 38.</b> Esquema simplificado brazo superior	15

<b>FIGURA 39.</b> Esquema simplificado brazo superior	17
<b>FIGURA 40.</b> Esquema simplificado columna	19
<b>FIGURA 41.</b> Esquema simplificado columna	22
<b>FIGURA 42.</b> Oreja de sujeción	24
<b>FIGURA 43.</b> Vista superior de la base	26
<b>FIGURA 44.</b> Tensiones ejercidas en la unión Base-Columna	27

## ANEXO II: SOLIDWOR

<b>FIGURA 45.</b> Tensión de Von Mises en brazo superior de acero	6
<b>FIGURA 46.</b> Tensión de Von Mises en los pasadores, brazo superior de acero	7
<b>FIGURA 47.</b> Desplazamientos en brazo superior de acero	7
<b>FIGURA 48.</b> Tensión de Von Mises en la columna de acero	8
<b>FIGURA 49.</b> Tensión de Von Mises unión con la base, columna de acero	9
<b>FIGURA 50.</b> Desplazamientos en la columna de acero	10
<b>FIGURA 51.</b> Tensión de Von Mises en brazo superior de aluminio	11
<b>FIGURA 52.</b> Tensión de Von Mises en los pasadores, brazo superior de aluminio	11
<b>FIGURA 53.</b> Desplazamientos en brazo superior de aluminio	12
<b>FIGURA 54.</b> Tensión de Von Mises en la columna de aluminio	13
<b>FIGURA 55.</b> Tensión de Von Mises unión con la base, columna de aluminio	13

<b>FIGURA 56.</b> Desplazamientos en la columna de aluminio	14
<b>FIGURA 57.</b> Tensión de Von Mises en brazo superior de acero	15
<b>FIGURA 58.</b> Tensión de Von Mises en los pasadores, brazo superior de acero	15
<b>FIGURA 59.</b> Desplazamientos en brazo superior de acero	16
<b>FIGURA 60.</b> Tensión de Von Mises en la columna de acero	17
<b>FIGURA 61.</b> Tensión de Von Mises en la soldadura del soporte inferior, columna de acero	17
<b>FIGURA 62.</b> Desplazamientos en la columna de acero	18
<b>FIGURA 63.</b> Desplazamientos en el soporte inferior, columna de acero	19
<b>FIGURA 64.</b> Tensión de Von Mises en brazo superior de aluminio	20
<b>FIGURA 65.</b> Tensión de Von Mises en los pasadores, brazo superior de aluminio	20
<b>FIGURA 66.</b> Desplazamientos en brazo superior de aluminio	21
<b>FIGURA 67.</b> Tensión de Von Mises en la columna de aluminio	22
<b>FIGURA 68.</b> Desplazamientos en la columna de aluminio	22

## ÍNDICE DE TABLAS

### MEMORIA

<b>TABLA 1.</b> Dimensiones antropométricas	18
<b>TABLA 2.</b> Propiedades del acero	22
<b>TABLA 3.</b> Propiedades del aluminio	23
<b>TABLA 4.</b> Elementos conjunto explosionado	45

### ANEXO I: CÁLCULOS ANALÍTICOS

<b>TABLA 5.</b> Área resistente de tornillos más usuales	28
<b>TABLA 6.</b> Valores nominales del límite elástico y resistencia a tracción	29
<b>TABLA 7.</b> Valores del coeficiente de seguridad	29



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**ESTUDIO PRELIMINAR DE UN DISPOSITIVO DE ASISTENCIA E  
INCORPORACIÓN DE PERSONAS CON PROBLEMAS DE MOVILIDAD**

## **MEMORIA**

ALUMNO: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ

TUTORES: ROSA NAVARRO TRUJILLO

SEPTIEMBRE, 2021



## ÍNDICE

<b>0. HOJA DE IDENTIFICACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>1. OBJETO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. RESUMEN / ABSTRACT .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ALCANCE .....</b>	<b>6</b>
<b>4. ANTECEDENTES .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1. CAMA ARTICULADA .....</b>	<b>7</b>
<b>4.2. GRÚA ORTOPÉDICA.....</b>	<b>9</b>
<b>5. NORMAS Y REFERENCIA.....</b>	<b>11</b>
<b>5.1. NORMATIVA .....</b>	<b>11</b>
<b>5.2. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>12</b>
<b>5.3. SOFTWARE EMPLEADOS.....</b>	<b>14</b>
<b>6. REQUISITOS DE DISEÑO .....</b>	<b>15</b>
<b>6.1. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS .....</b>	<b>16</b>
<b>6.2. MOVIMIENTO BRAZO SUPERIOR .....</b>	<b>19</b>
<b>6.3. ACTUADOR .....</b>	<b>19</b>
<b>6.4. MATERIALES .....</b>	<b>21</b>
<b>6.4.1. PIEZAS MECANIZADAS .....</b>	<b>21</b>
<b>6.4.2. TELA .....</b>	<b>23</b>
<b>7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES .....</b>	<b>24</b>
<b>7.1. PROTOTIPO 1 .....</b>	<b>25</b>
<b>7.2. PROTOTIPO 2 .....</b>	<b>27</b>
<b>7.3. PROTOTIPO 3 .....</b>	<b>30</b>
<b>7.4. PROTOTIPO 4 .....</b>	<b>36</b>
<b>7.5. DISEÑO FINAL .....</b>	<b>41</b>
<b>7.6. ANÁLISIS VUELCO DE LA ESTRUCTURA.....</b>	<b>45</b>

## ÍNDICE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> Cama articulada	8
<b>FIGURA 2.</b> Grúa de techo móvil	11
<b>FIGURA 3.</b> Medidas antropométricas 1	17
<b>FIGURA 4.</b> Medidas antropométricas 2	18
<b>FIGURA 5.</b> CABH- E22	21
<b>FIGURA 6.</b> Plano CABH - E22	21
<b>FIGURA 7.</b> Prototipo 1	25
<b>FIGURA 8.</b> Prototipo 2	27
<b>FIGURA 9.</b> Columna prototipo 2	28
<b>FIGURA 10.</b> Brazo superior prototipo 2	29
<b>FIGURA 11.</b> Prototipo 3	30
<b>FIGURA 12.</b> Columna prototipo 3	31
<b>FIGURA 13.</b> Brazo superior prototipo 3	33
<b>FIGURA 14.</b> Pieza auxiliar prototipo 3	33
<b>FIGURA 15.</b> Base prototipo 3	34
<b>FIGURA 16.</b> Prototipo 4	36
<b>FIGURA 17.</b> Columna prototipo 4	37
<b>FIGURA 18.</b> Brazo superior prototipo 4	38
<b>FIGURA 19.</b> Vista trasera brazo superior prototipo 4	39
<b>FIGURA 20.</b> Oreja de sujeción	40



<b>FIGURA 21.</b> Dispositivo completo	41
<b>FIGURA 22.</b> Vista frontal dispositivo completo	41
<b>FIGURA 23.</b> Actuador lineal CAHB -22E	43
<b>FIGURA 24.</b> Vista explosionada Prototipo 4	44
<b>FIGURA 25.</b> Carga de 60 kg	46
<b>FIGURA 26.</b> Carga de 60 kg oculta	46
<b>FIGURA 27.</b> Distancia horizontal desde el eje hasta el centro de gravedad	47
<b>FIGURA 28.</b> Dimensiones base	48
<b>FIGURA 29.</b> Planta prototipo 4	48

## ÍNDICE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> Dimensiones antropométricas	18
<b>TABLA 2.</b> Propiedades del acero	22
<b>TABLA 3.</b> Propiedades del aluminio	23
<b>TABLA 4.</b> Elementos conjunto explosionado	45

## 0. HOJA DE IDENTIFICACIÓN

<b>TÍTULO</b>	Estudio preliminar de un dispositivo de asistencia e incorporación de personas con problemas de movilidad
<b>GRADO</b>	Ingeniería Mecánica
<b>TUTOR ACADÉMICO</b>	Rosa Navarro Trujillo / Área de Expresión Gráfica en Ingeniería
<b>ENCARGADO POR</b>	Trabajo de Fin de Grado, Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología
<b>Dirección</b>	Avda. Astrofísico Francisco Sánchez s/n 38200 La Laguna. S/C de Tenerife
<b>AUTOR</b>	Eduardo Martín Rodríguez
<b>Titulación</b>	Grado en Ingeniería Mecánica
<b>DNI</b>	79073100 C
<b>Dirección</b>	Calle Doctor Guigou, 16 B,3 izq. 38001 Santa Cruz de Tenerife
<b>Teléfono</b>	699968690

## 1. OBJETO

El objeto del presente proyecto es el diseño y estudio preliminar de un dispositivo de asistencia e incorporación de personas que presenten problemas de movilidad. Es una alternativa a los diferentes dispositivos de ayuda geriátrica que se pueden encontrar en el mercado como las camas articuladas o grúas ortopédicas, aunque este dispositivo está diseñado únicamente para permitir la incorporación del paciente.

Con el diseño de este proyecto se busca conseguir un dispositivo que sea capaz de elevar al paciente hasta la posición de incorporación que esté formado por el menor número de piezas posible, intentando abaratar costes y consiguiendo un diseño óptimo.

Para ello se realiza un estudio previo de las cargas a las que se encuentra sometida la estructura para luego comprobar y optimizar dicho estudio mediante simulaciones de tensiones hasta llegar al resultado final.

## 2. RESUMEN / ABSTRACT

El presente trabajo de fin de grado es un estudio preliminar de un dispositivo de asistencia e incorporación de personas con problemas de movilidad que está dirigido principalmente a personas ancianas que tengan problemas a la hora de incorporarse de la cama. Con el diseño realizado se busca una alternativa a las diferentes opciones de mercado en donde el dispositivo sea lo menos intrusivo posible en el ambiente del paciente, así como una instalación lo más sencilla posible.

El proyecto está diseñado para las medidas estándar de una mujer adulta y para el desarrollo de este se hace uso de diferentes softwares como Solidworks, el cual se utiliza para el diseño y cálculo de tensiones del dispositivo.

This final degree project is a preliminary study of an assistive and incorporation mechanism for people with mobility problems and is aimed to elderly people who have trouble for getting up from bed. This design is an alternative to the different market options where the device is as less intrusive as possible in the patient's environment, at the same time that the installation is as simple as possible.

The project is designed for the standard measurements of an adult woman and for the development of this project has been used different software such as Solidworks, which is used for the design and calculation of the device's stresses.

### 3. ALCANCE

Este proyecto va dirigido a personas que presenten problemas de movilidad, principalmente personas ancianas que tengan problemas a la hora de incorporarse cuando están tumbados. Este prototipo se basa en el funcionamiento de una cama articulada de dos planos, uno con movimiento y otro que permanece fijo, en la que el plano que presenta movimiento es el plano superior donde se apoya la cabeza y el tronco. Lo que se busca con el dispositivo es proporcionar ayuda y cierta autonomía a la hora de incorporarse, buscando el menor impacto visual posible, así como una reducción de coste en comparación con la cama articulada mencionada.

Debido a las características del proyecto este está diseñado para unas dimensiones de altura de cama determinada, en donde se propone una altura mínima con el que desarrollar el proyecto y al final se propone alternativas para casos de cama con mayor altura. También ha sido diseñado para

unas dimensiones de altura concretas para lo cual se han tomado las medidas antropométricas de una mujer que presente un peso máximo de 120 kg.

Ciertos elementos del proyecto no serán de diseño propio y se obtendrán mediante catálogo de un fabricante, así como las diferentes instalaciones eléctricas o los sistemas de control y automatización que permiten el uso del dispositivo se excluyen del proyecto.

## **4. ANTECEDENTES**

Este proyecto surge con la idea de crear un dispositivo que sea capaz de ayudar a las personas de la tercera edad llegado el momento en el que presenten dificultades motoras para poder realizar una acción básica como es incorporarse de la cama, al tiempo que se intenta modificar, en lo posible, de forma mínima el entorno del anciano.

En la actualidad existen otros dispositivos que pueden realizar esta función como puede ser una cama articulada o una grúa geriátrica, sin embargo, en ocasiones no se dispone de la economía o ayudas necesarias para optar a uno de estos elementos. Por ello con este proyecto se busca un dispositivo capaz de cumplir con el objetivo intentando reducir gastos para estar al alcance del mayor número de personas posibles. También se busca evitar los problemas de personas movilidad reducida que pasan la mayor parte del tiempo tumbadas debido a las dificultades que tienen para la incorporación y que pueden presentar complicaciones como tromboembolismo, la trombosis venosa profunda, la atrofia muscular, la aparición de escaras, etc.

### **4.1. CAMA ARTICULADA**

Una cama articulada se diferencia de una cama convencional en que puede articularse en diferentes planos, y cuyo movimiento se obtiene mediante de un motor eléctrico. Este tipo de camas permite incorporar a la persona que descansa sobre ella, así como obtener varias posiciones

de descanso para el confort o para ayudar a la persona a realizar diferentes acciones. Este tipo de camas se usan en los hospitales para colocar a los pacientes en posición para comer, ver la televisión o conversar con una persona. En la actualidad este tipo de camas también se pueden encontrar en los hogares, aunque se considera de una gama alta y por tanto no tan accesible.

Lleva incorporado, como ya se dijo, de un motor de baja tensión , que se manipula mediante un mando y que se encarga del movimiento del somier de malla. A su vez se combina con colchones de materiales específicos como látex o espuma de poliuretano cuya principal característica es su flexibilidad.



*Figura 1. Cama articulada [1]*

En el mercado se pueden encontrar camas con diferente cantidad de planos articulados, que son los encargados de la elevación del somier obteniendo las posiciones en función de la necesidad. Existen diferentes grados de articulación en este tipo de camas, empezando por dos planos y siendo cinco planos el máximo grado de articulación, aunque este último no es tan habitual de ver.

- Cama de dos planos. Presenta una única articulación que mueve el tronco y la cabeza y cuyo objetivo es únicamente el de incorporar al paciente. Con esto se consigue sentarse en la cama o ayudar a diferentes problemas digestivos.
- Cama de tres planos. En el caso de tres planos existen dos articulaciones las cuales son las encargadas de mover tanto el tronco como las piernas (el plano en el que se encuentran las caderas queda fijo). Este tipo de camas permite posiciones para lectura o comer y elevar las piernas de tal forma que se facilite la circulación de estas.
- Cama de cuatro planos. Consta de tres articulaciones y se diferencia respecto a la cama de tres planos en el plano de las piernas. Este plano presenta un doble movimiento con una posición de descanso en donde se permite doblar las piernas mientras se está sentado.

Este tipo de cama necesita un somier diseñado específicamente para cada función, así como colchones de material flexible que puedan cumplir también dichas funciones. Es por ello por lo que cuando se quiere utilizar en casa se tenga que cambiar la cama tradicional por una articulada, incluso para las ocasiones en donde el paciente solo presenta dificultades a la hora de levantarse.

## **4.2. GRÚA ORTOPÉDICA**

Las grúas eléctricas ortopédicas son dispositivos muy demandados para la levantar enfermos y poder trasladarlos desde la cama hasta el baño, la silla de ruedas del paciente o cualquier lugar de la casa. Son dispositivos en los que ni el paciente ni la persona a su cargo tienen que realizar esfuerzos.

Existen diferentes tipos de grúas ortopédicas entre los que se encuentran:

- Grúas móviles. La función de este tipo de dispositivo es la de elevar mediante un arnés al paciente y que este pueda ser trasladado a cualquier lugar sin dificultades. Dentro de este tipo se diferencian las grúas con actuador eléctrico o con columna eléctrica. El primer caso como su nombre indica la elevación se realiza mediante un actuador eléctrico mientras que para el segundo caso la elevación se realiza mediante una columna eléctrica. Este último está pensado para pacientes que no se encuentren impedidos en su totalidad.
  
- Grúas de techo. Este tipo de grúa presentan raíles instalados en el techo de la habitación que junto a la percha con la que se sujeta al paciente hacen que este pueda moverse alrededor de la cama. Las ventajas de este tipo de grúa es que soporta una mayor carga, aunque tiene la limitación de la longitud de los raíles para moverse.
  
- Grúas de techo móvil. Esta grúa combina las ventajas de una grúa móvil con las de una grúa de techo. Funciona con dos columnas elevadoras y puede soportar una alta carga a la vez que permite trasladar al paciente a diferentes estancias. El paciente se puede mover horizontalmente gracias a una guía por la que se mueve la percha.





*Figura 2. Grúa de techo móvil [2]*

- Otro tipo de grúa. Existen otros tipos de grúas ortopédicas destinadas a otros fines como puede ser el cambio de pañales en personas con inmovilidad o grúas ortopédicas destinadas para bañeras o piscinas.

## 5. NORMAS Y REFERENCIA

### 5.1. NORMATIVA

- Norma española UNE 1039-94. Dibujos técnicos. Acotación.
- Norma española UNE: 157001. Criterios generales para la elaboración de proyectos.
- Norma española UNE -EN ISO 2553:2014 Soldeo y procesos afines. Representación simbólica en los planos. Uniones soldadas.

## 5.2. BIBLIOGRAFÍA

### Fotos

- [1] Cama articulada.

<https://farmacia24hmurcia.com/producto/alquiler-cama-articulada-2/>

- [2] Grúa ortopédica de techo.

<https://www.entornoaccesible.es/productos-y-servicios/movilizacion-de-personas/grua-de-techo/>

- [3] Medidas antropométricas 1.

[www.edfeportes.com](http://www.edfeportes.com)

- [4] Medidas antropométricas 2.

[www.edfeportes.com](http://www.edfeportes.com)

- [5] Actuador lineal CAHB – 22E

<https://datasheet.octopart.com/CAHB-22-F4E-4500714-BAA0PT-000-SKF-datasheet-127373121.pdf>

- [6] Plano actuador lineal CAHB – 22E

<https://datasheet.octopart.com/CAHB-22-F4E-4500714-BAA0PT-000-SKF-datasheet-127373121.pdf>

- [7]-[68] Fuente propia

### Diseño

- Piezas comerciales modelas en CAD (Tornillo con ojo DIN 580 y Tuerca DIN 934)

<https://www.traceparts.com/>

- Vídeos explicativos de Solidworks

<https://www.youtube.com/>

- Cálculo de uniones atornilladas

Instrucción del Acero Estructural.

- Apuntes asignatura Teoría de Estructuras y Construcciones.

- Apuntes asignatura Elasticidad y Resistencia Materiales

## **Catálogos comerciales**

- Actuador lineal

<https://www.ewellix.com/es/pe/productos/actuadores-lineales/cahb-series/cahb-20a-20e-21e-22e>

<https://www.directindustry.es/producto-fabricante/actuador-lineal-skf-linear-actuation-technology-61042-2440.html>

<https://www.mecvel.es/actuadores-lineales-ali2-p-cc/>

- Tornillo

<https://www.ugatu.com/media/uploads/pdf/DIN%20933.pdf>

- Arandela

<https://www.tornilleriaplacencia.com/es/catalogo-tornilleria/producto/arandelas/>

- Tuerca

[https://www.norelem.com/xs\\_db/DOKUMENT\\_DB/www/NORELEM/DataSheet/es/07/07210\\_Datasheet\\_4099\\_Tuercas\\_hexagonales\\_DIN\\_934\\_DIN\\_EN\\_ISO\\_4032\\_DIN\\_EN\\_24032--es.pdf](https://www.norelem.com/xs_db/DOKUMENT_DB/www/NORELEM/DataSheet/es/07/07210_Datasheet_4099_Tuercas_hexagonales_DIN_934_DIN_EN_ISO_4032_DIN_EN_24032--es.pdf)

-Tornillo con ojo

[https://www.norelem.com/xs\\_db/DOKUMENT\\_DB/www/NORELEM/DataSheet/es/07/07680\\_Datasheet\\_4236\\_Tornillos\\_con\\_ojo\\_DIN\\_580--es.pdf](https://www.norelem.com/xs_db/DOKUMENT_DB/www/NORELEM/DataSheet/es/07/07680_Datasheet_4236_Tornillos_con_ojo_DIN_580--es.pdf)

-Mosquetón

[file:///C:/Users/chanoarrate/Downloads/DIN5299S\\_es%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/chanoarrate/Downloads/DIN5299S_es%20(1).pdf)

-Pie fijo

<https://rodavigo.net/datos/1494/pie-fijo-espiga.pdf>

### 5.3. SOFTWARE EMPLEADOS

**SolidWorks** (versión 2018). SOLIDWORKS es un software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. El software que ofrece un abanico de soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto. Sus productos ofrecen la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño.

**Microsoft Excel.** Excel es un programa de hojas de cálculo que también sirve para el análisis de datos. Este ha sido empleado para realizar diferentes cálculos relacionados con parámetros previos del diseño. También sirve para la visualización de datos a través de tablas.

**Microsoft Word.** Word es un procesador de texto que permite al usuario la creación y edición de documentos de texto en un ordenador o computadora. Word forma parte de Microsoft Office, un

paquete de programas que permite la realización de actividades ofimáticas. Este ha sido utilizado para la realización del presente documento.

## 6. REQUISITOS DE DISEÑO

La finalidad de este dispositivo es poder ayudar al mayor número posible de personas intentando ser más accesible al grupo de la tercera edad. Sin embargo, los pacientes presentan diferentes alturas y complejiones y el prototipo tiene que ser desarrollado para una altura y más concretamente para unas dimensiones de torso concretas, todo lo que definirá el tamaño necesario del brazo superior.

Para ello se hará uso de medidas antropométricas y para los diferentes prototipos a estudiar se tendrán en cuenta las medidas de una mujer adulta.

Por otra parte, no es posible obtener una altura promedio de una cama convencional debido a que se compone de un colchón y un canapé y existen múltiples combinaciones de diferentes alturas.

El dispositivo será diseñado para una cama con una altura de 50 centímetros (corresponde con la altura del colchón y su soporte) y con unas dimensiones de la cama de 180 centímetros de largo y 90 centímetros de ancho. Estas medidas corresponden con las dimensiones mínimas esperadas de la cama del paciente.

## 6.1. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

El término antropometría proviene del griego anthropos (hombre) y metrikos (medida) y trata del estudio cuantitativo de las características físicas del hombre. Actualmente es la ciencia que estudia el cuerpo humano y las diferentes medidas que puede tener, diferenciando entre edades, género, etc.

La antropometría permite un correcto diseño de los equipos y su adecuada distribución, permitiendo configurar las características geométricas del puesto, un buen diseño del mobiliario, de las herramientas manuales, de los equipos de protección, etc.

Existen dos tipos de antropometría: La estática y la dinámica. La primera es aquella cuya misión es medir las dimensiones estáticas, o lo que es lo mismo, aquellas dimensiones en la que el cuerpo está en una posición fija. La antropometría dinámica se encarga de las medidas realizadas a partir de movimientos asociados determinadas actividades. Para este proyecto se ha utilizado las medidas antropométricas estáticas.

FAAC / UNESP / BAURU		Homens			Mulheres		
		% 05	% 50	% 95	% 05	% 50	% 95
<b>Dimensões dos Segmentos Corpóreos Humanos</b>							
01	Estatura	159	171	182	149	160	170
02	Altura Piso - Ombros	132	142	152	123	133	143
03	Altura Piso – Olhos	151	161	172	141	151	161
04	Altura Assento – Cabeça	82	88	93	76	83	89
05	Altura Assento – Ombro	54	58	63	46	54	59
06	Profundidade do Tórax	23	26	29	21	25	32
07	Profundidade do Abdome	19	22	26	17	21	26
08	Largura do Tórax	26	29	34	-	-	-
09	Largura do Bidelhoide (ombros)	39	43	47	34	38	42
10	Distância alcance frontal máximo	69	76	83	62	71	79
11	Comprimento do Braço	33	36	40	-	-	-
12	Comprimento intercular Ombro – Cotovelo	24	29	32	-	-	-
13	Comprimento intercular Cotovelo – Punho	23	25	28	-	-	-
14	Comprimento Cotovelo - Ponta do dedo médio	45	49	55	36	43	50
15	Comprimento intercular Joelho – Maleolo	35	40	44	-	-	-
16	Altura Assento – Coxa	12	14	17	11	14	17
17	Altura Piso – Poplíteia	34	44	55	36	40	44
18	Altura Piso – Joelho	50	54	58	49	54	59
19	Distância Nádega – Poplíteia	43	48	53	42	47	52
20	Distância Nádega – Joelho	55	60	65	52	58	63
21	Largura do Quadril	30	34	38	31	36	41
22	Altura entre pernas	76	80	87	66	73	80
23	Altura da Cabeça a partir do queixo	21	23	24	19	22	24
24	Largura da Cabeça	17	18	19	14	15	16
25	Profundidade da Cabeça	18	19	20	16	18	19
26	Comprimento do Pé	24	26	28	22	24	26
27	Largura do Pé	9	10	11	9	10	11
28	Largura do Calcâneo	6	7	8	6	6	7
29	Comprimento das mãos	18	19	20	16	17	19

Figura 3. Medidas antropométricas 1 [3]

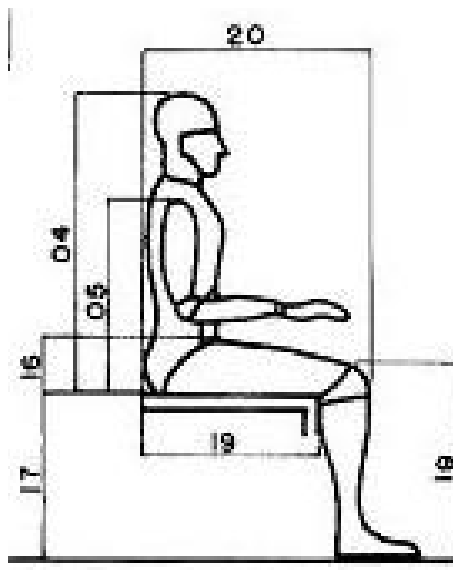


Figura 4. Medidas antropométricas 2 [4]

Estos datos han sido sacados de la página web [www.edfeportes.com](http://www.edfeportes.com). En ella se muestran los parámetros escogidos de torso para el diseño del dispositivo de asistencia e incorporación.

	04	16
	Cabeza- asiento	Coxis - asiento
Longitud	89 cm	17 cm
Diferencia	72 cm	

Tabla 1. Dimensiones antropométricas

Como datos de partida, para el estudio, se utilizaron la distancia desde la cabeza hasta el asiento y la distancia desde el coxis hasta el asiento (Ver tabla 1), la diferencia entre ambas es de 72 cm. Este dato permitirá un correcto diseño del brazo del dispositivo.



## 6.2. MOVIMIENTO BRAZO SUPERIOR

Después de analizar las diferentes camas articuladas eléctricas en el mercado y se observa que el ángulo de inclinación del plano del torso y cabeza varía entre 60 y 70 grados.

Se escoge el ángulo de 70 grados para la realización del proyecto para dar una mayor facilidad al paciente a la hora de incorporarse.

## 6.3. ACTUADOR

Uno de los elementos más importante del dispositivo de asistencia e incorporación es el elemento encargado de la elevación del brazo superior, el cuál irá conectado tanto a la columna como al brazo. Sin embargo, existen diferentes tipos de actuadores entre los que se encuentran:

-Actuador hidráulico:

La principal característica del actuador hidráulico es la capacidad para elevar grandes cargas con alta precisión, aunque para el presente diseño esto no es necesario debido a que únicamente se levanta el peso del paciente y además esta carga se reparte en dos dispositivos.

Este tipo de actuador tienen dimensiones grandes, las cuales no son compatibles con las medidas realizadas para el presente diseño. Por estos motivos se descarta el actuador hidráulico.

-Actuador neumático:

La diferencia del actuador neumático con el hidráulico es la capacidad para levantar menos carga, sin embargo, este actúa con mayor velocidad que el anterior. Este tipo de actuador se descarta porque sigue siendo un elemento con dimensiones que no son acordes a las de diseño.

-Actuador eléctrico:

El actuador eléctrico es un sistema que transforma la energía del movimiento rotatorio de un motor en movimiento de empuje o tracción. Este tipo de actuador está muy extendido en el manejo de diferentes cargas y tiene gran cantidad de aplicaciones industriales.

Este tipo de actuador presenta las mejores características para el diseño debido a la facilidad de sondear el mercado en busca de uno que se ajuste a las necesidades del proyecto como potencia necesaria o dimensiones que se ajusten al prototipo.

Analizando las características de cada actuador y teniendo en cuenta que el eléctrico es el que mejor se adapta al presente proyecto además de tener un menor coste energético que el resto, se decide por usar este tipo de actuador.

Después de realizar los cálculos previos pertinentes (*Anexo 1: Anexo de cálculos previos*) se obtiene una fuerza mayorada necesaria de 3500 N, este dato junto a las medidas estimada entre los pasadores de la columna con el brazo superior, permiten elegir un actuador mediante catálogos de fabricante.

Se estudian los diferentes catálogos de las siguientes empresas: MECVEL, LINAK y SKF. De entre todas las posibilidades se escoge el actuador CAHB-22E de 3500 N, de la marca SKF.



**Acero al carbono**

	S235	S275	S355
Densidad $kg/m^3$	7850	7850	7850
Módulo elástico $N/m^2$	$2,1 \times 10^{11}$	$2,1 \times 10^{11}$	$2,1 \times 10^{11}$
Módulo cortante $N/m^2$	$7,9 \times 10^{10}$	$7,9 \times 10^{10}$	$7,9 \times 10^{10}$
Límite elástico $N/m^2$	$2,35 \times 10^8$	$2,75 \times 10^8$	$3,35 \times 10^8$
Límite tracción $N/m^2$	$5.0 \times 10^8$	$5.0 \times 10^8$	$6.8 \times 10^8$

*Tabla 2. Propiedades del Acero*

### Aleación de aluminio

	6061
Densidad $kg/m^3$	2700
Módulo elástico $N/m^2$	$2,41 \times 10^{11}$
Módulo cortante $N/m^2$	$2.6 \times 10^{10}$
Límite elástico $N/m^2$	$6.2 \times 10^7$
Límite tracción $N/m^2$	$1.25 \times 10^8$

Tabla 3. Propiedades del aluminio

#### 6.4.2. TELA

En cuanto a la tela encargada de la incorporación del paciente, se decide utilizar poliéster. Este tipo de componente es ampliamente usado en el ámbito ortopédico debido a sus características: bajo coste económico, material resistente y elástico, resistente a bacterias, etc.

## 7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

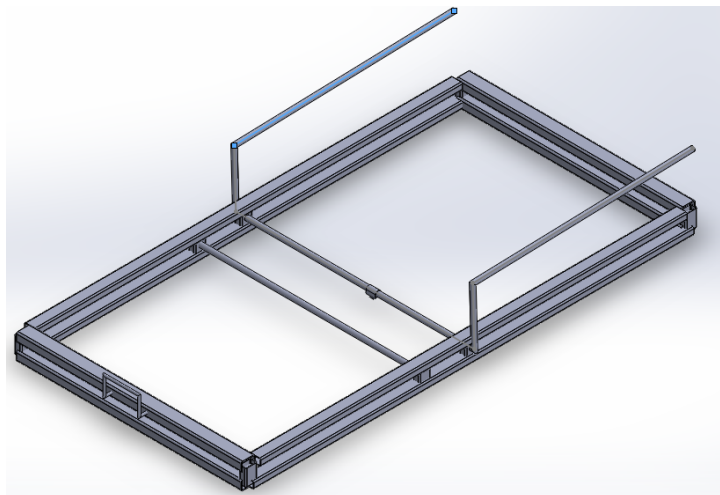
Para obtener los diferentes diseños planteados en el estudio preliminar de un dispositivo de asistencia e incorporación de personas se ha partido de dispositivos comerciales que presenten similitud en la funcionalidad que se busca. Además, este proceso de diseño ha ido presentando cambios en función de las necesidades y defectos que se han encontrado en diseños previos, al igual que la información que se obtiene de los análisis estructurales del dispositivo mediante su simulación que aporta para mejorar y encontrar un funcionamiento óptimo.

A continuación, se describen los diferentes cambios de diseño que ha tenido el dispositivo de asistencia e incorporación de personas. Estos cambios son justificados mediante análisis, aunque existen casos que no hace falta analizar resultados ya que los problemas han sido de ideas de diseños que se han considerado insuficientes, como el primer prototipo. En los prototipos se describe su funcionalidad y los diferentes componentes principales de cada uno.

Los estudios de tensiones y desplazamientos realizados se encuentran en el *Anexo 2: Anexo simulación Solidworks*.

## 7.1. PROTOTIPO 1

Con el primer diseño lo que se busca es simular la función de una cama articulada en la cual no fuese necesario el cambio de ningún componente de esta. Tanto el colchón como el canapé seguirían siendo válidos con la única incorporación de una estructura externa (intentando ser lo menos intrusiva posible para el paciente) y la cual sería accionada por un actuador lineal. Se trataría de un dispositivo que trabaja en dos planos en donde se eleva el plano superior que contiene el torso y la cabeza.



*Figura 7. Prototipo 1 [7]*

Consta de tres componentes básicos:

- Estructura principal.

Este se coloca entre el canapé y el colchón del paciente y su función es hacer de soporte del resto de componentes.

- Barra principal.

Se trata de una barra la cual es la responsable de incorporar al paciente con ayuda de un actuador lineal. Las dimensiones del largo de la barra tienen que ser mayores a las del colchón para que esta sobresalga por los laterales de la cama y debe tener una altura de tal forma que la barra en su estado de reposo coincida con la altura del colchón.

- Actuador lineal.

El último componente principal es el actuador lineal, un dispositivo que convierte el movimiento rotatorio de un motor en movimiento lineal. Este elemento al no ser parte del diseño de la estructura se obtiene de algún fabricante según los intereses de diseño.

- Otros componentes.

Para el correcto funcionamiento de este dispositivo sería necesario otros componentes como la tela que va unida a la barra principal (sobre la que reposaría el paciente para poder incorporarse) o la pieza conjunta con la barra sobre la que ejerce el actuador su fuerza.

**Problemas de diseño**

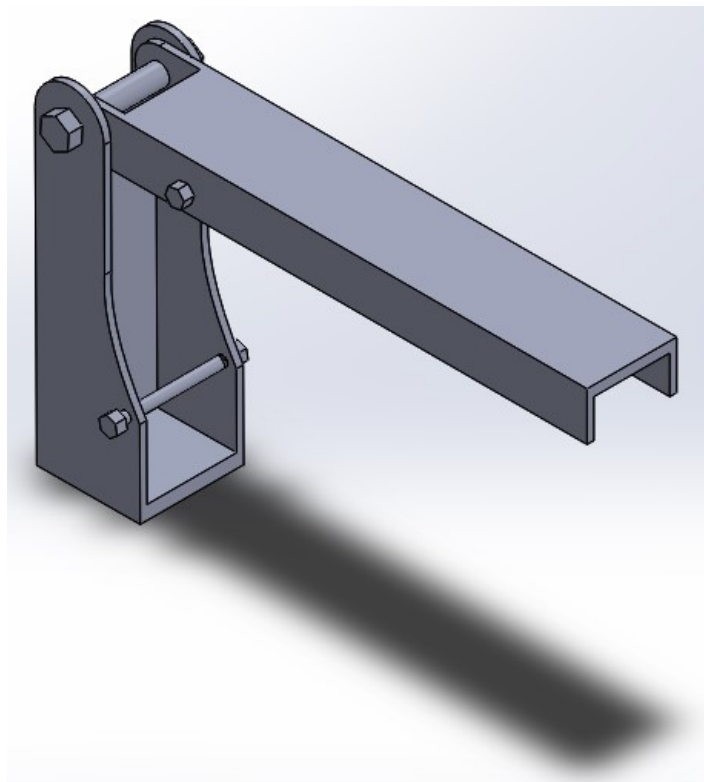
Se decide descartar este primer prototipo debido a un diseño que se considera insuficiente tanto por funcionalidad como por dimensiones del dispositivo. Se considera que no es necesario realizar simulaciones de tensiones y desplazamientos.



## 7.2. PROTOTIPO 2

El diseño anterior presentaba el problema de dimensiones y funcionalidad y es por lo que para este segundo se opta por un diseño con dos brazos iguales, de tal forma que la estructura del dispositivo de asistencia e incorporación será externa en su totalidad a la cama del paciente.

La elevación del paciente se realiza mediante una tela, cuyo material se especifica más adelante, la cual va conectada en ambos brazos y con la elevación de estos el paciente puede incorporarse. Al realizar el diseño de dos dispositivos elevadores se consigue un reparto equitativo del peso y por tanto esfuerzos menores.



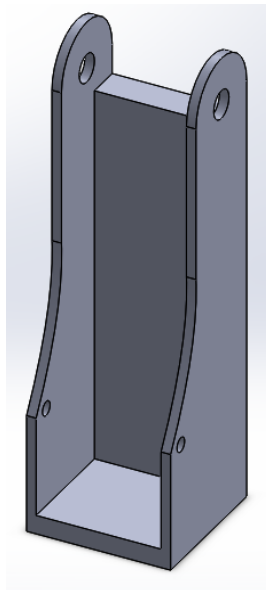
*Figura 8. Prototipo 2 [8]*

A continuación, se explican los diferentes componentes que presenta el dispositivo:

### -Columna

Este miembro estructural soporta el peso del resto de componentes y las fuerzas ejercidas por estos. Para el diseño se toma como referencia los diferentes elementos de una grúa hidráulica, es por lo que presenta una forma hueca en su interior de manera que se busca un menor peso de la estructura, así como un ahorro en material. Además, debido al actuador que acciona el brazo superior, conviene que presente forma hueca para su colocación en el dispositivo, pero sin olvidar la estabilidad del conjunto.

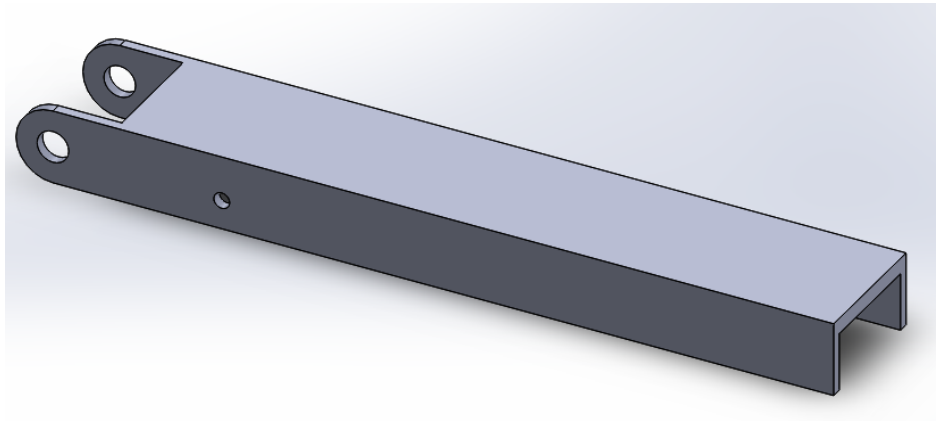
La estructura presenta 4 orificios que corresponden con las zonas de unión con el resto de los componentes mediante pasadores. Estas uniones son de la columna con el brazo superior y el actuador.



*Figura 9. Columna prototipo 2 [9]*

### -Brazo superior

Este elemento está unido a la columna y es el encargado de elevar al paciente a través de la fuerza ejercida por el pistón. Presenta 4 orificios para pasantes al igual que la columna y corresponden con la zona de unión entre columna-brazo y otra zona de unión con el actuador. Su diseño en forma de U se busca facilitar la unión con el actuador además del menor peso posible.



*Figura 10. Brazo superior prototipo 2 [10]*

#### -Actuador

Es el conjunto encargado de producir la fuerza necesaria para elevar el brazo superior y también el paciente. Se obtiene de catálogos comerciales.

#### - Otros componentes.

Entre los componentes están los diferentes pasadores para la correcta unión de elementos o la tela unida a ambos brazos para la elevación del paciente.

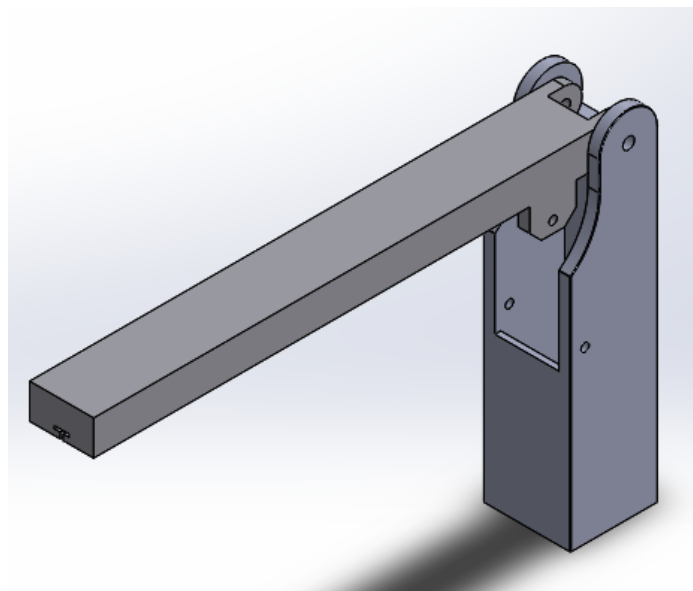
#### **Problemas de diseño**

Con este diseño se busca evitar la estructura de grandes dimensiones que tenía el primer prototipo y por eso se diseñan dos brazos mecánicos externos a la cama del paciente. Sin embargo, siguen existiendo diferentes problemas en el diseño que hace que se descarte este prototipo.

El principal problema es la unión del brazo superior con la tela, ya que debido al diseño está podría interferir con el actuador lineal.

### **7.3. PROTOTIPO 3**

En este tercer prototipo se mantiene la idea de dos brazos superiores que elevan al paciente para así mantener el dispositivo totalmente externo a la cama. Existen cambios significativos en el brazo superior y también hay modificaciones en la columna, aunque la forma de funcionamiento sigue siendo la misma que el prototipo 2.



*Figura 11. Prototipo 3 [11]*

A continuación, se van a explicar los diferentes componentes que presenta el dispositivo y más adelante se darán las dimensiones exactas en los diferentes planos.

### -Columna

El único cambio respecto al prototipo anterior es la distancia existente entre los pasadores que sujetan al actuador, pues se reduce considerablemente optando por el uso de un actuador más compacto.

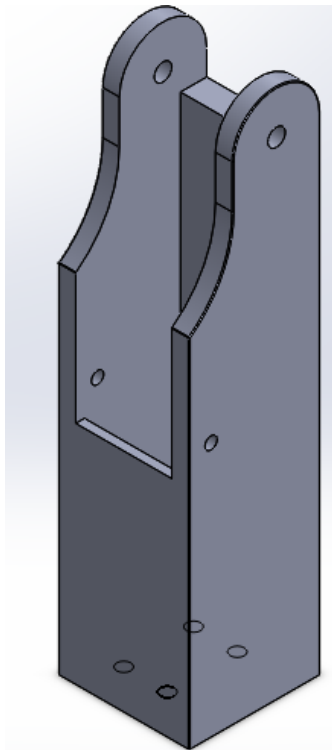


Figura 12. Columna prototipo 3 [12]

### -Brazo superior

Este componente presenta el mayor cambio respecto al prototipo anterior. Esto se debe principalmente a los problemas de diseño para encontrar una forma sencilla y eficiente de unir la tela encargada de elevar al paciente.

Como solución se propone cambiar el diseño del brazo en forma de U a un brazo con sección rectangular. Este cambio permite realizar un mecanizado de la pieza en forma de T ( ver figura 13) para acoplar la pieza auxiliar encargada de la unión con la tela.

En el apartado 6.1. *Medidas antropométricas* se indica que las medidas mínimas necesarias para la tela son 72 cm. Por ello, el mecanizado en forma de T presenta una profundidad de 75 cm, de tal forma que se deja una pequeña distancia de seguridad.

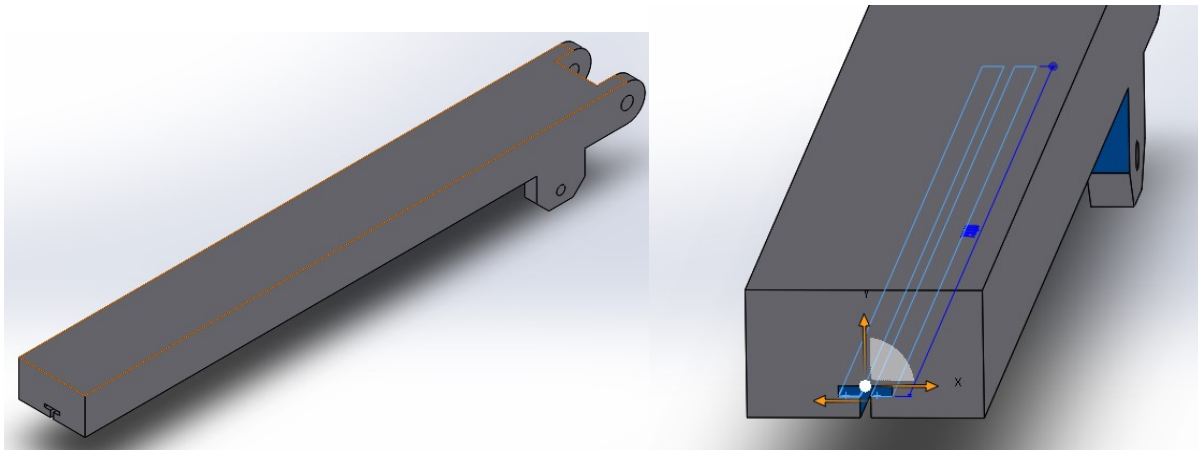


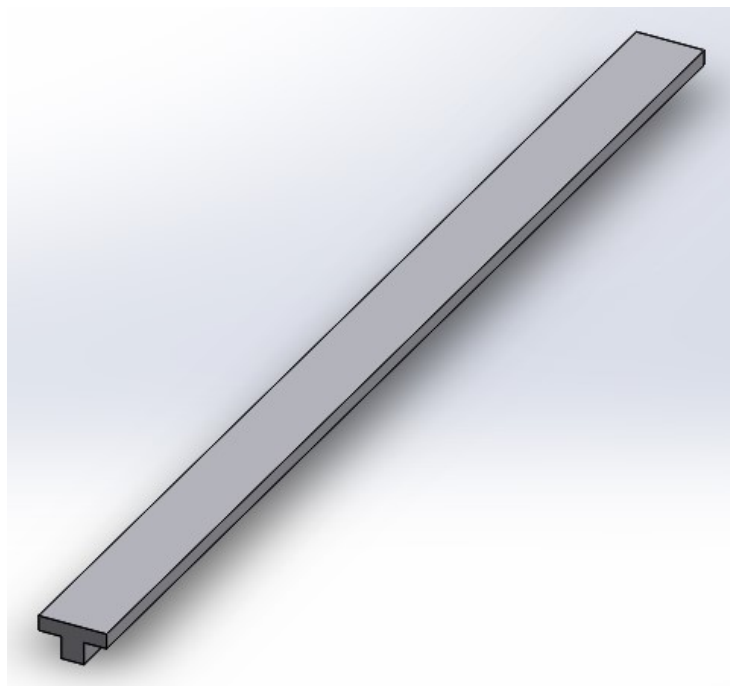
Figura 13. Brazo superior prototipo 3 [13]

#### -Pieza auxiliar

Este componente se encarga de la unión entre el brazo superior y la tela encargada de la incorporación del paciente. Se trata de una pieza mecanizada en forma de T que presenta una serie de tornillos en su parte inferior para poder realizar la unión Tela – Brazo.

Se decide crear esta pieza auxiliar para evitar una posible rotura en la unión entre ambos componentes y, por tanto, estar obligados a cambiar la pieza del brazo superior en su totalidad. Con este diseño en caso de rotura únicamente se cambia esta pieza auxiliar.

Para la unión de la tela con la pieza auxiliar se hace uso de dos componentes: tornillos con ojo (DIN 580) y mosquetones. El primer componente se encuentra en la zona inferior de la pieza atornillado, mientras que el mosquetón se encarga de unir la tela con dichos tornillos con ojos.



*Figura 14. Pieza auxiliar prototipo 3 [14]*

#### -Orejas de sujeción

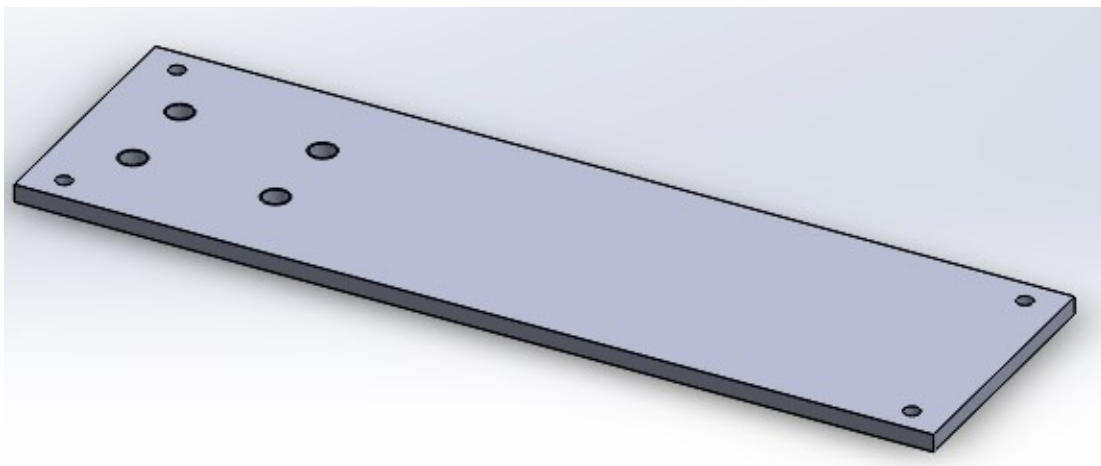
Para la unión del actuador con el brazo superior se propone dos orejas de sujeción que van soldadas en sus extremos (*ver figura 13*).

### -Actuador

Es el conjunto encargado de producir la fuerza necesaria para elevar el brazo superior y también el paciente. Se obtiene de catálogos comerciales.

### - Base

Este componente se diseña ante la necesidad de darle estabilidad al dispositivo de incorporación. (ver punto 7.6: *análisis vuelco de la estructura*). Presenta un diseño sencillo en forma rectangular y va unida a cuatro pies fijos de espiga. A su vez se une a la columna mediante tornillos con esfuerzos a tracción (ver *Anexo 1: Anexo de cálculos previos*).



*Figura 15. Base prototipo 3 [15]*

### - Otros componentes.

Entre los componentes están los diferentes pasadores para la correcta unión de elementos, la tela unida a ambos brazos para la elevación del paciente, así como los tornillos y mosquetones, o los diferentes tornillos que se encargan de la unión columna-base.



## **Análisis**

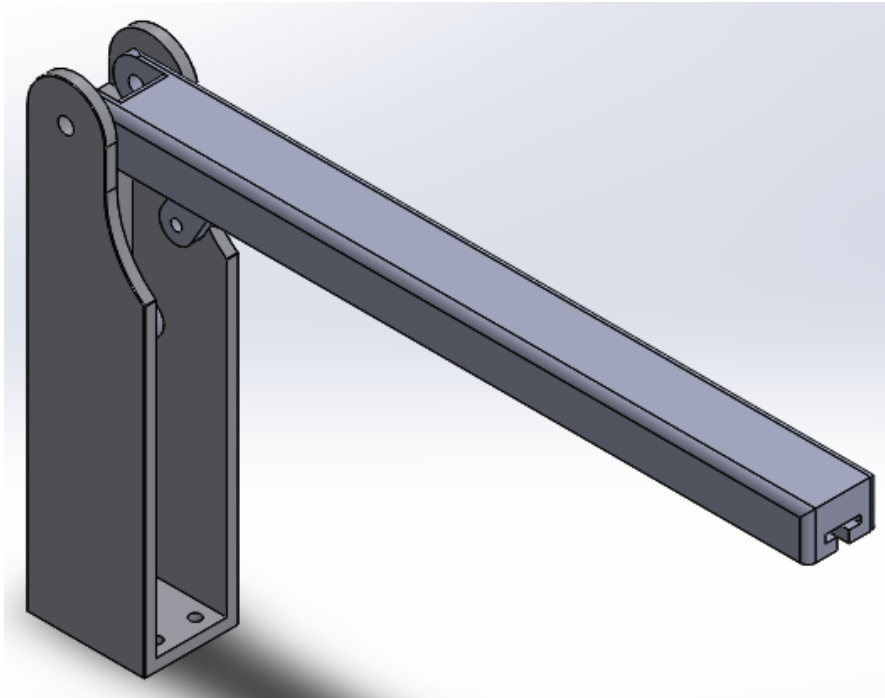
Los análisis de tensiones y desplazamiento realizados se encuentran en el *Anexo 2: Anexo de simulación en Solidworks*.

A pesar de que el dispositivo cumple con los límites establecidos de tensión y desplazamiento se proponen los siguientes cambios con la intención de optimizar el diseño:

- Una reducción en el espesor de la columna.
- Eliminar la parte frontal de la columna para facilitar la instalación del dispositivo (unión atornillada entre la columna y la base).
- Cambiar la forma de unión de los pasadores en la columna y brazo superior por orejas de sujeción, con dimensiones en función de la necesidad del proyecto, las cuales irán soldadas.

#### 7.4. PROTOTIPO 4

Se continúa con la línea de diseño del prototipo anterior, pero intentando optimizar los materiales al máximo. Por tanto, los elementos que compongan el prototipo 4 serán los mismos que el prototipo 3 con modificaciones.



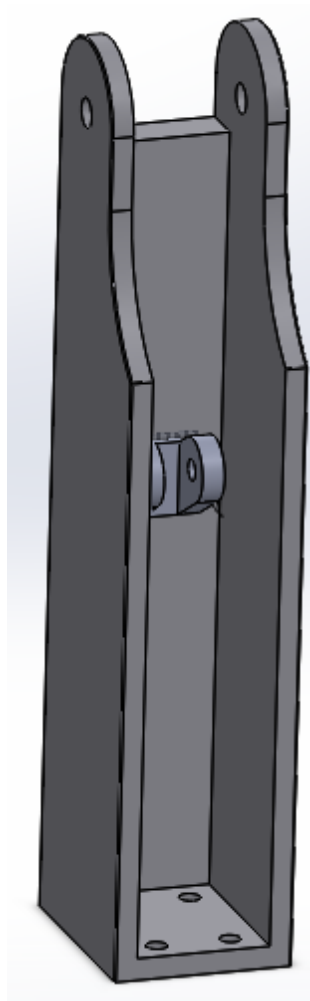
*Figura 16. Prototipo 4 [16]*

##### -Columna.

La columna es el elemento que más modificaciones ha tenido. En primer lugar, se decide cambiar las dimensiones de la columna de 15 x 15 cm a 15 x 12 cm, cambiando las medidas frontales del elemento. A su vez, se considera la opción de eliminar la parte frontal para facilitar la instalación y limpieza del dispositivo.

En cuanto al espesor, como la estructura soporta los esfuerzos y no se acerca a su límite elástico se reduce el espesor de 2 cm a 1.5 cm.

Por último, se eliminan los orificios para pasadores de la estructura en favor de orejas de sujeción que van soldadas en el interior.



*Figura 17. Columna prototipo 4 [17]*

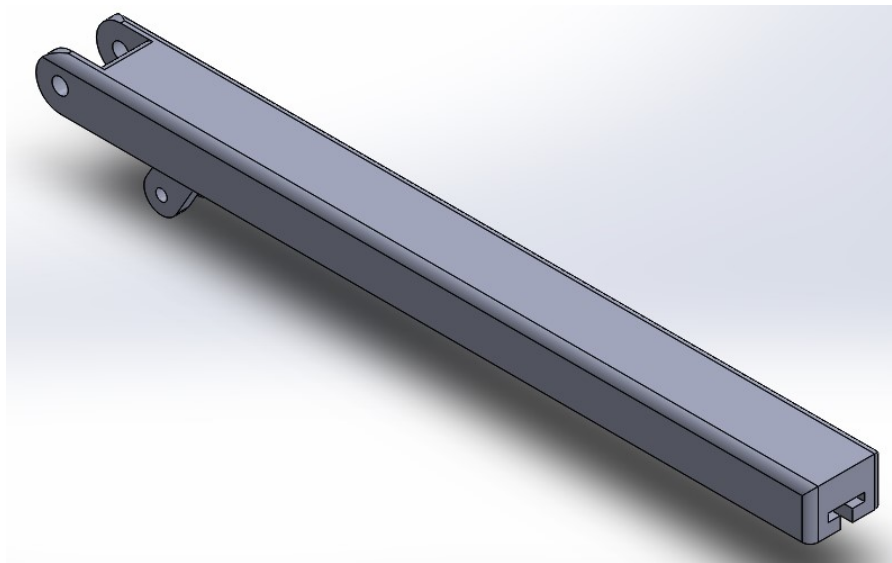
-Brazo.

El principal cambio en el brazo superior se da en la unión entre actuador-brazo. Se sustituye las dos piezas soldadas en los extremos por una única pieza la cual irá soldada en la cara inferior del brazo.

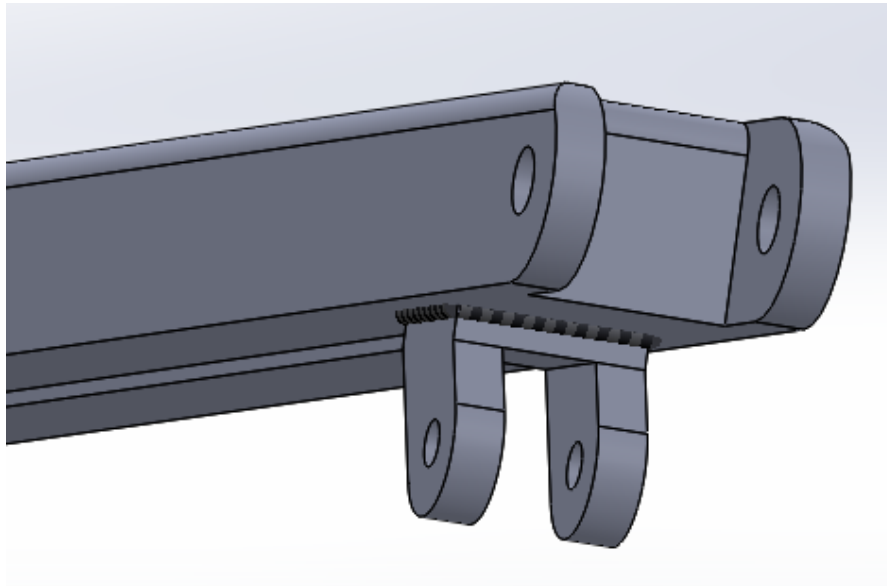
Con esto se pretende no utilizar pasadores tan largos, así como no interferir entre el actuador y la tela para la incorporación.

Se reduce el espesor de la zona de unión de pasadores entre la columna y el brazo, pasando de 2 cm a 1.5 cm

Por último, se decide ampliar la zona donde se ejerce la fuerza del paciente, más concretamente la extrusión realizada en forma de T.



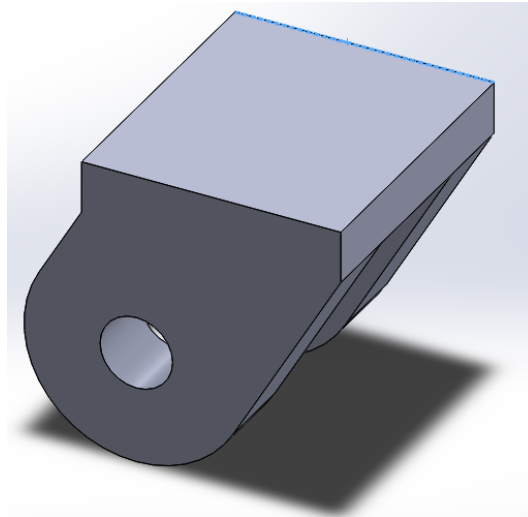
*Figura 18. Brazo superior prototipo 4 [18]*



*Figura 19. Vista trasera brazo superior prototipo 4 [19]*

-Orejas de sujeción.

Para el diseño del prototipo 4 se propone un conjunto de dos orejas de sujeción las cuales van soldadas a la columna y al brazo. Sus medidas estarán en función de las consideraciones de diseño del actuador y brazo superior.



*Figura 20: Oreja de sujeción [20]*

#### -Otros componentes.

El resto de componente se mantienen del prototipo anterior.

Por temas de seguridad se aplica un redondeo a todas las aristas de la columna y brazo.

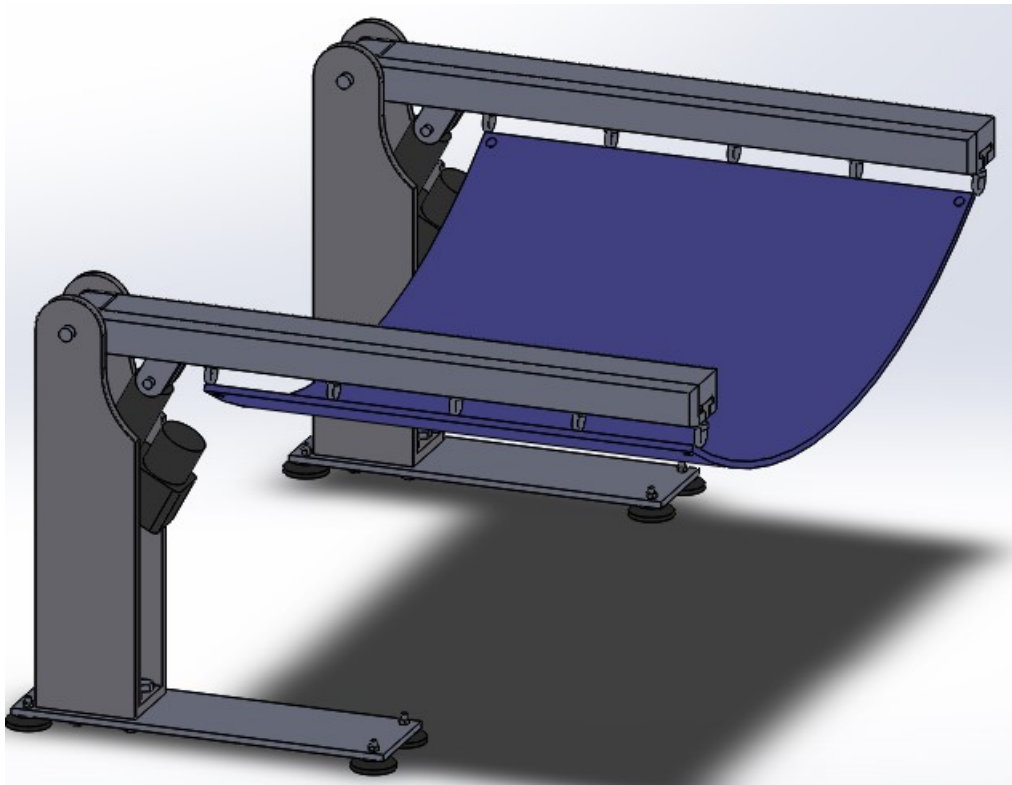
#### **Análisis**

Los análisis de tensiones y desplazamiento realizados se encuentran en el *Anexo 2: Anexo de simulación en Solidworks*.

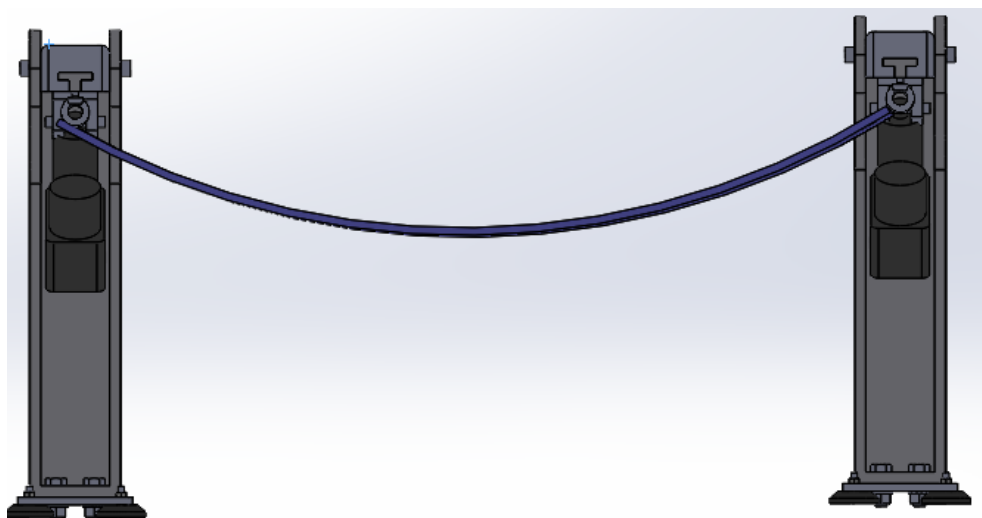
Después de analizar los resultados obtenidos y comprobar que cumple con todos los requisitos de diseño de tensiones y desplazamiento se decide por dar por bueno el diseño propuesto y por tanto ser el diseño final.

## 7.5. DISEÑO FINAL

Después de un proceso de cambios y mejoras en los diferentes prototipos se decide que el prototipo 4 es el diseño final. A continuación, se muestra un diseño completo del prototipo final, en donde se incluyen los elementos que no han sido diseñados para los análisis pertinentes.



*Figura 21: Dispositivo completo [21]*



*Figura 22: Vista frontal dispositivo completo [22]*

El prototipo escogido presenta las siguientes características:

**Dimensiones básicas (Con todos los elementos instalados)**

- Altura del prototipo: 63.5 cm.
- Ancho del prototipo:
  - Base (distancia entre pies fijos): 57.9 cm.
  - Brazo superior (distancia del pie trasero al final del brazo superior): 102 cm
- Profundidad del prototipo: 18.4 cm.
- 

**Altura de funcionamiento:**

Los tornillos con ojo (DIN 588) encargados de sujetar la tela se encuentran a una altura del suelo de 53 centímetros.

**Materiales:**

Se utiliza acero S235 para las piezas mecanizadas y poliéster para la tela encargada de la elevación del paciente.

**Actuador:**

El actuador escogido es el CAHB - 22E de 3500 N.





*Figura 23: Actuador lineal CAHB -22E [23]*

A continuación, se muestra los diferentes componentes que conforman el dispositivo mediante un despiece del conjunto. En el *Anexo IV: Planos* se especifica los tipos de componentes, así como sus materiales.

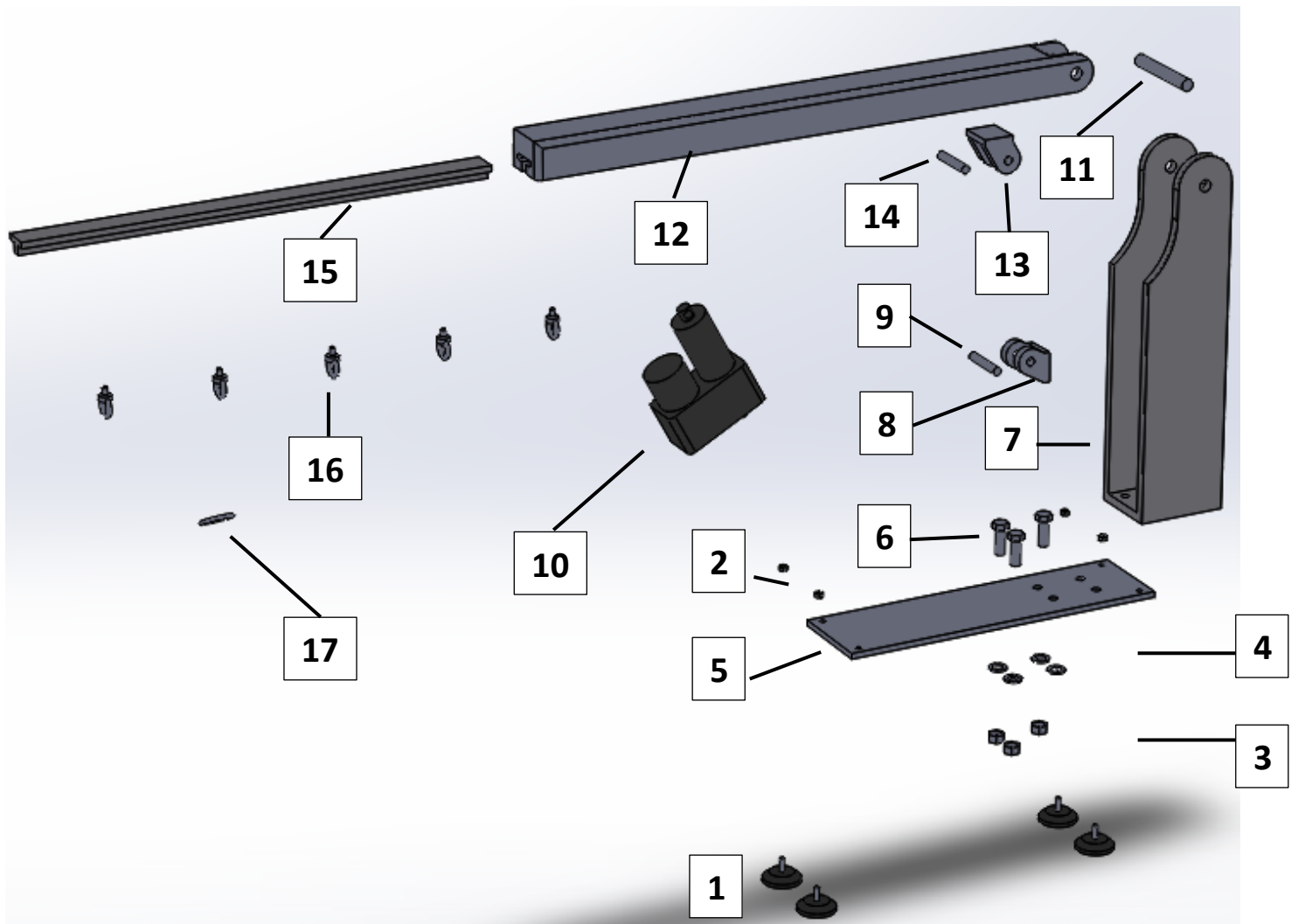


Figura 24: Vista explosionada Prototipo 4 [24]

<b>Tabla componentes</b>			
<b>1</b>	Pie de apoyo	<b>10</b>	Actuador lineal
<b>2</b>	Tuerca hexagonal pie	<b>11</b>	Pasador columna-brazo
<b>3</b>	Tuerca hexagonal base	<b>12</b>	Brazo
<b>4</b>	Arandela base	<b>13</b>	Soporte superior
<b>5</b>	Base	<b>14</b>	Pasador soporte superior
<b>6</b>	Tornillo hexagonal base	<b>15</b>	Pieza sujeción
<b>7</b>	Columna	<b>16</b>	Tornillo con ojo
<b>8</b>	Soporte inferior	<b>17</b>	Mosquetón
<b>9</b>	Pasador soporte inferior		

*Tabla 4. Elementos conjunto explosionado*

## 7.6. ANÁLISIS VUELCO DE LA ESTRUCTURA

Para el cálculo de las dimensiones de la base que soportará el dispositivo, se realiza un análisis para comprobar que no existirá posibilidad de vuelco de la estructura diseñada. Para ello se realiza un ensamblaje del dispositivo de asistencia e incorporación, excluyendo los componentes que por razones de tamaño y peso no influyen en este factor, y se estudia el centro de gravedad del conjunto. Se estudia el caso del brazo en posición horizontal pues es el caso más desfavorable para la estructura.

Debido a las limitaciones de Solidworks, no es posible simular el centro de gravedad con la fuerza aplicada debido a la carga de 60 kg (ejercida en cada uno de los brazos). Por esta razón se decide incluir en el ensamblaje una pieza de 75 centímetros de largo, coincidiendo con la longitud de la extrusión en T en donde es aplicada la fuerza que ejerce el paciente. Esta pieza tiene un peso de 60

kg, con lo que se busca conseguir un centro de gravedad lo más cercano a la realidad imitando las condiciones de funcionamiento.

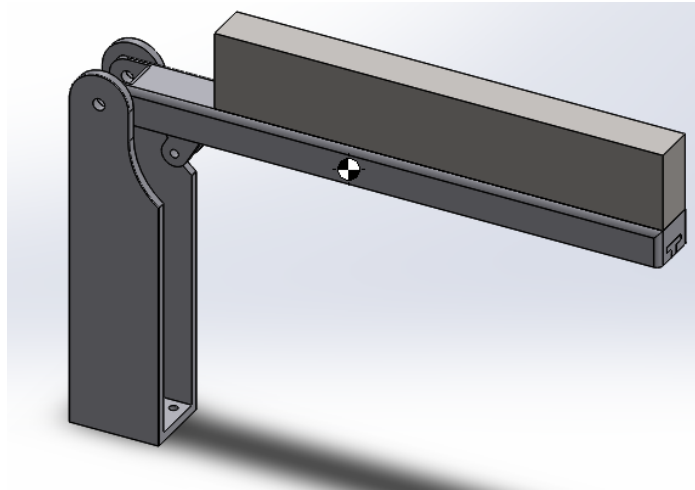


Figura 25: Carga de 60 kg [25]

De aquí en adelante se ocultará dicha pieza, aunque seguirá cumpliendo su función.

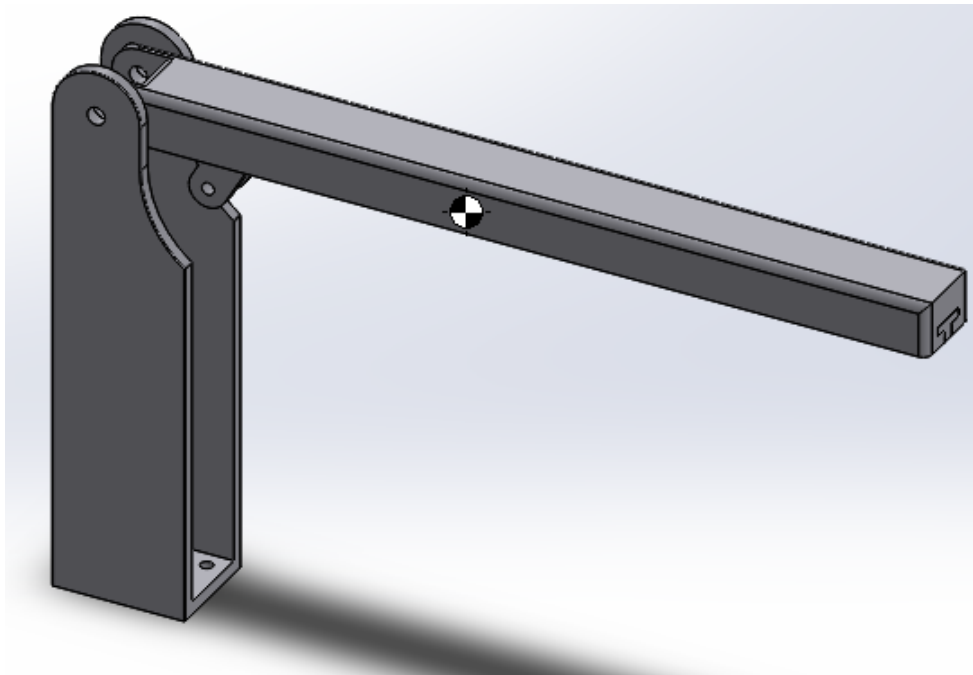


Figura 26: Carga de 60 kg oculta [26]

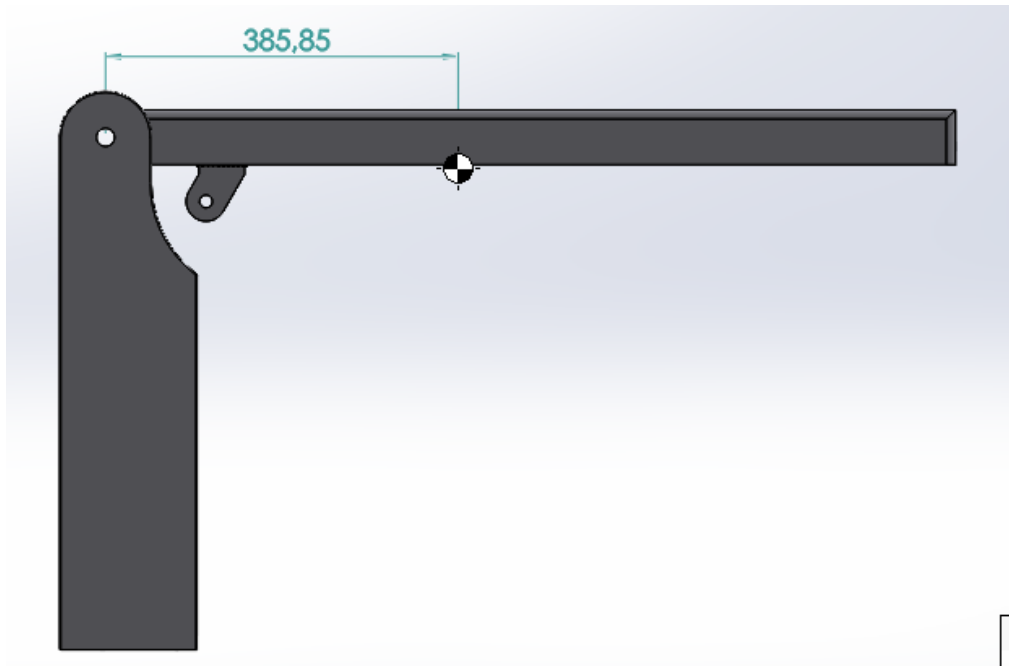


Figura 27: Distancia horizontal desde el eje hasta el centro de gravedad [27]

Como se observa en la *figura 27*, el centro de gravedad queda aproximadamente a 386 cm del centro de la base del dispositivo.

Se tiene que comprobar que el momento producido por el peso del paciente no sea superior al momento producido por la propia base y por tanto no exista riesgo de vuelco. Para que no se produzca esta situación, el centro de gravedad del conjunto debe quedar situado entre los apoyos de la base. Por tanto, se proponen las siguientes dimensiones de la base para cumplir con esta condición:

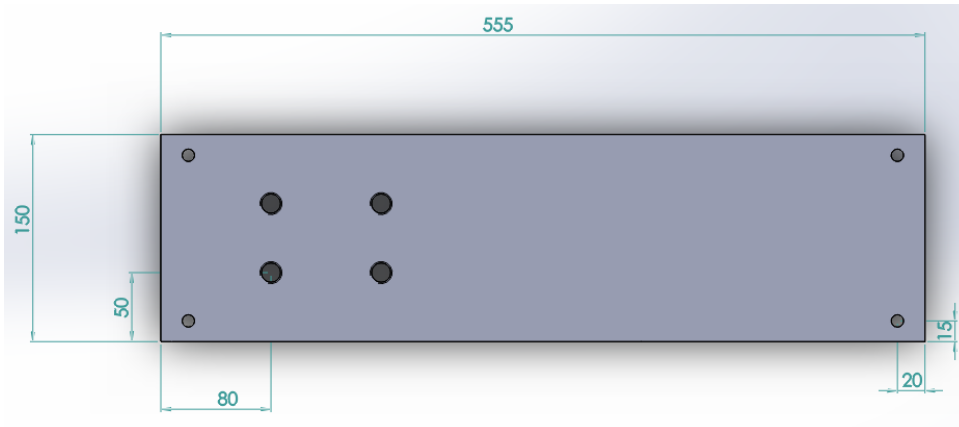


Figura 28: Dimensiones base [28]

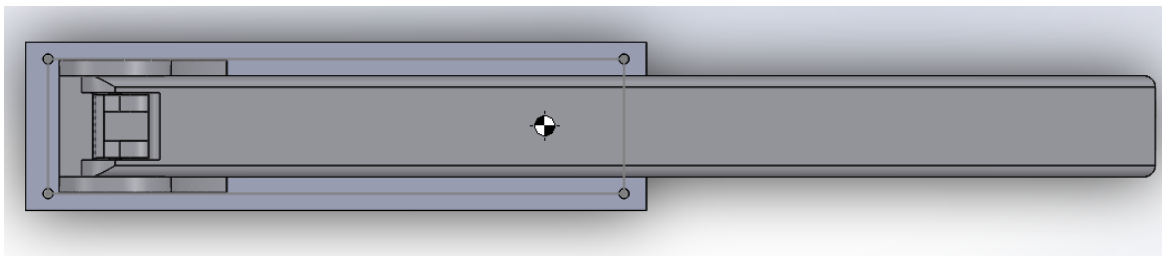


Figura 29: Planta prototipo 4 [29]

Como se observa en la *figura 29* correspondiente con la vista de planta del dispositivo, el centro de gravedad queda dentro del límite que marcan los apoyos.

Se confirma que con el diseño de la base se consigue un dispositivo estable ante un posible vuelco.

## 7.7. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El presupuesto se divide en tres partidas: piezas diseñadas, elementos de sujeción y los mecanismos de elevación. El presupuesto total es de 2166.56 €.

	Presupuesto total	
	Precio/partida	Presupuesto total (€)
Piezas diseño propio	1301,18	2166,56
Elementos de sujeción	65,38	
Actuador lineal	800	



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**ESTUDIO PRELIMINAR DE UN DISPOSITIVO DE ASISTENCIA E  
INCORPORACIÓN DE PERSONAS CON PROBLEMAS DE MOVILIDAD**

## **ANEXO I: CÁLCULOS ANALÍTICOS**

ALUMNO: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ

TUTORES: ROSA NAVARRO TRUJILLO

SEPTIEMBRE, 2021





## ÍNDICE

<b>0. OBJETO .....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2. ELECCIÓN ACTUADOR.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 CÁLCULO DE LA FUERZA NECESARIA DEL ACTUADOR .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1 CÁLCULO CON 0º .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.2. CÁLCULO CON 35º .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.2. CÁLCULO CON 70º .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 CONCLUSIONES.....</b>	<b>9</b>
<b>3. RANGO DE MOVIMIENTO .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 CARRERA NECESARIA .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.1 POSICIÓN 0º .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.2 POSICIÓN 70º .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>4. CÁLCULOS .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1. NUEVA FUERZA ACTUADOR .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1.1. CÁLCULO CON 0º .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1.2. CONCLUSIONES .....</b>	<b>13</b>
<b>4.2- CÁLCULO DE REACCIONES .....</b>	<b>13</b>
<b>4.2.1.- BRAZO SUPERIOR .....</b>	<b>14</b>
<b>4.2.2.- COLUMNA .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3.- DIMENSIONES OREJAS SUJECIÓN .....</b>	<b>24</b>
<b>4.4.- CÁLCULO TORNILLO UNIÓN BASE.....</b>	<b>26</b>

## ÍNDICE FIGURAS

<b>FIGURA 30.</b> Medidas del dispositivo	4
<b>FIGURA 31.</b> Esquema brazo superior 0º	6
<b>FIGURA 32.</b> Esquema brazo superior 0º	7
<b>FIGURA 33.</b> Esquema brazo superior 35º	8
<b>FIGURA 34.</b> Distancia oreja de sujeción (aplicación fuerza actuador)	10
<b>FIGURA 35.</b> Ajuste de la distancia del pasador inferior	11
<b>FIGURA 36.</b> Nuevas medidas brazo superior	12
<b>FIGURA 37.</b> Esquema brazo superior	13
<b>FIGURA 38.</b> Esquema simplificado brazo superior	15
<b>FIGURA 39.</b> Esquema simplificado brazo superior	17
<b>FIGURA 40.</b> Esquema simplificado columna	19
<b>FIGURA 41.</b> Esquema simplificado columna	22
<b>FIGURA 42.</b> Oreja de sujeción	24
<b>FIGURA 43.</b> Vista superior de la base	26
<b>FIGURA 44.</b> Tensiones ejercidas en la unión Base-Columna	27

## ÍNDICE TABLAS

<b>TABLA 5.</b> Área resistente de tornillos más usuales	28
<b>TABLA 6.</b> Valores nominales del límite elástico y resistencia a tracción	29
<b>TABLA 7.</b> Valores del coeficiente de seguridad	29

## 0. OBJETO

Este anexo tiene como objeto los cálculos necesarios para el diseño del “DISPOSITIVO DE ASISTENCIA E INCORPORACIÓN DE PERSONAS”

## 1. INTRODUCCIÓN

Para poder llevar a cabo el proyecto del dispositivo de asistencia e incorporación de personas hace falta un prediseño para escoger el tipo de actuador necesario, así como las características de este para el correcto funcionamiento del dispositivo.

En primer lugar, se realiza un cálculo previo en donde se determina el valor de la fuerza necesaria para levantar el brazo superior y por tanto elevar al paciente hasta la posición máxima de 70°. Una vez conocidas las características del actuador se realiza un estudio de su rango de movimiento y estimación de la carrera necesaria para comprobar que realmente el actuador escogido cumple con las condiciones de diseño esperadas.

El cálculo previo que se presenta a continuación corresponde con el prototipo 3 y se realiza bajo las siguientes medidas previas del dispositivo. Todas las medidas son en milímetros.

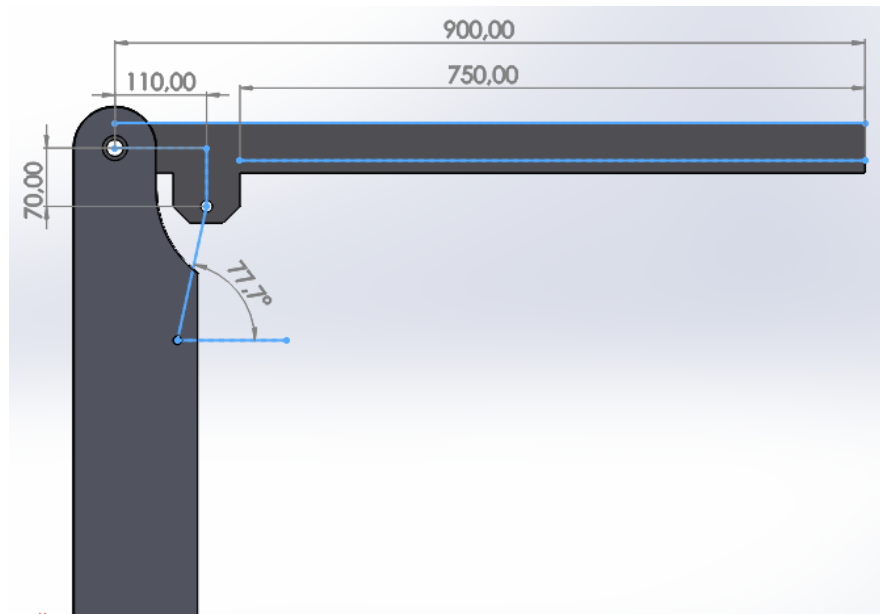


Figura 30: Medidas del dispositivo [30]

La cota de 750 milímetros corresponde con la medida de la extrusión en forma de T del brazo superior.

Por último, se procede al cálculo de reacciones y momentos, tanto en el brazo superior como en la columna para calcular las dimensiones previas de las sujeciones para pasadores que irán soldadas, así como el cálculo a tracción de los tornillos que unen la columna con su base.

## 2. ELECCIÓN ACTUADOR

### 2.1 CÁLCULO DE LA FUERZA NECESARIA DEL ACTUADOR

Para el cálculo previo del dispositivo se ha escogido una carga total de 120 kg. Este peso se ejerce en el brazo superior y el actuador es el encargado de ejercer la fuerza necesaria para elevarlo desde su posición de reposo (0°) hasta la posición necesaria para la incorporación del paciente (70°).

La fuerza que se ejerce por la carga sobre el brazo viene dada por:

$$F = 120 \text{ kg} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1176 \text{ N}$$

El dispositivo está formado por dos brazos idénticos y actuadores con características iguales, por tanto, la carga se divide entre ellos y se obtiene:

$$F = \frac{1176 \text{ N}}{2} = 588 \text{ N}$$

Para los cálculos se simplifica el modelo de 3D a un esquema sencillo en 2D que permita un mejor entendimiento y visualización de este.

Para el cálculo de la fuerza ejercida por el actuador se realiza un análisis estático de fuerzas únicamente del brazo superior con algunas simplificaciones:

- La fuerza ejercida por la carga del paciente se trata como una carga puntual en vez de carga distribuida.
- No se incluye en el cálculo el peso propio de la estructura.

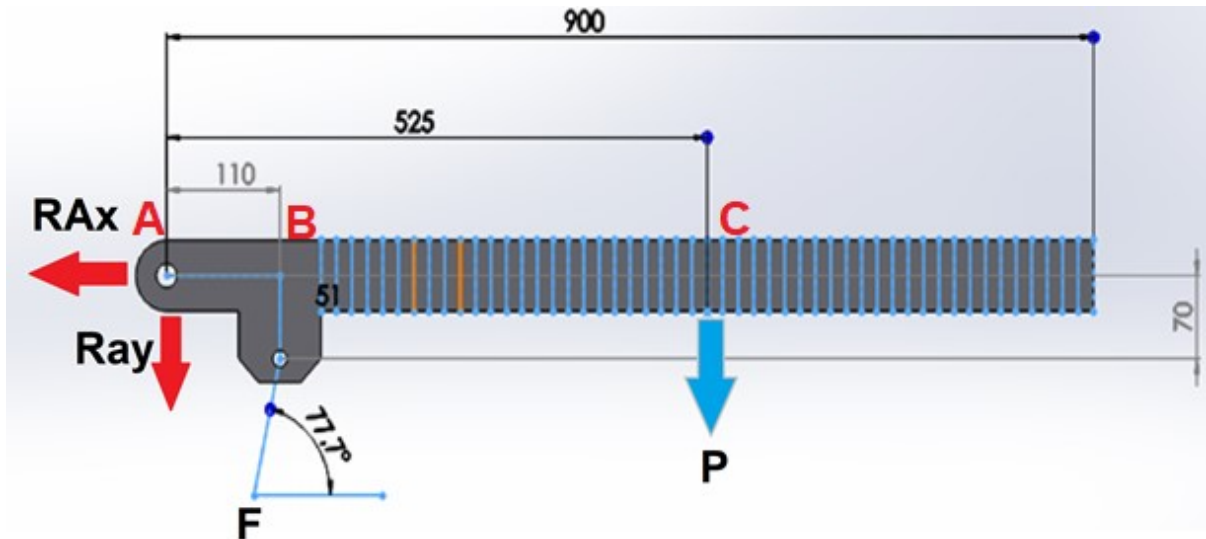


Figura 31: Esquema brazo superior 0° [31]

El punto de unión entre ambos brazos (a) se trata como apoyo fijo. Las fuerzas son ejercidas en los puntos B y C y corresponden con la fuerza que realiza el actuador (F) y la carga que soporta el brazo debido al peso del paciente (P). El rayado en el brazo simboliza la profundidad de la extrusión en T y el valor de 525 mm corresponde con la distancia desde el punto de apoyo hasta donde se ejerce la fuerza puntual P.

El estudio se realiza con el brazo en tres posiciones diferentes con lo que se busca ver la posición más desfavorable y en la que ejerce una fuerza mayor para escoger un actuador acorde a las necesidades. La primera de las posiciones corresponde con el brazo en posición de reposo formando un ángulo de 0° con la horizontal. El segundo punto se da cuando el brazo se encuentra en la mitad del recorrido a realizar. Por último, el paciente se incorpora cuando el brazo superior tiene un ángulo de 70° con la horizontal.

### 2.1.1 CÁLCULO CON 0º

Para el análisis en estático solo se tiene en cuenta el sumatorio de momentos de las siguientes expresiones:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum M_a = 0$$

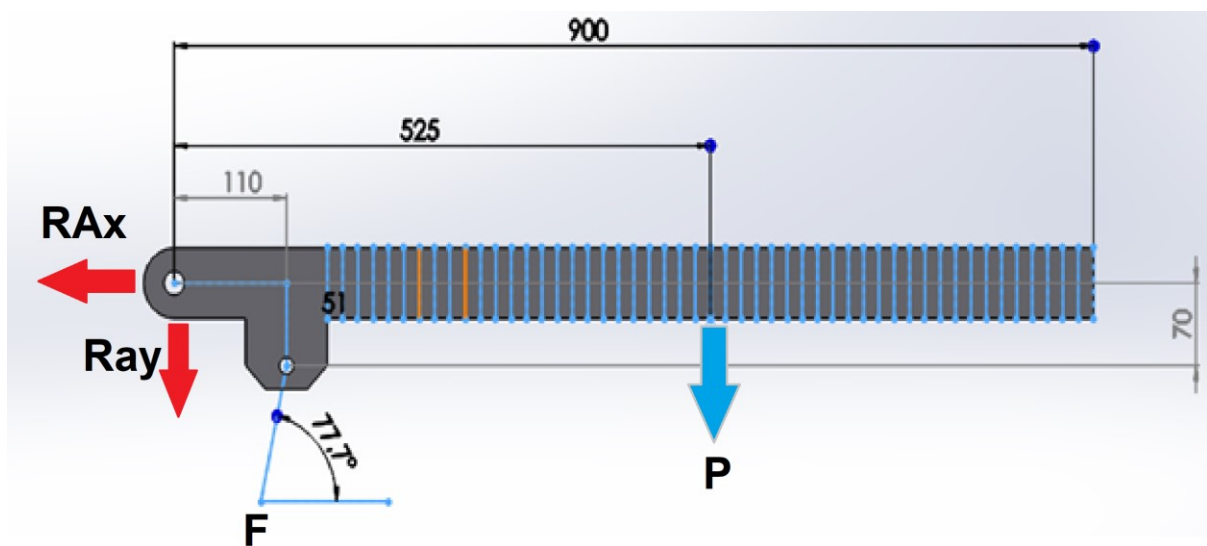


Figura 32: Esquema brazo superior 0º [32]

$$\sum M_a = 0$$

$$F \times \sin(77.7) \times 110 \text{ mm} + F \times \cos(77.7) \times 70 \text{ mm} - 588 \text{ N} \times 555 \text{ mm} = 0$$

$$F = 2522.32 \text{ N}$$



### 2.1.2. CÁLCULO CON 35°

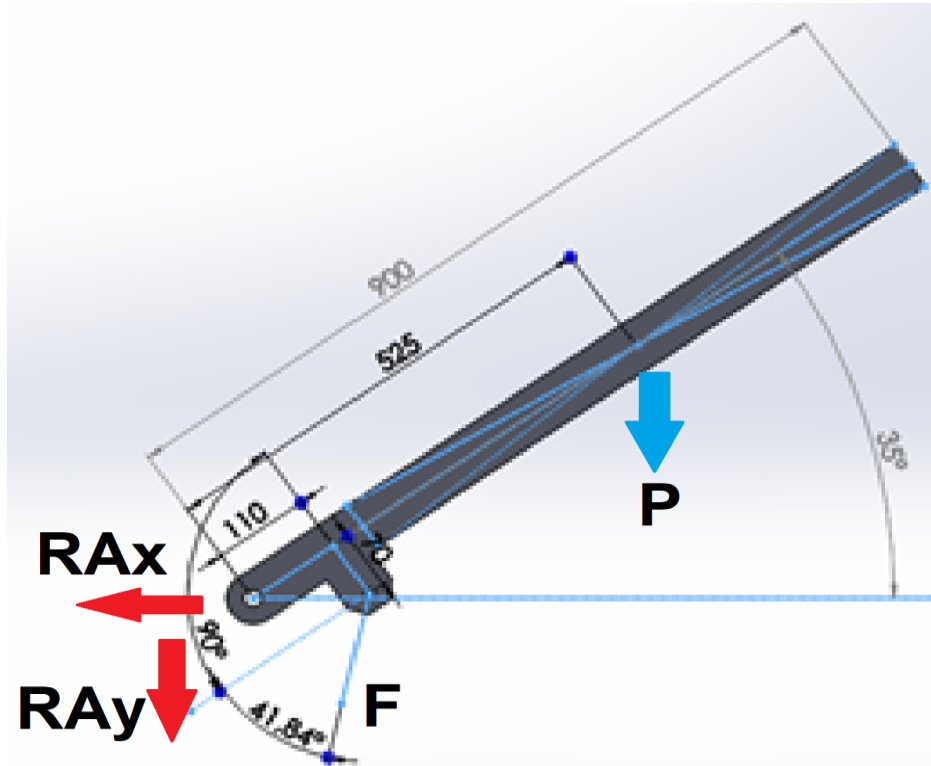


Figura 33: Esquema brazo superior 35° [33]

Cuando el brazo superior tiene un ángulo de 35° con la horizontal la fuerza del actuador incide con un ángulo de 41.48°.

$$\sum M_a = 0$$

$$F \times \text{sen}(41.84) \times 110 \text{ mm} + F \times \text{cos}(41.48) \times 70 \text{ mm} - 588 \text{ N} \times \text{cos}(35) \times 525 \text{ mm} = 0$$

$$F = 2014.5 \text{ N}$$

### 2.1.2. CÁLCULO CON 70º

El procedimiento para el cálculo de la fuerza ejercida por el actuador cuando el brazo superior tiene un ángulo con la horizontal de 70º es el mismo que en el caso anterior. La fuerza ejercida por el peso del paciente tiene un ángulo de 70º con la perpendicular del brazo y el actuador incide con un ángulo de 14.76 º respecto al eje del brazo.

$$\sum M_a = 0$$

$$F \times \text{sen}(14.76) \times 110 \text{ mm} + F \times \text{cos}(14.76) \times 70 \text{ mm} - 588 \text{ N} \times \text{cos}(70) \times 525 \text{ mm} \\ = 0$$

$$F = 1103 \text{ N}$$

### 2.2 CONCLUSIONES

Como se ha podido comprobar la mayor fuerza que ejerce el actuador se da en la posición de reposo del brazo superior, por lo que se toma esta fuerza como referencia a la hora de encontrar un actuador en el mercado.

Con anterioridad se indicó que el cálculo se realiza mediante una simplificación del dispositivo real. Es por ello por lo que a la fuerza máxima ejercida por el actuador se le aplica un coeficiente con el que tener un margen de seguridad de 1,3.

$$F = 2509.37 \text{ N} \times 1.3 \sim 3300 \text{ N}$$

El actuador por escoger debe tener una fuerza como mínimo de 3300 N, que junto a las medidas del prototipo y necesidad de carrera del actuador hace que el dispositivo elegido sea:

- Actuador CAHB-22E con 3500 N.

### 3. RANGO DE MOVIMIENTO

#### 3.1 CARRERA NECESARIA

Una vez escogido el actuador hay que estimar la carrera necesaria para elevar el brazo superior y pasar de la posición de reposo a los 70° necesarios para la incorporación del paciente. El actuador CAHB-22E tiene una longitud en estado de reposo de 200 mm.

Se decide ajustar la distancia entre los pasadores de ambos brazos, coincidiendo con las dimensiones del actuador en su estado de reposo. Las dimensiones del brazo superior están definidas para permitir elevar al paciente y que la tela que lo soporta no interfiera con ningún elemento del dispositivo, por ello se modificará únicamente la columna.

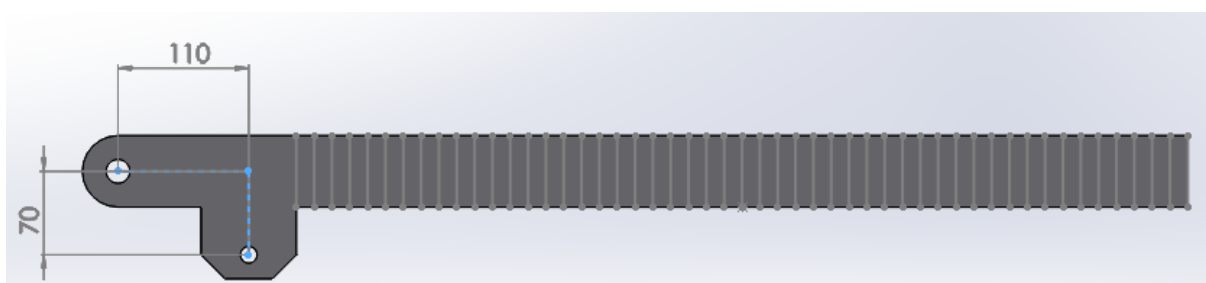


Figura 34: Distancia oreja de sujeción (aplicación fuerza actuador) [34]

### 3.1.1 POSICIÓN 0°

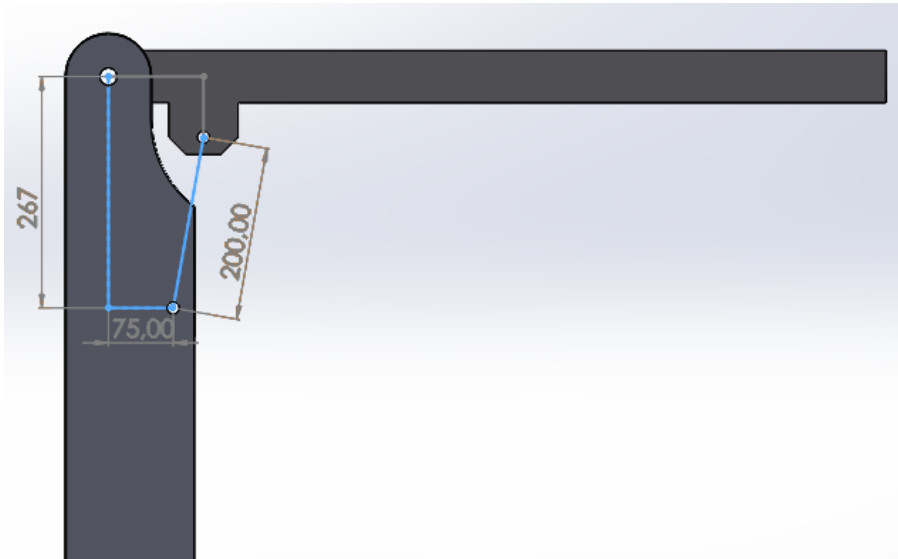


Figura 35: Ajuste de la distancia del pasador inferior [35]

### 3.1.2 POSICIÓN 70°

Cuando el brazo superior forma 70° con la horizontal la distancia entre los pasadores es de 337.22 milímetros. Por tanto, la diferencia entre ambos casos corresponde con la carrera necesaria del actuador.

## 3.2. CONCLUSIÓN

La carrera necesaria para el correcto funcionamiento del dispositivo es de 137.22 mm.

## 4. CÁLCULOS

### 4.1. NUEVA FUERZA ACTUADOR

Se recalcula la fuerza necesaria del actuador con las modificaciones realizadas en la columna para poder realizar el cálculo de las reacciones y momentos que actúan sobre el dispositivo. Solo se estudia el caso de 0º debido a que este es la situación más desfavorable.

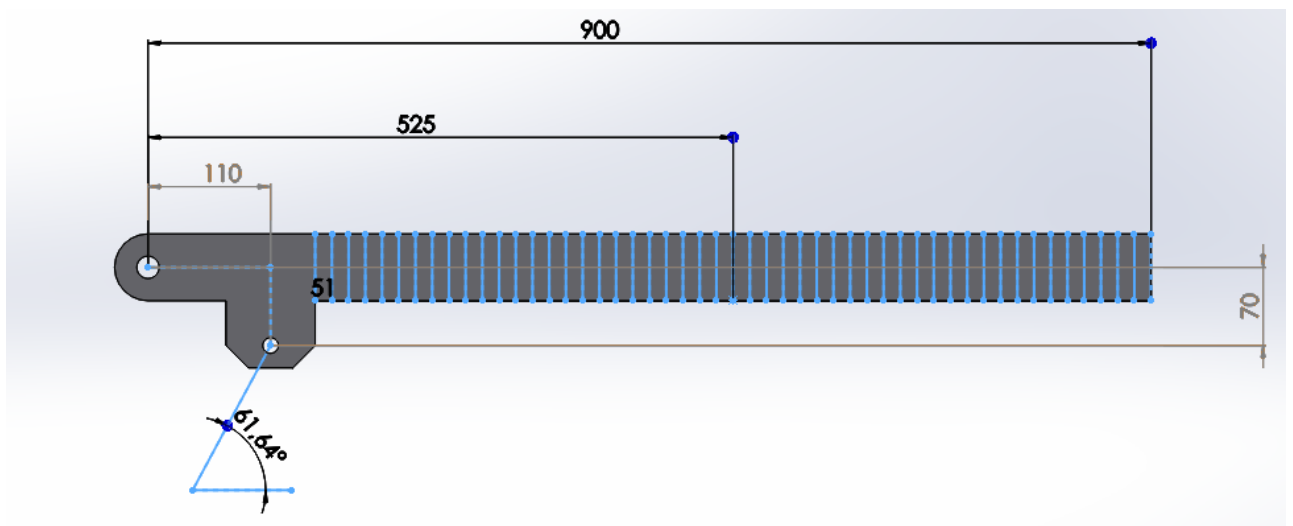


Figura 36: Nuevas medidas brazo superior [36]

Debido a la nueva situación en la que se encuentran los orificios el ángulo con el que la fuerza del actuador incide en el brazo superior pasa de 77.7º a 61.64º.

#### 4.1.1. CÁLCULO CON 0º

Para el análisis en estático solo se tiene en cuenta el sumatorio de momentos de las siguientes expresiones:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum M_a = 0$$

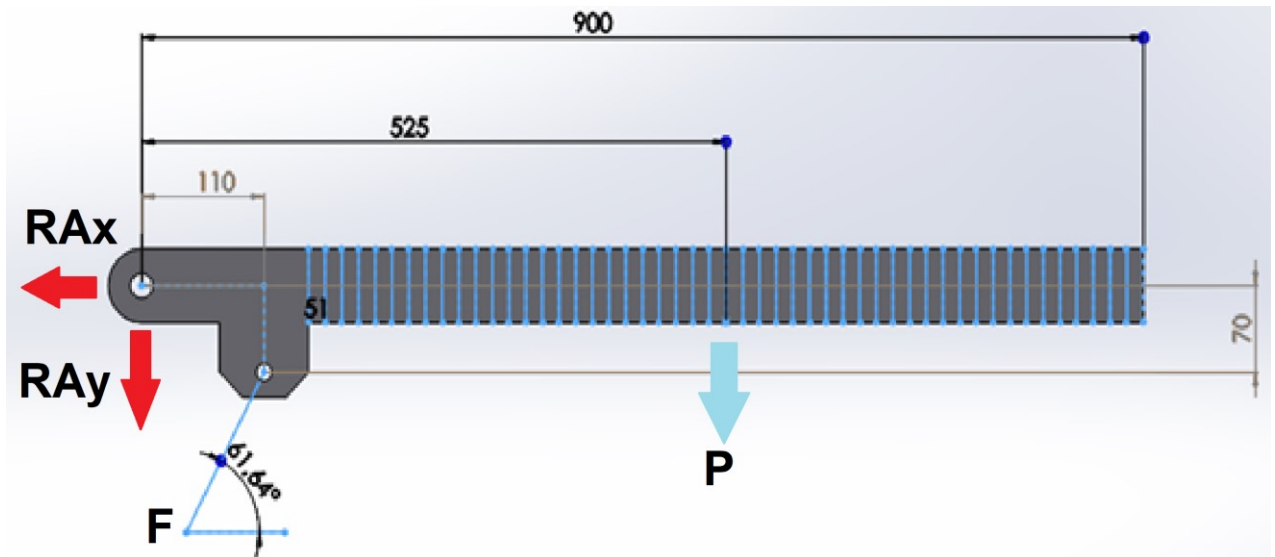


Figura 37: Esquema brazo superior [37]

$$\sum M_a = 0$$

$$F \times \text{sen}(61.64) \times 110 \text{ mm} + F \times \text{cos}(61.64) \times 70 \text{ mm} - 588 \text{ N} \times 555 \text{ mm} = 0$$

$$F = 2509.37 \text{ N}$$

#### 4.1.2. CONCLUSIONES

La nueva fuerza que debe proporcionar el actuador es de 2509.37 N cuando incide con un ángulo de 61.64° respecto a la horizontal. La diferencia es mínima con el primer caso y por ello se decide continuar con el actuador escogido. La diferencia entre la fuerza aplicada con el ángulo de 77.7° y 61.64° es de únicamente 13 Newton.

#### 4.2- CÁLCULO DE REACCIONES

A continuación, se realiza un análisis estático del dispositivo en el caso de  $0^\circ$  en donde se calcularán las diferentes reacciones a las que el dispositivo se encuentra sometido. También se analizará los diferentes momentos que se producen en la estructura.

Para el cálculo de las reacciones se estudia el brazo y la columna de forma individual para poder obtener las fuerzas internas que se ejercen sobre estos. Se realiza una simplificación de ambas partes para el cálculo de las reacciones.

En el caso del brazo superior las únicas reacciones que quedan por calcular son las que actúan en el punto de apoyo.

En la columna solamente incide la fuerza del actuador. Respecto a las reacciones en el apoyo con el brazo superior se generan reacciones en el eje x e y en sentido contrario a las calculadas en el brazo superior.

En la unión con la base se producen reacciones en los ejes x e y y un momento que se encarga de contrarrestar la carga que soporta el brazo superior y que se produce debido a que se encuentra en un apoyo empotrado.

#### **4.2.1.- BRAZO SUPERIOR**

Para el cálculo de momentos del brazo superior se realiza una simplificación en donde todas las fuerzas incluidas las del actuador estarán ejercidas en el mismo eje.

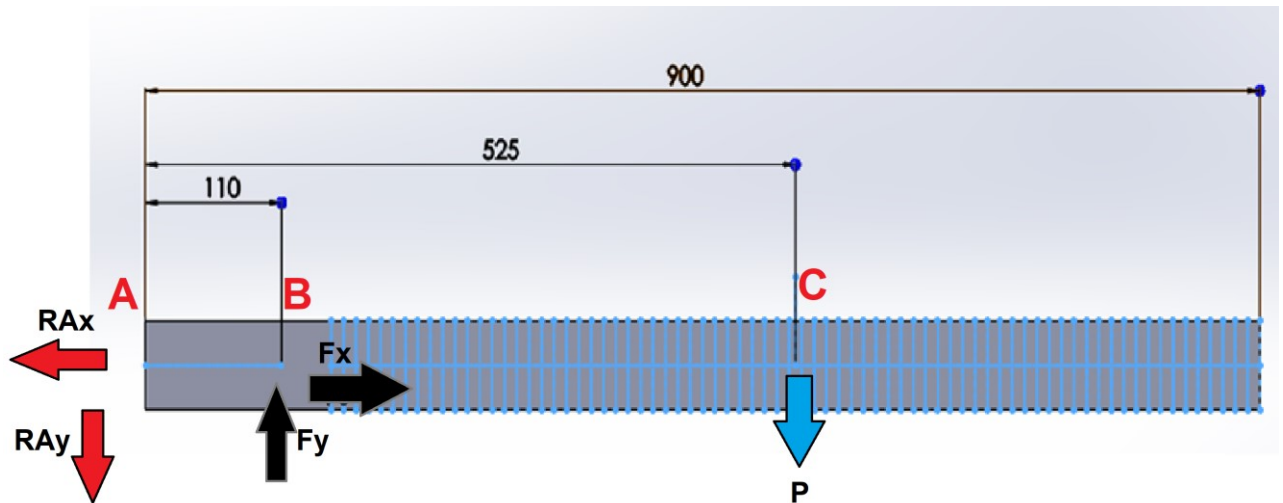


Figura 38: Esquema simplificado brazo superior [38]

Por tanto, para los siguientes cálculos se utiliza la fuerza ejercida por el actuador suponiendo que esta incide en el eje del brazo, por tanto no se tiene en cuenta la fuerza  $F_x$ . Este valor viene dado por:

$$\sum M_a = 0$$

$$F \times \text{sen}(61.64) \times 110 \text{ mm} - 588 \text{ N} \times 555 \text{ mm} = 0$$

$$F = 3371.36 \text{ N} \sim 3371 \text{ N}$$

A pesar de no ser la fuerza real de 2510 N ( *Apartada 4* ) que ejerce el actuador, se tomara este nuevo valor en los siguientes cálculos de momentos. Al ser un parecido valor parecido al real aplicando el coeficiente de seguridad (2510 N x 1.3) se puede suponer este cálculo de momentos con una carga ya mayorada, aunque simplificada.



Se sabe que:

**A<sub>x</sub>**: reacción del apoyo entre brazos en el eje x de coordenadas.

**A<sub>y</sub>**: reacción del apoyo entre brazos en el eje y de coordenadas.

**F<sub>x</sub>**: fuerza del actuador sobre el brazo superior en el eje x de coordenadas.

**F<sub>y</sub>**: fuerza del actuador paralelo al brazo superior en el eje y de coordenadas.

**P**: Fuerza producida por el peso de 60 kg correspondiente a la mitad del peso total del paciente.

Para el análisis se tiene en cuenta las siguientes expresiones:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum M_a = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$-A_x + F \times \cos(61.64) = 0$$

$$A_x = 1601.26 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$-A_y - P + F \times \sin(61.64) = 0$$

$$A_y = 2378.41 \text{ N}$$

### Cálculo de momentos

A continuación, se calculan el momento flector y esfuerzo cortante para determinar los puntos que sufren los momentos y esfuerzos más altos en el brazo superior.

El estudio se realiza de izquierda a derecha y por ello el cortante ( $V_x$ ) en cada uno de los puntos del brazo será negativo. Para el momento flector se sigue el criterio del convenio internacional.

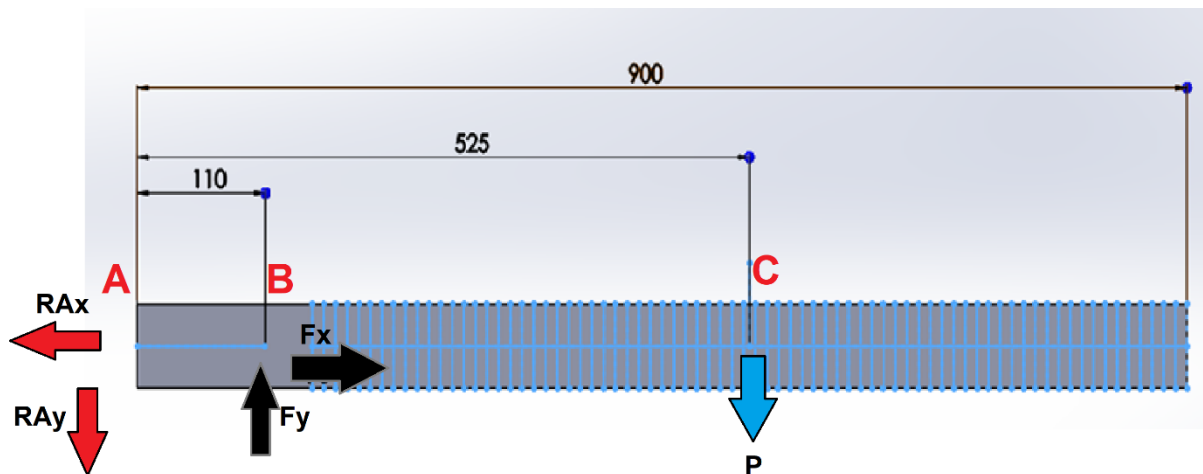


Figura 39: Esquema simplificado brazo superior [39]

### Punto B

El eje de cortante corresponde con el eje y del brazo superior:

$$\sum F_y = 0$$

$$-A_y - V_x = 0$$

$$V_x = -2378.42 \text{ N}$$

El sumatorio de momentos flectores viene dado por la expresión:

$$\begin{aligned}\sum M_b &= 0 \\ A_y * 110 \text{ mm} + M_b &= 0\end{aligned}$$

$$M_b = -261626.2 \text{ Nmm}$$

#### Punto c

El eje de cortante corresponde con el eje y del brazo superior:

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ -A_y + F * \text{sen}(61.64) - V_x &= 0 \\ V_x &= 587.99 \text{ N}\end{aligned}$$

El sumatorio de momentos flectores viene dado por la expresión:

$$\begin{aligned}\sum M_c &= 0 \\ A_y * 555 \text{ mm} - F * \text{sen}(61.64) * (555 - 110) \text{ mm} + M_c &= 0\end{aligned}$$

$$M_b = -31.1 \text{ Nmm} \sim 0 \text{ Nmm}$$

#### Punto D

El último punto del estudio corresponde con el punto final del brazo superior. El eje de cortante corresponde con el eje y del brazo superior:

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ -A_y + F * \text{sen}(61.64) - P - V_x &= 0 \\ V_x &= 0 \text{ N}\end{aligned}$$

El sumatorio de momentos flectores viene dado por la expresión:

$$\sum Md = 0$$

$$Ay * 930 \text{ mm} - F \times \text{sen}(61.64) \times (930 - 110) \text{ mm} + P \times (930 - 555) + Md = 0$$

$$Md = 0 \text{ Nmm}$$

#### 4.2.2.- COLUMNA

Para el cálculo de momento en la columna se toma una simplificación en donde todas las fuerzas incluidas las del actuador estarán ejercidas en el mismo eje. El actuador incide con el mismo ángulo que en el brazo superior.

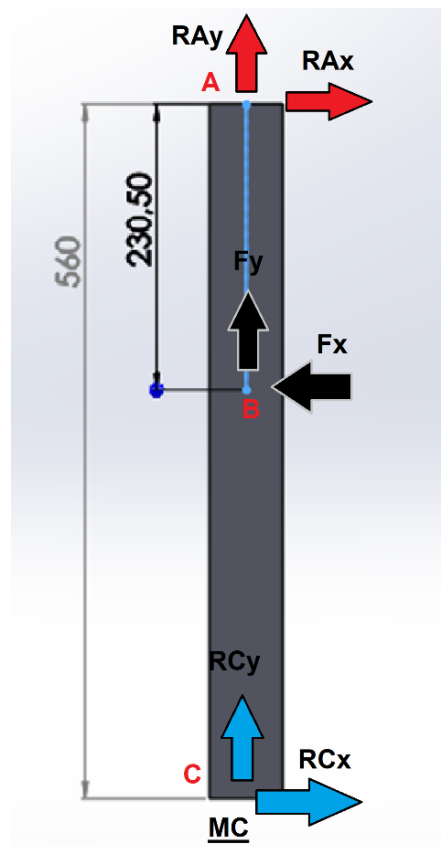


Figura 40: Esquema simplificado columna [40]

Sabemos que:

**Ax:** reacción contraria del apoyo entre brazos en el eje x de coordenadas.

**Ay:** reacción contraria del apoyo entre brazos en el eje y de coordenadas.

**F:** fuerza del actuador sobre el brazo inferior.

**Fx:** fuerza del actuador perpendicular al brazo.

**Fy:** fuerza del actuador paralela al brazo.

**Cx:** reacción del apoyo de la columna en el eje x.

**Cy:** reacción del apoyo de la columna en el eje y.

**Mc:** Momento producido por el empotramiento en la base.

Para el análisis se tiene en cuenta las siguientes expresiones:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum M_a = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$Ax - Cx - F \times \cos(61.64) = 0$$

$$Cx = 0 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$Ay - F \times \sin(61.64) + Cy = 0$$

$$Cy = 588 \text{ N}$$

### **Cálculo de los momentos**

A continuación, se calculan los momento flector y esfuerzo cortante para determinar los puntos que sufren los momentos y esfuerzos más altos en el brazo superior.

El estudio se realiza de arriba hacia abajo y por ello el cortante ( $V_x$ ) en cada uno de los puntos del brazo será negativo. Para el momento flector se sigue el criterio del convenio internacional.

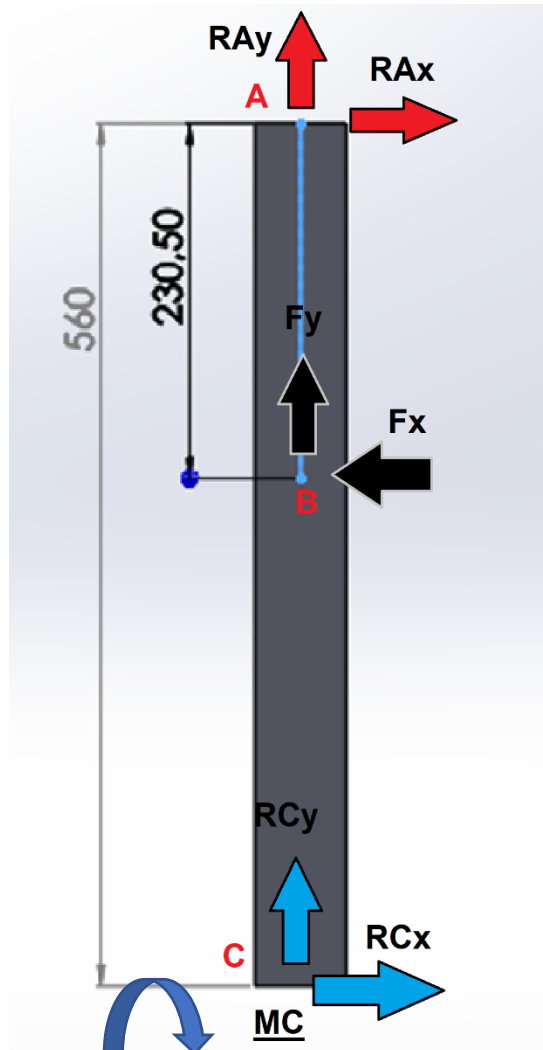


Figura 41: Esquema simplificado columna [41]

### Punto B

El eje de cortante corresponde con el eje x del brazo superior:

$$\sum F_x = 0$$

$$Ax - V_x = 0$$

$$V_x = 1601.26 \text{ N}$$

El sumatorio de momentos flectores viene dado por la expresión:

$$\sum M_b = 0$$

$$Ax * 296 \text{ mm} + Mb = 0$$

$$Mb = 473972.96 \text{ Nmm}$$

Punto c

El eje de cortante corresponde con el eje x del brazo superior:

$$\sum F_x = 0$$

$$Ax - F \times \cos(61.64) - V_x = 0$$

$$V_x = 0 \text{ N}$$

El sumatorio de momentos flectores viene dado por la expresión:

$$\sum M_c = 0$$

$$Ax * 610 \text{ mm} - F \times \cos(61.64) * (610 - 296) \text{ mm} + M_c = 0$$

$$Mb = 473955.08$$



#### 4.3.- DIMENSIONES OREJAS SUJECCIÓN

Se realiza el cálculo previo para determinar las dimensiones de las orejas que conectan el actuador con el brazo superior y la columna, en donde se comprobará que las orejas pasadoras aguantan a tracción. El caso de estudio más desfavorable para estos elementos será en la posición de 0°.

Se considera el acero S235 como material para las sujeciones del pasador. Esto se debe a que las diferentes piezas irán soldadas en ambos brazos y este acero presenta características idóneas para ello.

El límite a tracción del acero es de  $500 \frac{N}{mm^2}$ .

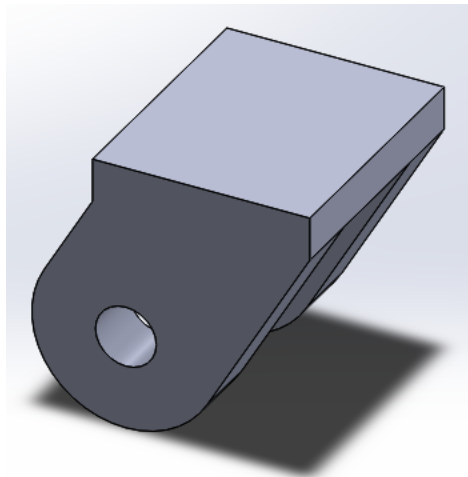


Figura 42: Oreja de sujeción [42]

Debido al diseño de las orejas de sujeción la fuerza que ejerce el actuador sobre ellas se reparte de forma equitativa, aunque se le aplica un coeficiente de seguridad al igual que se utilizó para el cálculo del tipo de actuador.

$$F = \frac{2510 \text{ N}}{2} * C.S = 1255 \text{ N} \times 1.5 = 1882.5 \text{ N}$$

La tensión que soportan los elementos viene dada por la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{1882.5 \text{ N}}{A}$$

Se suponen las piezas con forma rectangular ya que es la figura geométrica a la que más se asemeja. Por tanto, el valor del área depende del largo de su base y el espesor:

Base = 80 mm

Espesor = 20 mm

$$\sigma_{\text{tracción}} = \frac{F}{A} = 1.18 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Las dimensiones de diseño no superan el límite de tracción y por tanto cumplen los límites del material. Debido a que existe un amplio margen hasta llegar al límite impuesto, se calcula la tensión con las dimensiones mínimas de diseño.

Se considera que las mínimas dimensiones que puede tener las orejas serán:

Base = 40 mm

Espesor = 5 mm

$$\sigma_{\text{tracción}} = \frac{F}{A} = 9.41 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Como se observa las dimensiones propuestas cumplen con los límites establecidos, por lo que se tiene libertad a la hora de realizar el diseño definitivo siempre y cuando no se baje de los valores para base y espesor mencionados antes.

#### 4.4.- CÁLCULO TORNILLO UNIÓN BASE.

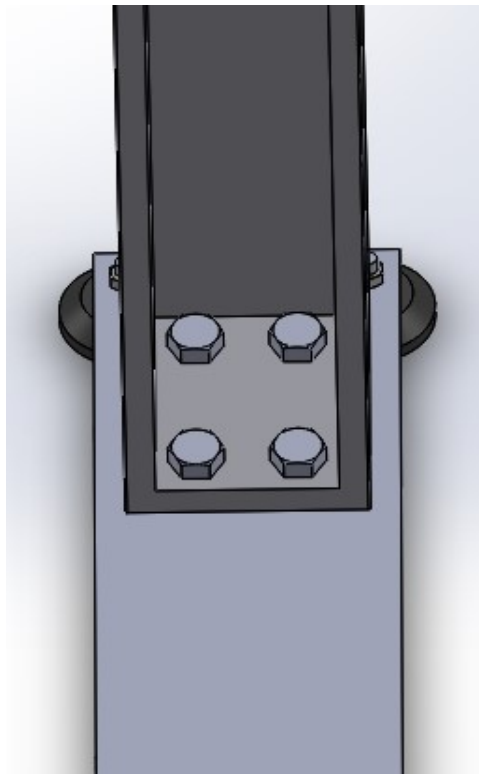


Figura 43: Vista superior de la base [43]

Debido a la unión existente entre la columna y la base se produce un momento el cual tendrá que ser soportado por los tornillos encargados de dicha unión. Sin embargo, este momento

actuará en dos de los cuatro tornillos que dispone la base como se puede observar a continuación:

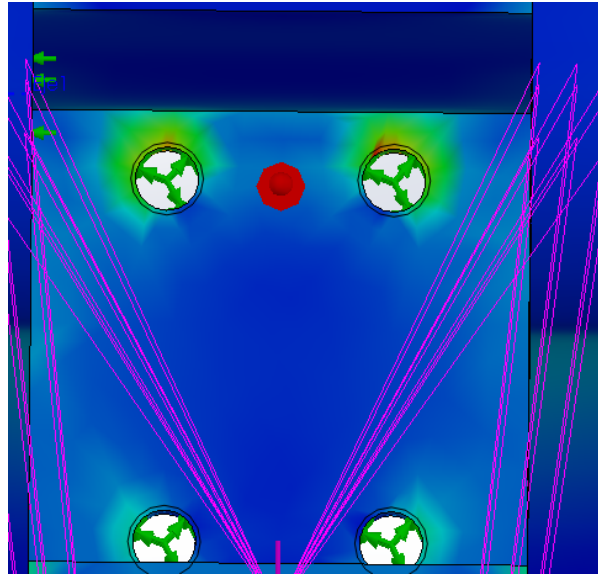


Figura 44: Tensiones ejercidas en la unión Base-Columna [44]

La fuerza a la que están sometidos los tornillos de unión es una fuerza de tracción. Por ello se dispone a estudiar dicho caso siguiendo las indicaciones del documento de Instrucción del Acero Estructural (EAE). Esta fuerza viene dada por el cociente entre el momento flector producido en la unión y la distancia desde el eje de la columna hasta el tornillo.

Los cálculos ya han sido realizados con anterioridad mediante sumatorio de momentos y sumatorio de fuerzas y el valor del momento en el empotramiento es de  $473955 \frac{N}{mm^2}$ .

Por tanto, el valor de la fuerza a tracción aplicada en los tornillos es:

$$F = \frac{M_o}{d} = \frac{473955 \text{ Nmm}^2}{47\text{mm}} = 10084 \text{ N}$$

Cuando un tornillo está solicitado en la dirección de su eje por un esfuerzo de tracción, Ft,Ed (fuerza mayorada) , éste no será mayor que el menor de los dos valores siguientes:

- La resistencia a tracción del tornillo, Ft,Rd

En donde:

$$F_{t,Ed} = \frac{0.9 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{MB}}$$

**As:** es el área resistente a tracción del tornillo Diámetro: 16 mm (As: 157 mm<sup>2</sup> )

Se multiplica por dos debido a que la fuerza la soportan dos tornillos. (ver valores en la tabla 5)

**Fub:** es la tensión última a tracción del tornillo 6.8 (600 N/mm<sup>2</sup>) (ver valores en la tabla 6)

**γMb:** es el coeficiente parcial de seguridad (1.25) (ver valores en la tabla 7)

En la siguiente tabla se indica la resistencia a tracción de los tornillos con cabeza normal de diámetros y grados más usuales.

DIÁMETRO (mm)	As (mm <sup>2</sup> )	GRADO			
		4.6	5.6	8.8	10.9
12	84,3	24,28	30,35	48,56	60,70
16	157	45,22	56,52	90,43	113,04
20	245	70,56	88,20	141,12	176,4
22	303	87,26	109,08	174,53	218,16
24	353	101,66	127,08	203,33	254,16
27	456	131,33	164,16	262,66	328,30

Resistencia a tracción en kN

Tabla 5. Área resistente de tornillos más usuales

En la siguiente tabla se muestran los valores nominales del límite elástico  $f_{yb}$  y de la resistencia última a tracción  $f_{ub}$  del acero empleado en la fabricación del tornillo, los cuales se deben adoptar como valores característicos en los cálculos:

Valores nominales del límite elástico $f_{yb}$ y de la resistencia a tracción última $f_{ub}$ de tornillos							
Tipo de tornillo	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	320	300	400	480	640	900
$f_{ub}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	400	500	500	600	800	1000

Tabla 6. Valores nominales del límite elástico y resistencia a tracción

El coeficiente de seguridad  $\gamma_M$  se tomará según los valores siguientes:

- $\gamma_{Mb}$  : Resistencia de tornillos 1,25
- $\gamma_{Mr}$  : Resistencia de roblones 1,25
- $\gamma_{Mp}$  : Resistencia de bulones 1,25
- $\gamma_{Ms}$  : Resistencia al deslizamiento 1,25 (ELU); 1,1 (ELS)

Tabla 7. Valores del coeficiente de seguridad

- La resistencia a punzonamiento de la pieza bajo la tuerca o bajo la cabeza del tornillo,  $B_p, R_d$

No es necesario el estudio a punzonamiento cuando se cumpla que el espesor de la chapa:

La resistencia a tracción  $F_t, R_d$  de un tornillo viene dada por la expresión:

$$T_{min} = \frac{d \times f_{ub}}{6 \times f_u}$$

En donde:

**T<sub>min</sub>**: mínimo espesor de la chapa.

**f<sub>ub</sub>** : es la resistencia a tracción del acero de la chapa ( $500 \frac{N}{mm^2}$ ).

**d** : diámetro tornillo.

**f<sub>u</sub>**: es el límite elástico del material de la chapa.

Por tanto:

$$F_{t,Ed} = F_t \times 1.5 = 15126 \text{ N}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 \times 600 \frac{N}{mm^2} \times 157 \text{ mm}^2 \times 2}{1.25} = 135648 \text{ N}$$

$$T_{min} = \frac{16 \text{ mm} \times 500 \frac{N}{mm^2}}{6 \times 275 \frac{N}{mm^2}} = 4.84 \text{ mm}$$

El tornillo cumple con las condiciones impuestas y la chapa de la base en la unión con la columna deberá tener al menos un grosor de 5 mm de espesor.

Una vez comprobado que el tornillo cumple con la calidad 6.8 se decide cambiarla a 8.8. Esto se debe a que la calidad de 8.8 es más común en el mercado y por tanto más fácil de encontrar proveedores.





**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**ESTUDIO PRELIMINAR DE UN DISPOSITIVO DE ASISTENCIA E  
INCORPORACIÓN DE PERSONAS CON PROBLEMAS DE MOVILIDAD**

## **ANEXO II: SOLIDWORKS**

ALUMNO: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ

TUTORES: ROSA NAVARRO TRUJILLO

SEPTIEMBRE, 2021



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. FUERZAS .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. CONDICIONES DE CONTORNO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ANÁLISIS .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. PROTOTIPO 3 .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1.1. MATERIAL S235 .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. PROTOTIPO 4.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.1. MATERIAL S235 .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.2. MATERIAL ALUMINIO 6061 .....</b>	<b>20</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>23</b>

## ÍNDICE FIGURAS

<b>FIGURA 45.</b> Tensión de Von Mises en brazo superior de acero	6
<b>FIGURA 46.</b> Tensión de Von Mises en los pasadores, brazo superior de acero	7
<b>FIGURA 47.</b> Desplazamientos en brazo superior de acero	7
<b>FIGURA 48.</b> Tensión de Von Mises en la columna de acero	8
<b>FIGURA 49.</b> Tensión de Von Mises unión con la base, columna de acero	9
<b>FIGURA 50.</b> Desplazamientos en la columna de acero	10
<b>FIGURA 51.</b> Tensión de Von Mises en brazo superior de aluminio	11
<b>FIGURA 52.</b> Tensión de Von Mises en los pasadores, brazo superior de aluminio	11
<b>FIGURA 53.</b> Desplazamientos en brazo superior de aluminio	12
<b>FIGURA 54.</b> Tensión de Von Mises en la columna de aluminio	13
<b>FIGURA 55.</b> Tensión de Von Mises unión con la base, columna de aluminio	13
<b>FIGURA 56.</b> Desplazamientos en la columna de aluminio	14
<b>FIGURA 57.</b> Tensión de Von Mises en brazo superior de acero	15
<b>FIGURA 58.</b> Tensión de Von Mises en los pasadores, brazo superior de acero	15
<b>FIGURA 59.</b> Desplazamientos en brazo superior de acero	16
<b>FIGURA 60.</b> Tensión de Von Mises en la columna de acero	17

<b>FIGURA 61.</b> Tensión de Von Mises en la soldadura del soporte inferior, columna de acero	17
<b>FIGURA 62.</b> Desplazamientos en la columna de acero	18
<b>FIGURA 63.</b> Desplazamientos en el soporte inferior, columna de acero	19
<b>FIGURA 64.</b> Tensión de Von Mises en brazo superior de aluminio	20
<b>FIGURA 65.</b> Tensión de Von Mises en los pasadores, brazo superior de aluminio	20
<b>FIGURA 66.</b> Desplazamientos en brazo superior de aluminio	21
<b>FIGURA 67.</b> Tensión de Von Mises en la columna de aluminio	22
<b>FIGURA 68.</b> Desplazamientos en la columna de aluminio	22

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anexo se realizan los análisis de tensiones y desplazamiento utilizando como herramienta de cálculo el Solidworks, que realiza simulaciones con el método de elementos finitos (FEM). “El FEM es una técnica numérica para analizar diseños de ingeniería. El FEM está aceptado como el método de análisis estándar debido a su generalidad y compatibilidad para ser implementado en computadoras. El FEM divide el modelo en numerosas piezas pequeñas de formas simples llamadas "elementos", que reemplazan eficazmente un problema complejo por muchos problemas simples que deben ser resueltos de manera simultánea. Los elementos comparten puntos comunes denominados "nodos". El proceso de división del modelo en pequeñas piezas se denomina mallado.”

Se analizan los resultados obtenidos y a raíz de estos se proponen los cambios de dimensiones o piezas consiguiendo una mejora en el dispositivo.

## 2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Debido las limitaciones del equipo informático que se dispone, las simulaciones de las diferentes piezas diseñadas son realizadas de tal forma que la columna y el brazo se estudian de forma independiente. Sin embargo, cada elemento estará soldado con la oreja de sujeción correspondiente.

En lo que respecta a los materiales, el análisis se realiza para tres tipos de acero: S235, S275 y S355. Las características de cada material ya se explicaron con anterioridad.

Para el análisis del dispositivo se omite el cálculo de la base, debido a que en el *Anexo 1: Anexo de cálculos previos* se calculó el espesor mínimo necesario y está pensada para darle estabilidad.

## 2.1. FUERZAS

Respecto a las fuerzas ejercidas sobre el dispositivo, el actuador al ser escogido mediante catálogo se omite de la simulación. La fuerza ejercida por este será aplicada en los orificios para pasadores del brazo superior, con el ángulo determinado en el *Anexo 1: Anexo de cálculos previos*. Lo mismo sucede con la oreja de sujeción de la columna.

La fuerza ejercida por el peso del paciente (120 kg como caso límite, 60 kg para el estudio individual del brazo) se aplica en la extrusión realizada en el brazo superior. Debido a su forma en T la fuerza se aplica en dos caras. Esta fuerza se supone perpendicular a ellas.

También se tiene en cuenta la gravedad la cual se toma con un valor de  $9.81 \text{ m/s}^2$ .

## 2.2. CONDICIONES DE CONTORNO

El dispositivo presenta tres puntos con restricciones en su desplazamiento, dos en la columna y uno en el brazo. En la zona de unión de la columna con la base existen 4 agujeros realizados mediante el *Asistente para taladro* que corresponde con los tornillos a utilizar. El otro punto con restricciones es la unión de columna-brazo mediante pasadores.

En cuanto a la columna, se utiliza las condiciones de contorno de sujeción avanzada sobre cara cilíndrica, mas concretamente sobre la cara interior para el pasador y los tornillos. Se restringe los movimientos radial, circunferencial y axial.

Para el análisis del brazo encargado de la elevación del paciente se restringe el desplazamiento en la cara interior del pasador mediante sujeción avanzada sobre cara cilíndrica. En donde se restringe el movimiento radial, circunferencial y axial.

### 3. ANÁLISIS

#### 3.1. PROTOTIPO 3

##### 3.1.1. MATERIAL S235

##### 3.1.1.1. BRAZO SUPERIOR

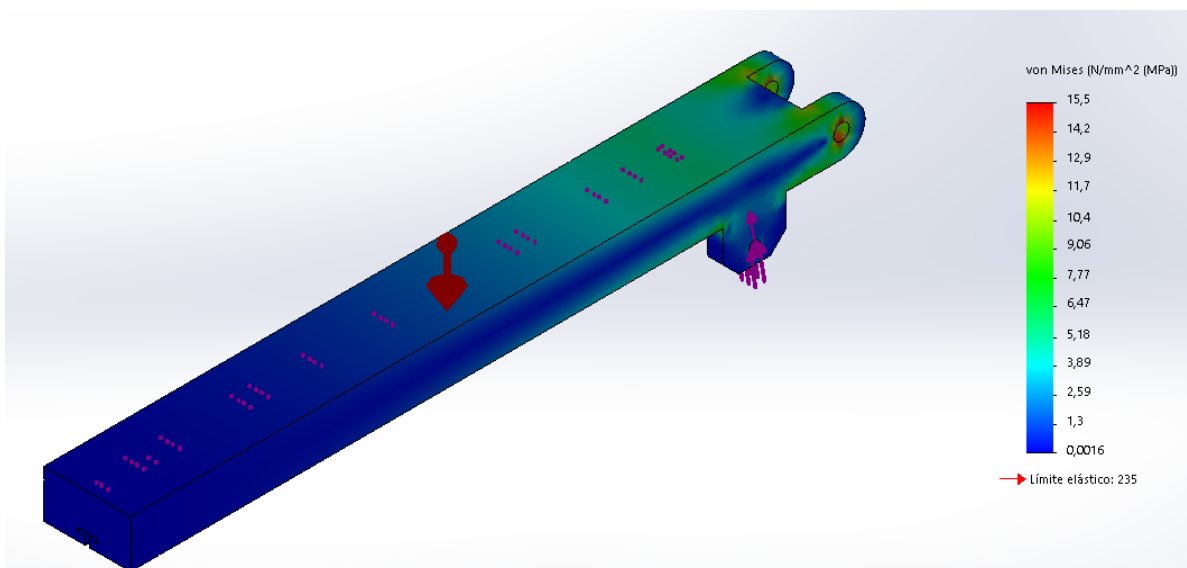


Figura 45: Tensión de Von Mises en brazo superior de acero [45]



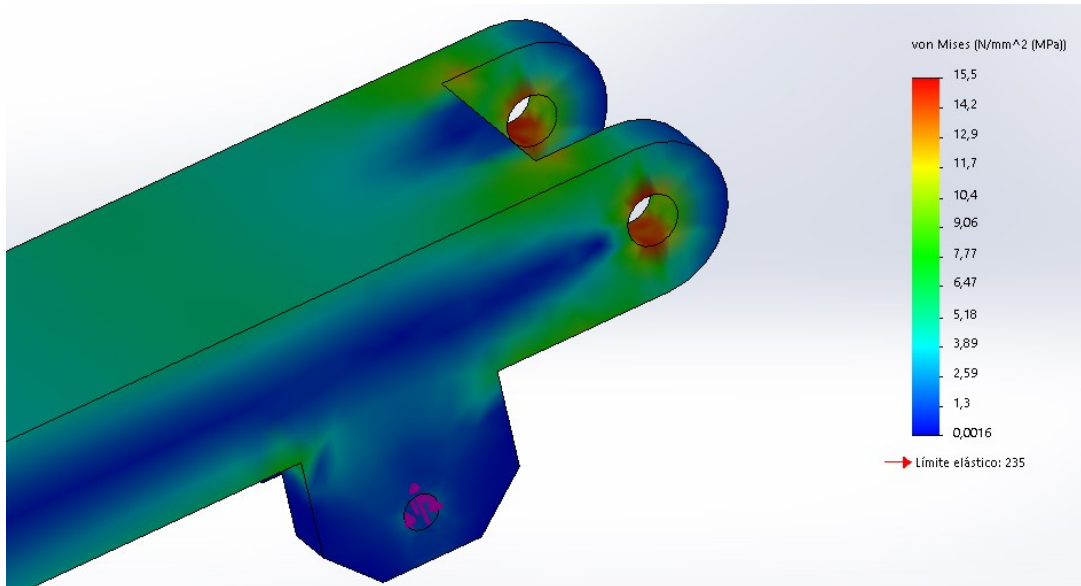


Figura 46: Tensión de Von Mises en los pasadores, brazo superior de acero [46]

Como se puede ver la tensión máxima a la que está sometido el brazo superior se da en los orificios para pasadores. Sin embargo, los 15.5 MPa están lejos del valor límite de 235 MPa, por lo que se puede garantizar un óptimo funcionamiento.

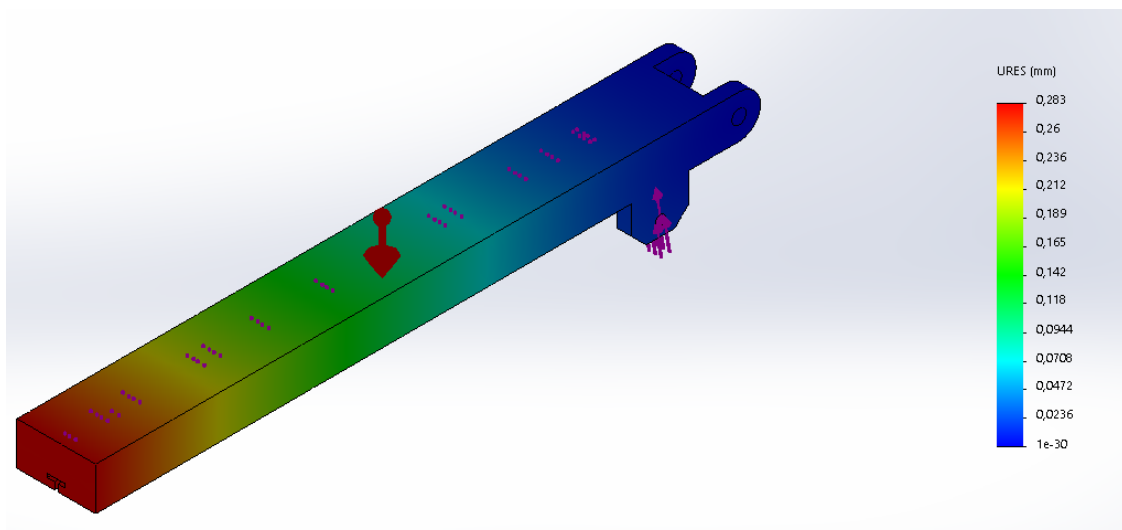


Figura 47: Desplazamientos en brazo superior de acero [47]

Respecto a los desplazamientos sufridos por el brazo, el valor mayor se da en la parte frontal de la pieza como era de esperar. Este valor puede ser despreciado debido a que es menor que 1 mm de longitud, por tanto, también cumple con esta condición

### 3.1.1.2 COLUMNA

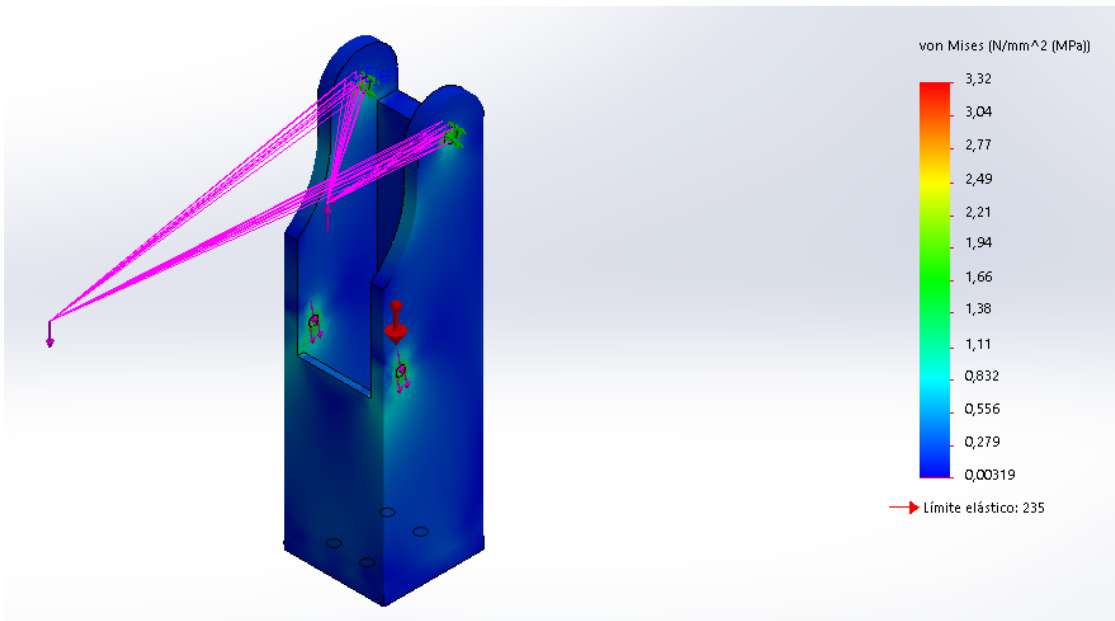


Figura 48: Tensión de Von Mises en la columna de acero [48]

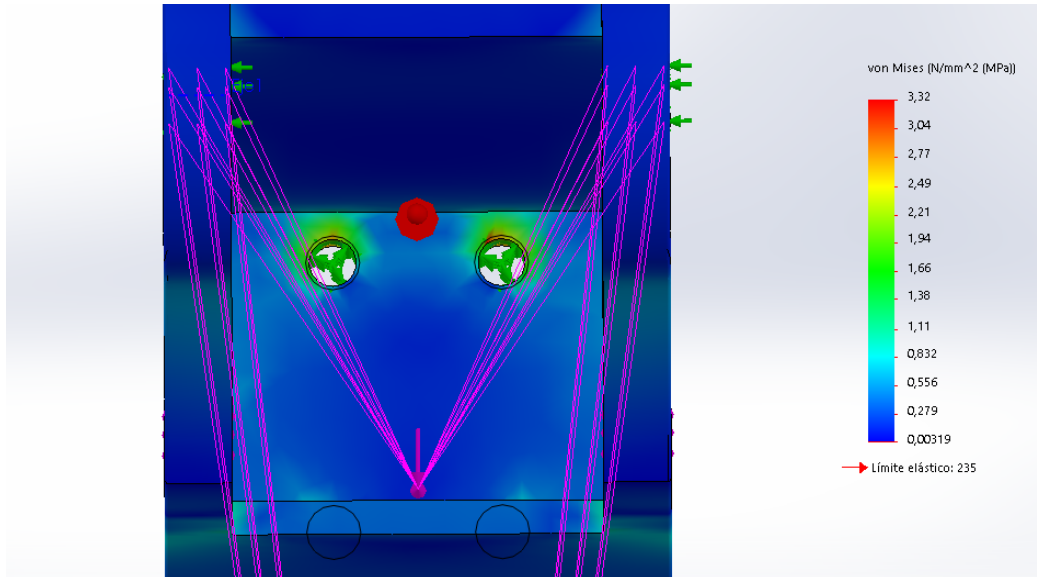
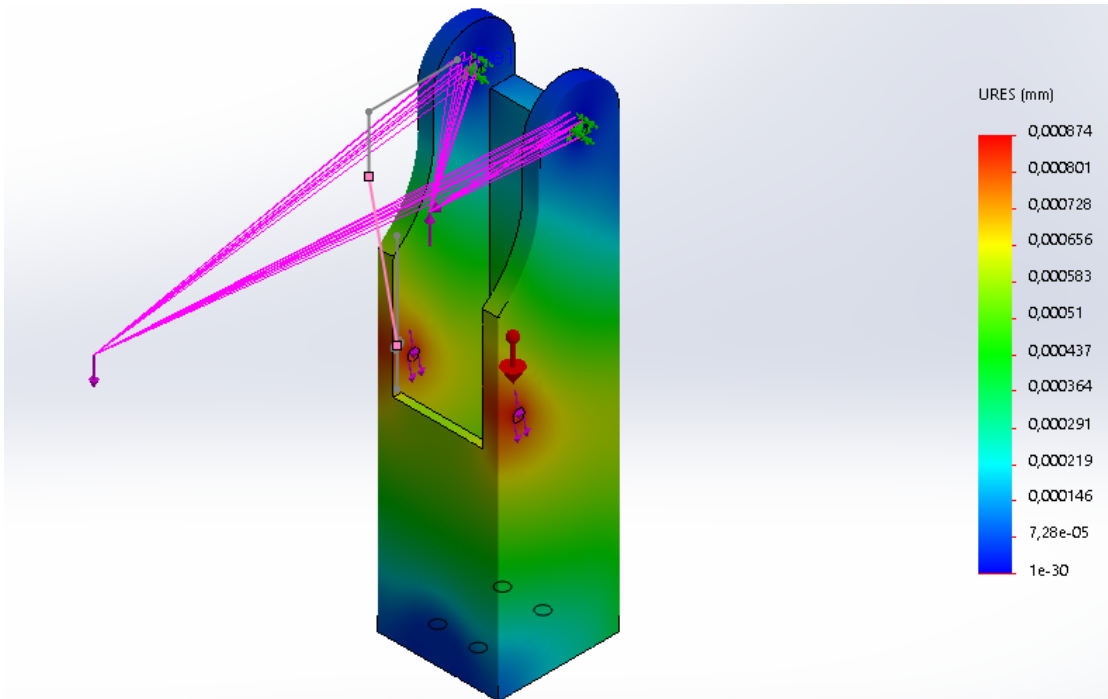


Figura 49: Tensión de Von Mises unión con la base, columna de acero [49]

En cuanto a la columna se refiere, el valor máximo de tensión se da en la unión atornillada de la base, más concretamente en los tornillos traseros pues estos soportan la mayor carga a tracción como se indicó en el *Anexo 2: Cálculos previos*.

Este valor de 3.32 MPa está lejos de los 235 MPa de límite elástico, por tanto, este predimensionado se considera óptimo.



*Figura 50: Desplazamientos en la columna de acero [50]*

Respecto a los desplazamientos sufridos por el brazo, el valor obtenido se considera totalmente despreciable.

### 3.1.2. MATERIAL ALUMINIO 6061

#### I.1.1.1.- 3.1.2.1. BRAZO SUPERIOR

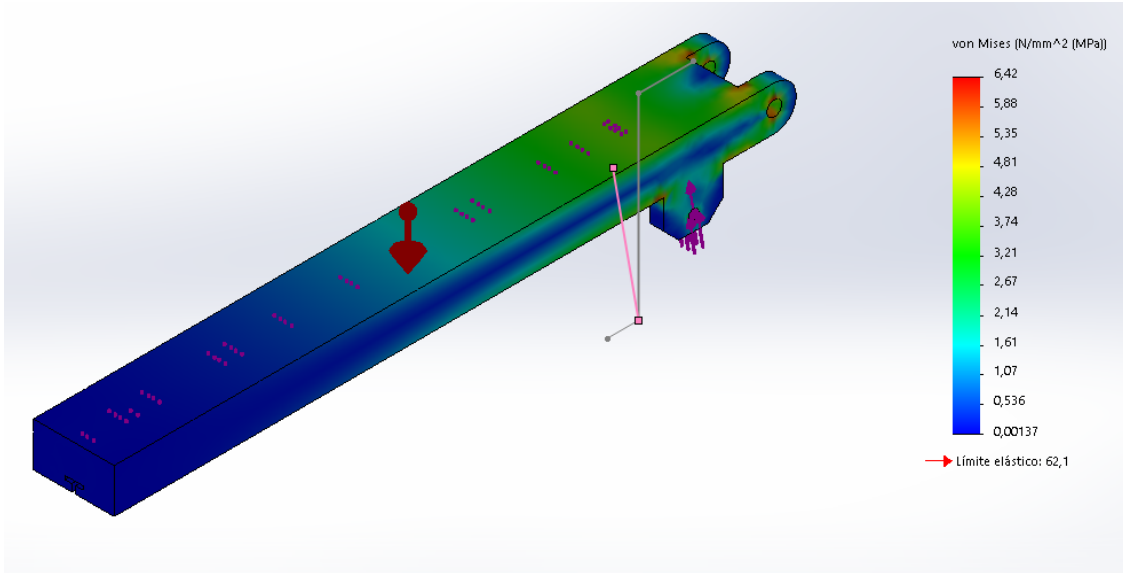


Figura 51: Tensión de Von Mises en brazo superior de aluminio [51]

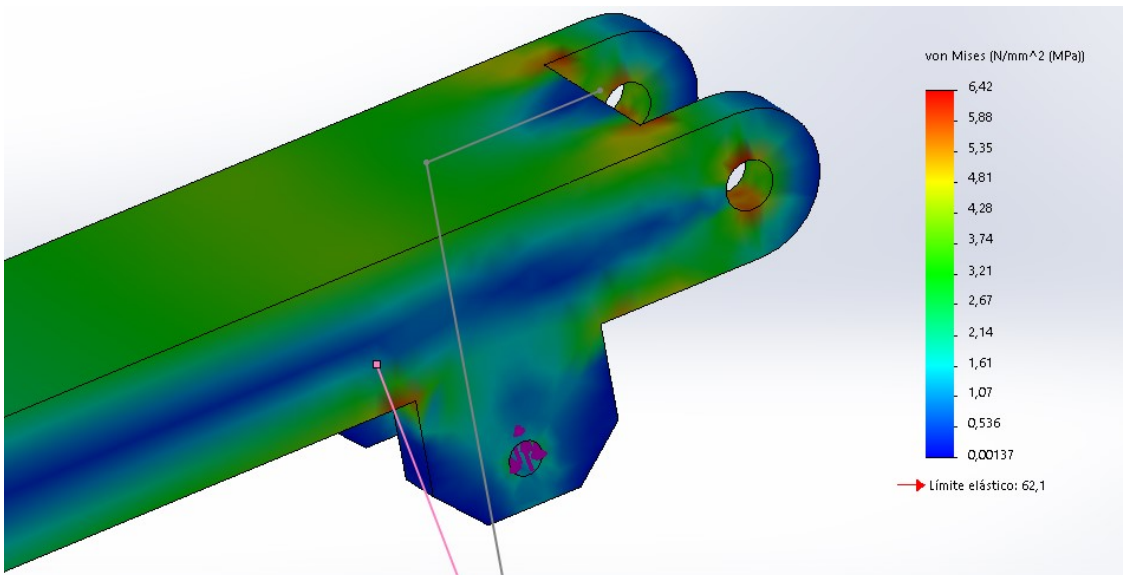
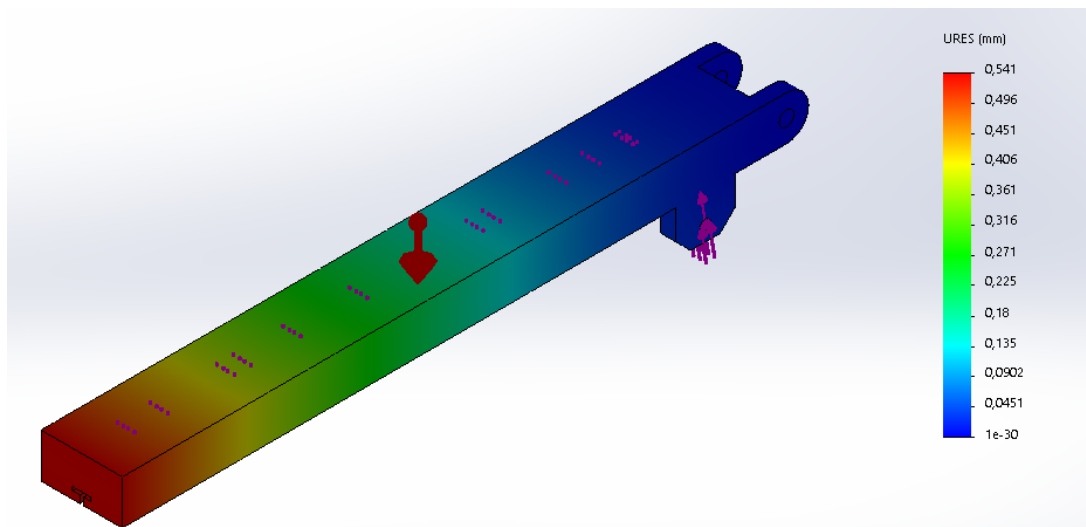


Figura 52: Tensión de Von Mises en los pasadores, brazo superior de aluminio [52]

Como se puede ver la tensión máxima a la que está sometido el brazo superior se da en los orificios para pasadore al igual que en el estudio realizado con acero. En este caso el valor de tensión máximo es menor pues pasa de 15.5 MPa a aproximadamente 6.5 MPa, que siguen estando lejos del valor límite de 235 MPa, por lo que se puede garantizar un óptimo funcionamiento.



*Figura 53: Desplazamientos en brazo superior de aluminio [53]*

En el caso de los desplazamientos con esta aleación de aluminio se dobla el valor en comparación con el acero S235, aunque sigue sin llegar al valor del milímetro.

3.1.2.2. BRAZO SUPERIOR

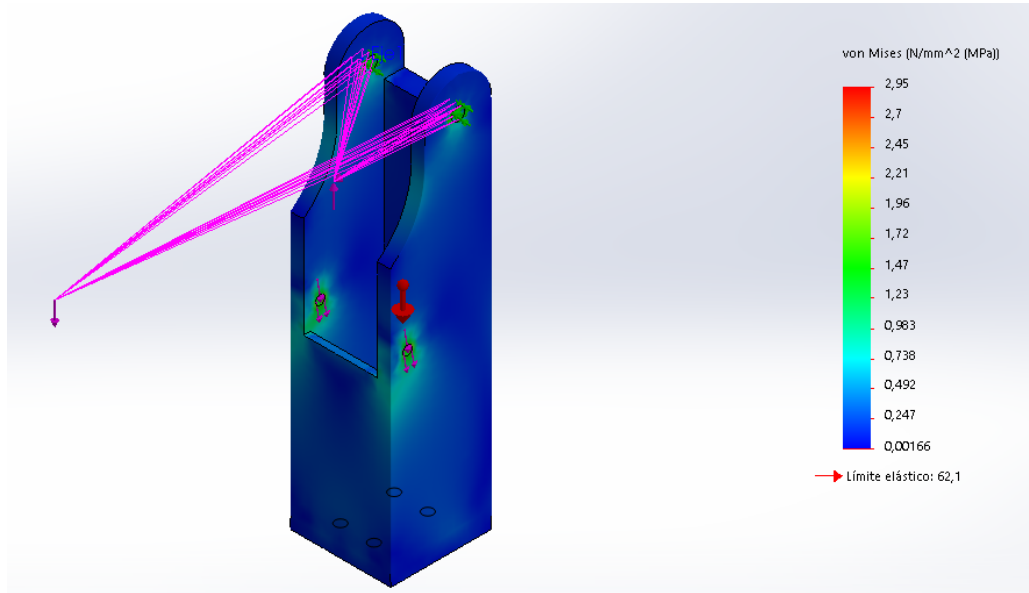


Figura 54: Tensión de Von Mises en la columna de aluminio [54]

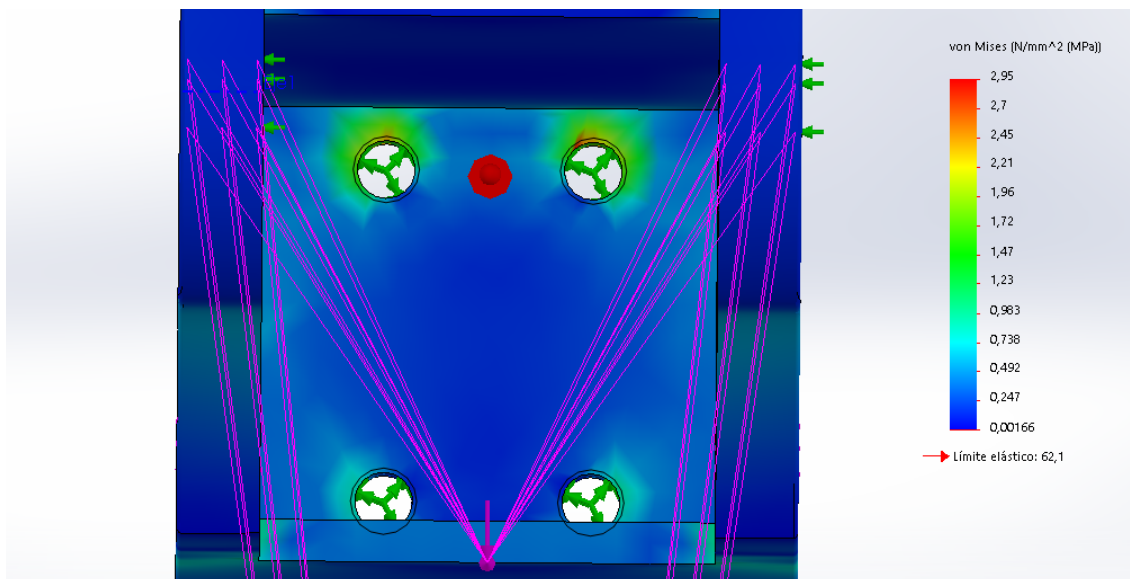


Figura 55: Tensión de Von Mises unión con la base, columna de aluminio [55]

En cuanto a la columna se refiere, el valor máximo de tensión se da otra vez en la unión atornillada de la base al igual que sucede con al acero. En este caso el valor máximo es de 2.95 MPa por lo que el diseño es correcto,

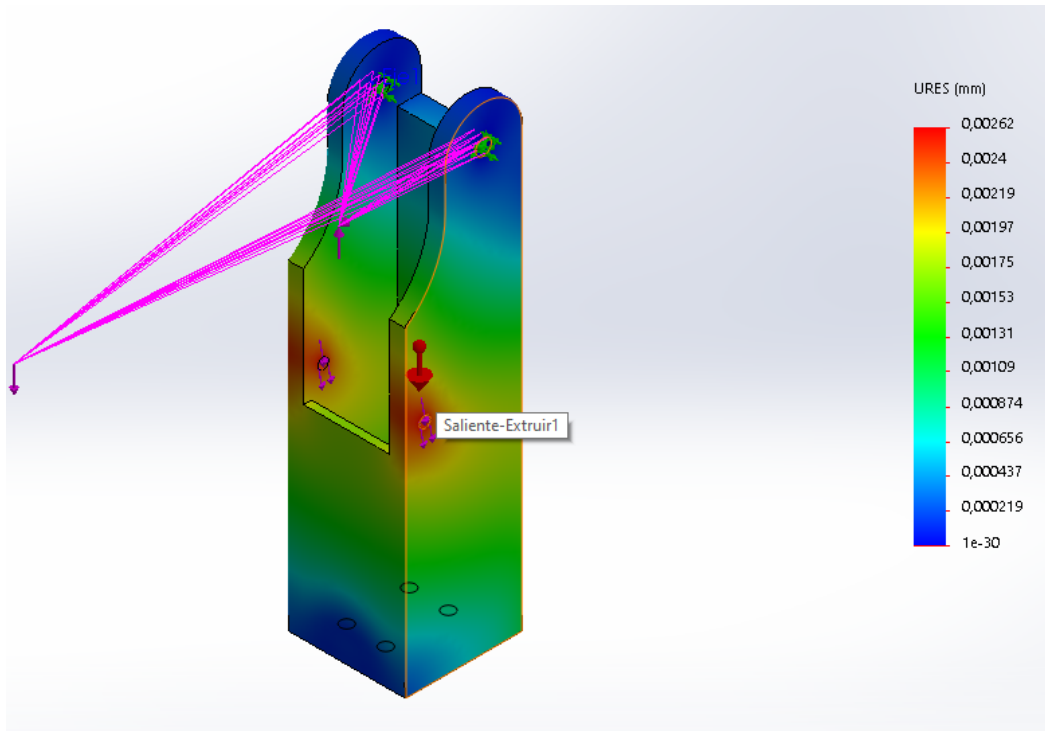


Figura 56: Desplazamientos en la columna de aluminio [56]

El elemento presenta un desplazamiento prácticamente nulo.



## 3.2. PROTOTIPO 4

### 3.2.1. MATERIAL S235

#### 3.2.1.1. BRAZO SUPERIOR

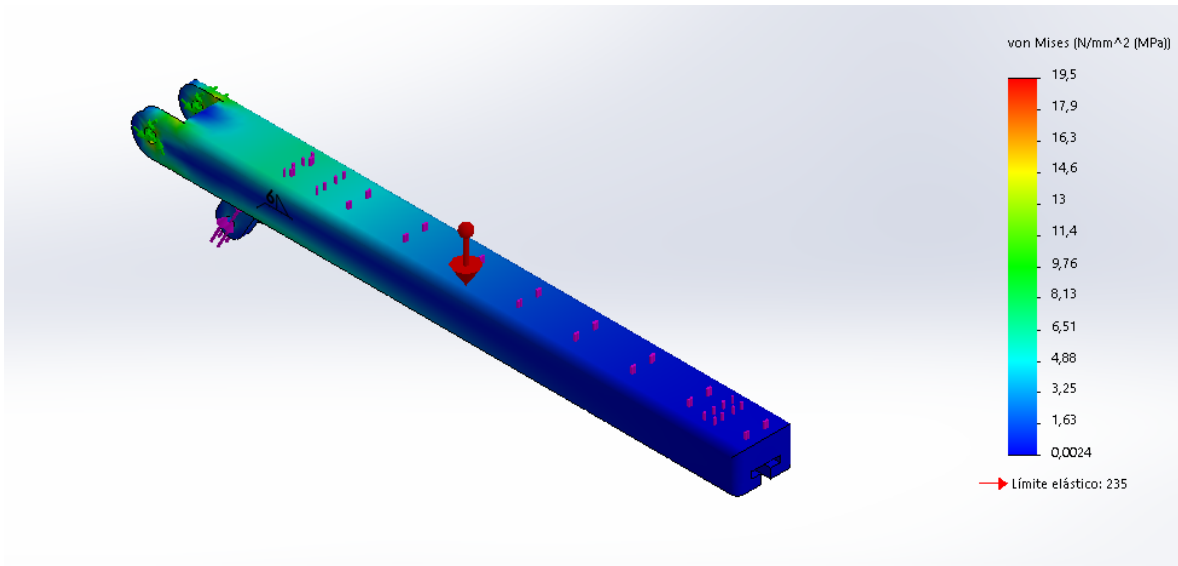


Figura 57: Tensión de Von Mises en brazo superior de acero [57]

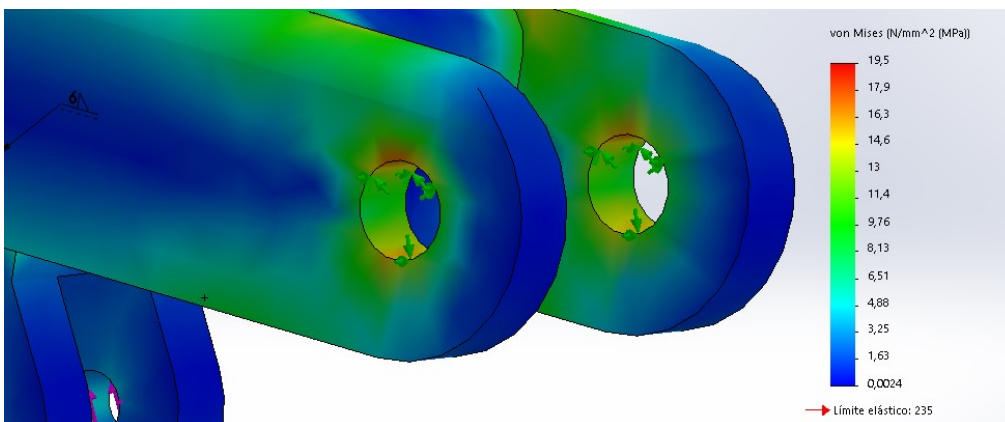
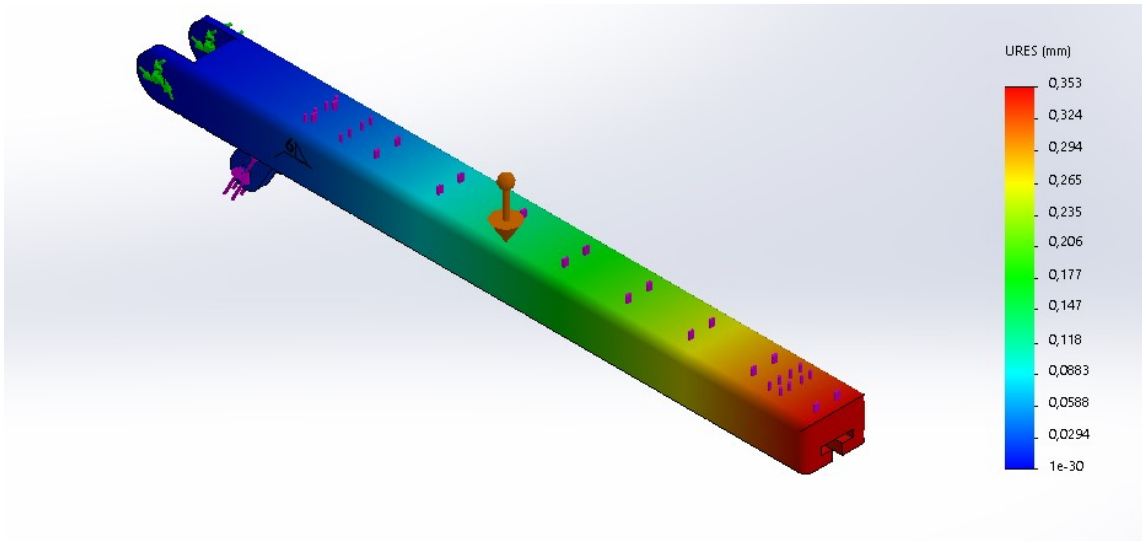


Figura 58: Tensión de Von Mises en los pasadores, brazo superior de acero [58]

La tensión máxima en el brazo del prototipo 4 se da en los orificios para los pasadores de unión entre brazo y columna. El valor de 19.5 MPa se encuentra dentro del rango del acero S235 de su límite elástico



*Figura 59: Desplazamientos en brazo superior de acero [59]*

Respecto a los desplazamientos obtenidos mediante simulación, se observa que el valor de 0.353 mm es mayor que el prototipo 3. Esto se debe a que el brazo para este diseño se propuso con una mayor longitud, aunque a pesar de ello es despreciable debido a su magnitud.

3.2.1.2. COLUMNA

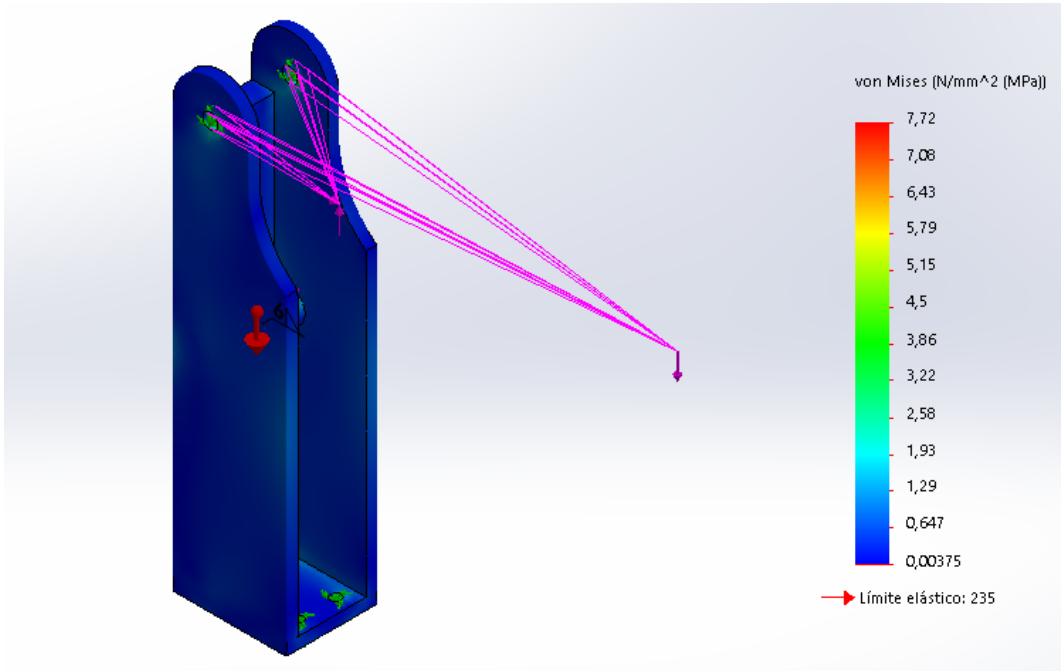


Figura 60: Tensión de Von Mises en la columna de acero [60]

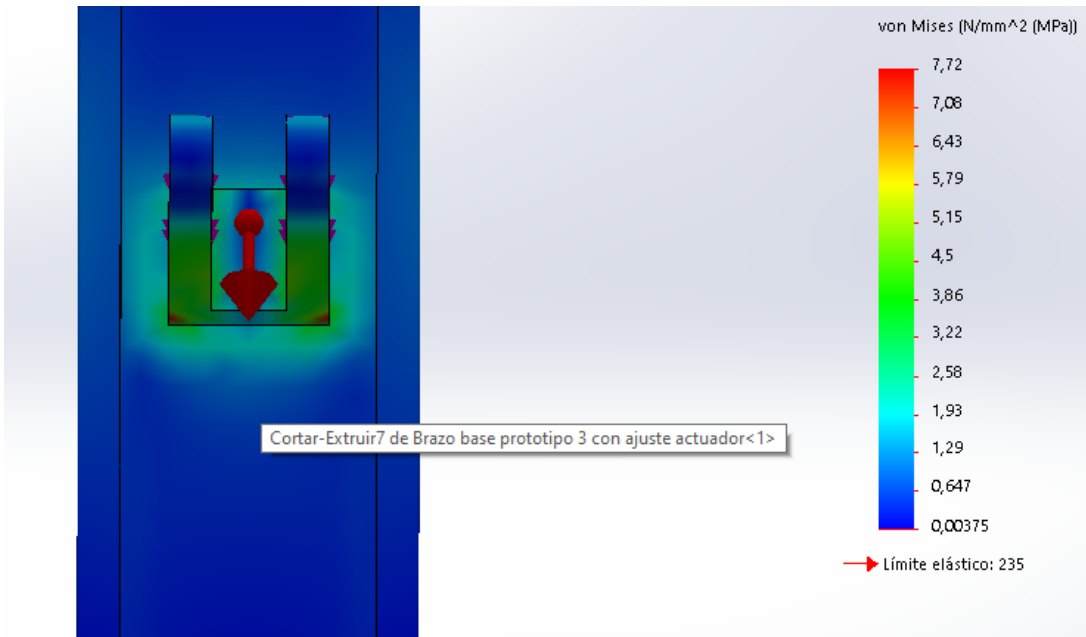
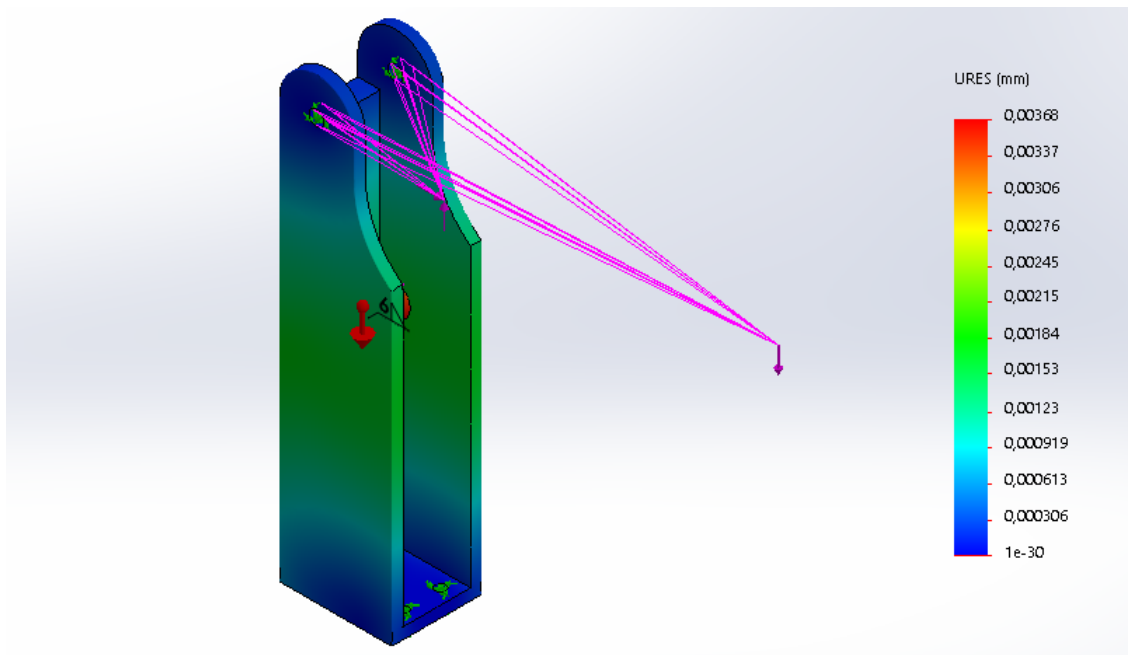
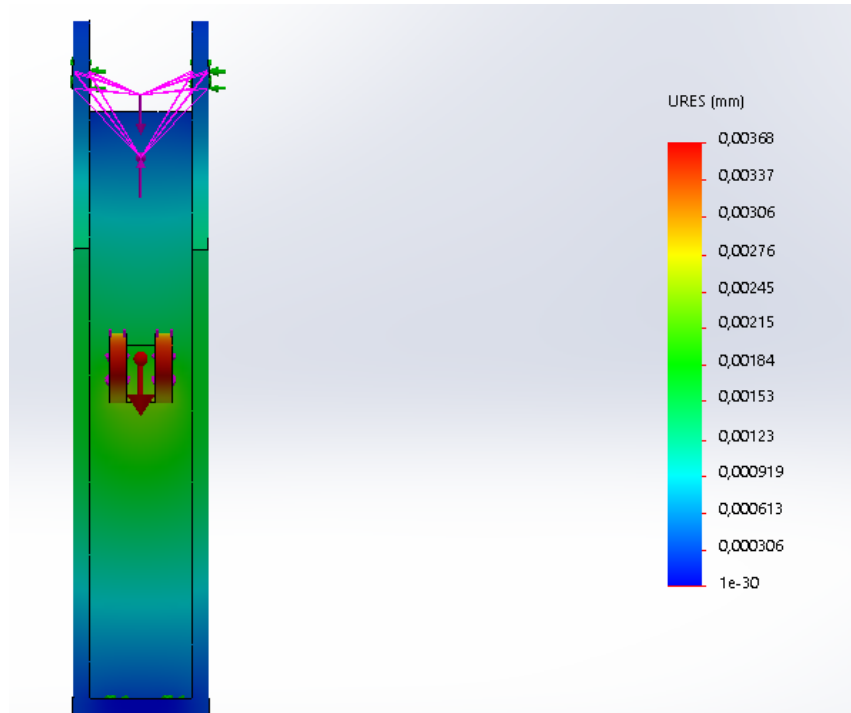


Figura 61: Tensión de Von Mises en la soldadura del soporte inferior, columna de acero [61]

El valor máximo de tensión obtenido es de 7.72 Mpa y está en la zona de unión entre la columna y las orejas de sujeción. Esta tensión se podría reducir ampliando el grosor del cordón de soldadura que une ambas piezas, pero al estar tan por debajo del límite elástico se considera innecesario.



*Figura 62: Desplazamientos en la columna de acero [62]*



*Figura 63: Desplazamientos en el soporte inferior, columna de acero [63]*

La oreja de sujeción es la zona del elemento que sufre un mayor desplazamiento, aunque se desprecia debido a ser menor que un milímetro.

### 3.2.2. MATERIAL ALUMINIO 6061

#### 3.2.2.1. BRAZO SUPERIOR

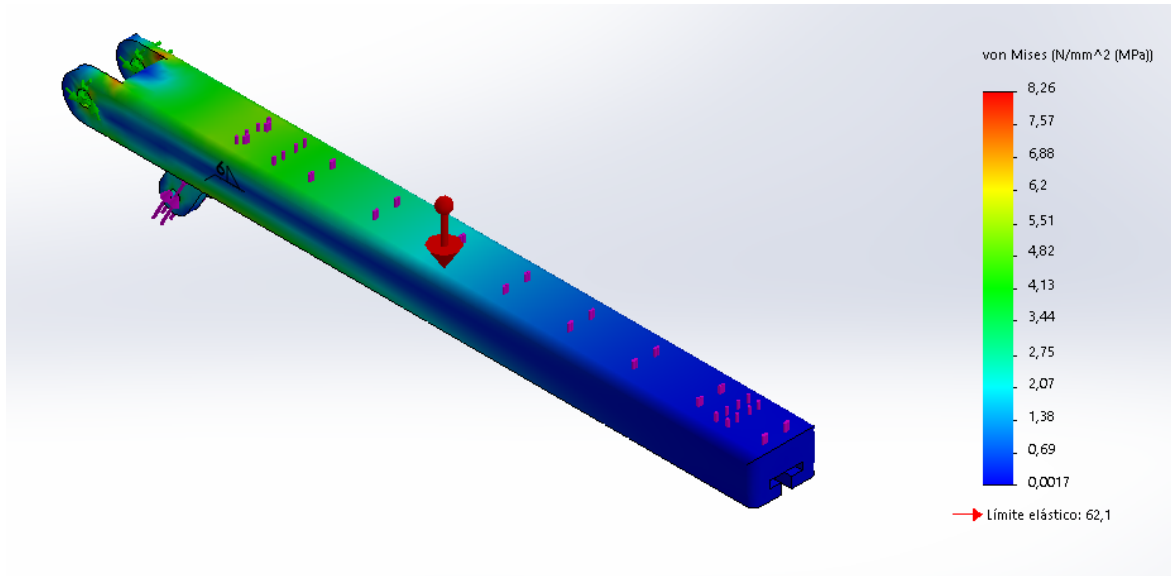


Figura 64: Tensión de Von Mises en brazo superior de aluminio [57]

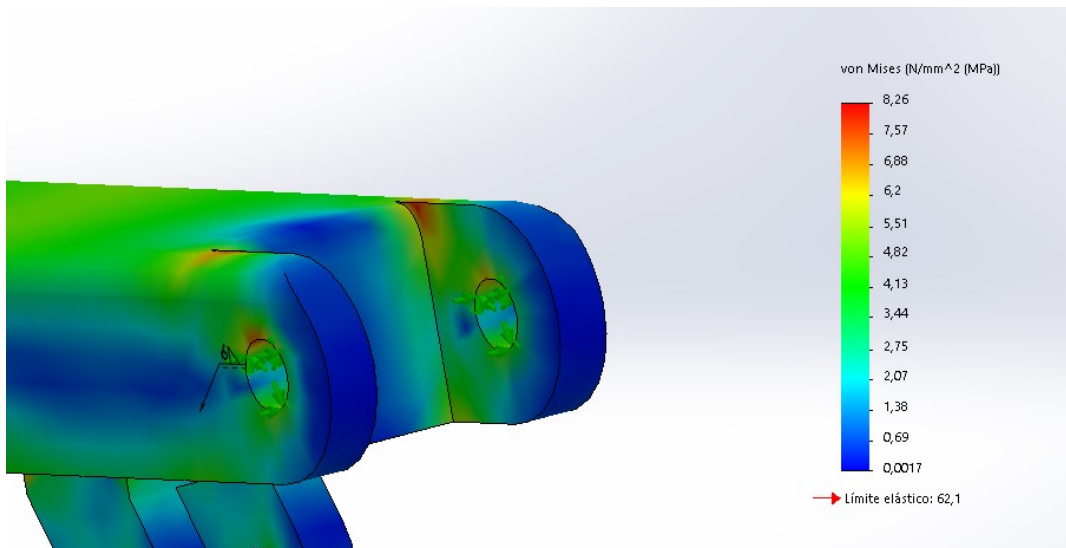
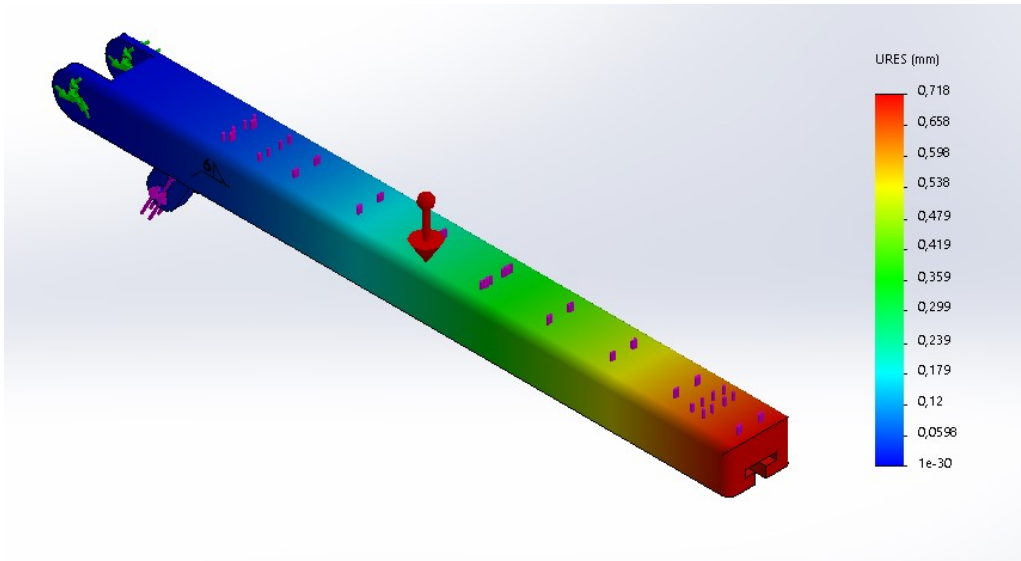


Figura 65: Tensión de Von Mises en los pasadores, brazo superior de aluminio [65]

En esta ocasión la tensión máxima se da en las orejas de unión que presenta el brazo. Tiene un valor de 8.26 MPa que sigue lejos del límite elástico de la aleación de aluminio.

En el caso de escoger este material para la realización del proyecto se puede solucionar con un aumento del grosor de dicha zona de unión



*Figura 66: Desplazamientos en brazo superior de aluminio [66]*

Con esta aleación de aluminio se obtiene de nuevo un valor de desplazamiento por debajo del milímetro, por tanto, no se considera este dato a la hora de elegir entre materiales.

### 3.2.2.2. COLUMNA

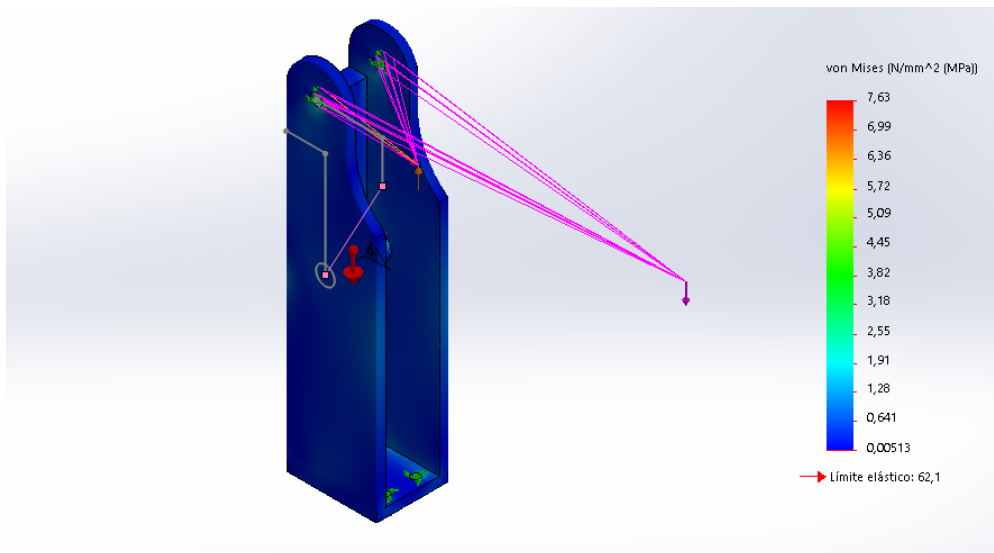


Figura 67: Tensión de Von Mises en la columna de aluminio [67]

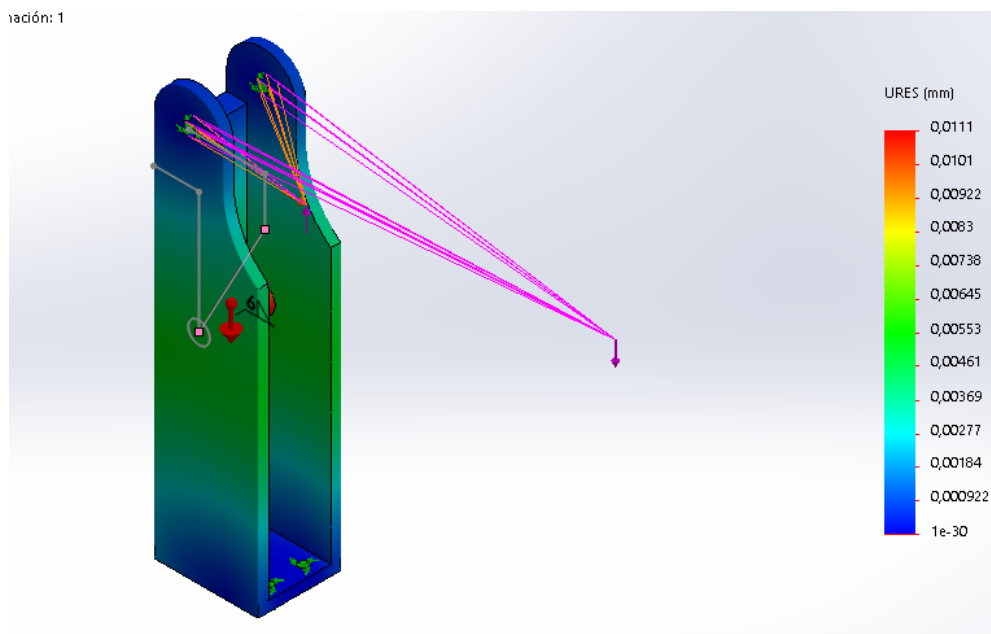


Figura 68: Desplazamientos en la columna de aluminio [68]

Para el caso de análisis de la columna con aleación de aluminio se observa que el comportamiento de los elementos es el mismo que se da con el acero. La tensión máxima se



encuentra en las orejas de sujeción al igual que el caso de aluminio, además de obtener valores de tensión prácticamente iguales.

En cuanto a los desplazamientos nos encontramos con el mismo resultado que el resto de análisis realizados, un valor por debajo del milímetro el cual es despreciable.

#### **4. CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos de las simulaciones realizadas para desplazamiento muestran valores despreciables en todos los casos. Esto significa que la pieza cumple con las condiciones de diseño y que estos valores no se tienen en cuenta a la hora de escoger entre ambos materiales.

Respecto a las simulaciones de tensión de Von Mises, todos los casos analizados funcionan de manera óptima lejos del valor del límite elástico de cada material.

La diferencia de ambos materiales es prácticamente mínima, pues en ambos los desplazamientos se desprecian y las tensiones están dentro de los límites impuesto. Por ello para la elección de que material utilizar se mira el factor económico, pues funcionalmente ambos cumplen con las restricciones impuestas.

El material seleccionado para el dispositivo de incorporación y asistencia es el acero S235.



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**ESTUDIO PRELIMINAR DE UN DISPOSITIVO DE ASISTENCIA E  
INCORPORACIÓN DE PERSONAS CON PROBLEMAS DE MOVILIDAD**

## **ANEXO III: CATÁLOGOS**

ALUMNO: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ

TUTORES: ROSA NAVARRO TRUJILLO

SEPTIEMBRE, 2021



# CAHB-22E

## Linear actuator

### Benefits

- High productivity
- Reliability and safety
- Save development time
- Cost effectiveness

### Features

- High force
- High speed
- High holding force
- Mechanical overload protection
- Enhanced ingress protection
- Corrosion protection and stainless steel tube
- Manual override option
- Virtuality maintenance free



### Technical data

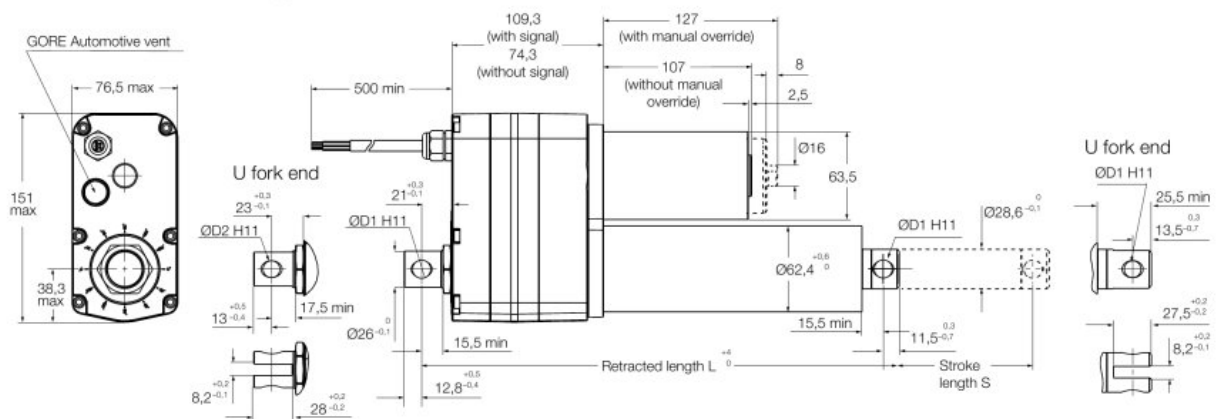
Designation	Unit	CAHB-22E / 12 V				CAHB-22E / 24 V			
<b>Performance data</b>									
Rated Push Force	N	2 300	3 500	6 800	10 000	2 300	3 500	6 800	10 000
Rated Pull Force	N	2 300	3 500	6 800	10 000	2 300	3 500	6 800	10 000
Max pull / push Force <sup>1)</sup>	N	3 500	4 900	9 500	14 000	3 500	4 900	9 500	14 000
Holding force <sup>2)</sup>	N								
Speed without load	mm/s	55,0	45,0	22,0	13,0	53,0	45,0	22,0	13,0
Speed with the rated force	mm/s	42,0	36,0	15,5	10,2	42,0	37,0	17,0	10,2
<b>Electric data</b>									
Nominal voltage	V DC	12	12	12	12	24	24	24	24
Nominal current @ rated load	A	18	19,5	19,5	19	8	9,5	9,5	8,5
Rated current (clutch activation)	A	24,3	25,5	25,5	25	10,6	12,3	12,3	10,9
Duty cycle	%	10% (85/765 s)	10% (85/765 s)	10% (85/765 s)	10% (85/765 s)	20% (85/340 s)	20% (85/340 s)	20% (85/340 s)	20% (85/340 s)
<b>Mechanical data</b>									
Stroke	mm	50 ... 700	50 ... 700	50 ... 610	50 ... 450	50 ... 700	50 ... 700	50 ... 610	50 ... 450
Backlash	mm	1,0	1,0	0,6	0,6	1,0	1,0	0,6	0,6
Weight for 200 mm stroke	kg	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Colour	-	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black
<b>Environment and standards</b>									
Ambient temperature	°C	-40 ... 85	-40 ... 85	-40 ... 85	-40 ... 85	-40 ... 85	-40 ... 85	-40 ... 85	-40 ... 85
Degree of protection	-	IP 69K/66M							
Standards / EMC	-	EN61000-6-2:2005, EN61000-6-4:2007/A1:2011							
Salt spray test	-	ISO 9227:2012, 250 hours							

<sup>1)</sup> Upper limit of the pull/push force limited by the clutch. The lower limit is just above the rated force. The limitation of the force will happen between these 2 limits  
<sup>2)</sup> Ultimate Static Load, refer to the "Static load" diagrams

## Technical data

Designation	Unit	CAHB-22E / 48 V			
<b>Performance data</b>					
Rated Push Force	N	2 300	3 500	6 800	10 000
Rated Pull Force	N	2 300	3 500	6 800	10 000
Max pull / push Force <sup>1)</sup>	N	3 500	4 900	9 500	14 000
Holding force <sup>2)</sup>	N				
Speed without load	mm/s	57,0	45,0	22,0	13,0
Speed with the rated force	mm/s	50,0	37,0	18,5	10,2
<b>Electric data</b>					
Nominal voltage	V DC	48	48	48	48
Nominal current @ rated load	A	4,5	5	5	5
Rated current (clutch activation)	A	6,5	7	7	5,5
Duty cycle	%	20% (85/340 s)	20% (85/340 s)	20% (85/340 s)	20% (85/340 s)
<b>Mechanical data</b>					
Stroke	mm	50 ... 700	50 ... 700	50 ... 610	50 ... 450
Backlash	mm	1,0	1,0	0,6	0,6
Weight for 200 mm stroke	kg	4,8	4,8	4,8	4,8
Colour	-	Black	Black	Black	Black
<b>Environment and standards</b>					
Ambient temperature	°C	-40 ... 85	-40 ... 85	-40 ... 85	-40 ... 85
Degree of protection	-	IP 69K/66M			
Standards / EMC	-	EN61000-6-2:2005, EN61000-6-4:2007/A1:2011			
Salt spray test	-	ISO 9227:2012, 250 hours			

## Dimensional drawing



	Rod end attachment (D1)					U fork attachment (D2)	
Holes symbol	A	B	C	D	E	F	G
Hole dimension	13,1	12,8	12,5	14	12,2	12,2	12,8

	Rod end attachment		U fork attachment	
S Stroke [mm]	50-305	306-700	50-305	306-700
L <sub>r</sub> retracted length no option	194 + stroke	229 + stroke	206 + stroke	241 + stroke
L <sub>r</sub> retracted length with LS	200 + stroke	235 + stroke	212 + stroke	247 + stroke
L <sub>r</sub> retracted length with signal	229 + stroke	264 + stroke	241 + stroke	276 + stroke
L <sub>r</sub> retracted length with LS and signal	235 + stroke	270 + stroke	247 + stroke	282 + stroke

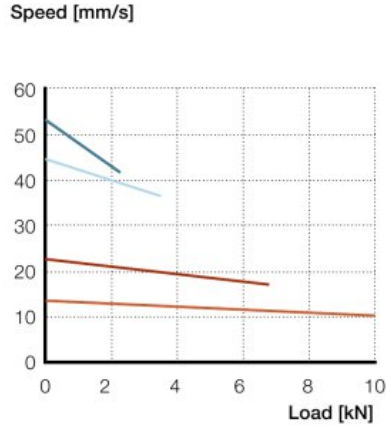
Tolerance L<sub>r</sub>: Stroke S

<sup>1)</sup> Tolerance S, if S ≤ 300 (+2); if S > 300 (+3)

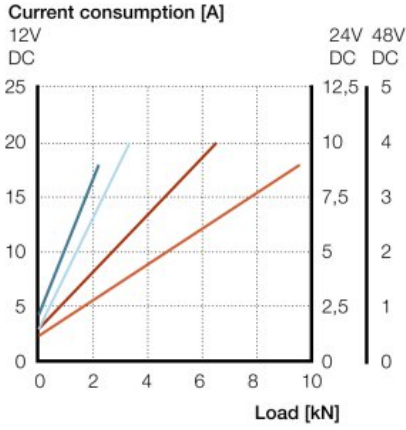
<sup>2)</sup> Tolerance S, if S ≤ 300 (-2, -0,5); if S > 300 (-3, -1)

**Performance diagrams**

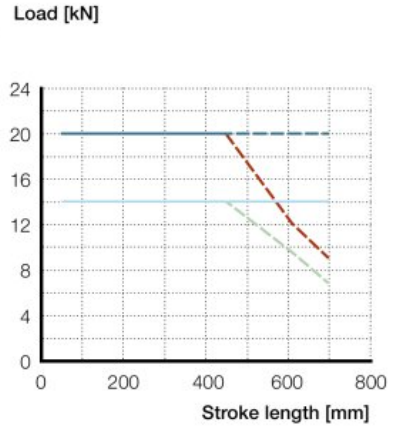
**Speed-load diagram**



**Current load diagram**



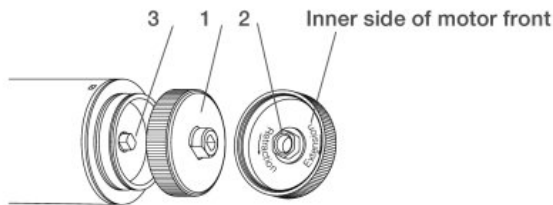
**Static load diagram**



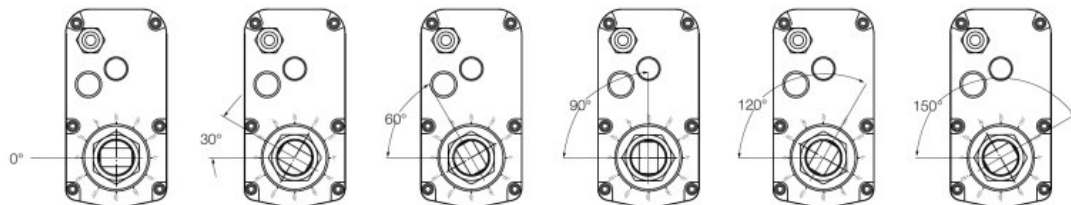
- Rated push force 2 300
- Rated push force 3 500
- Rated push force 6 800
- Rated push force 10 000
- Ultimate CAHB-22-xxE (push)
- Ultimate CAHB-22-xxE (pull)
- Recommended CAHB 22-xxE (push)
- Recommended CAHB 22-xxE (pull)

**Manual override**

Release the motor cover (1). Use the slot (2) to rotate the motor shaft (3) in the proper direction



**Attachment**



## Electrical specifications

### Wire connection with no signal

Wire no. AWG Colour Application

1	14	Red	Motor power(+)=> Extension, (-)=> Retraction
2	14	Black	Motor power(-)=> Extension, (+)=> Retraction

### Wire connection with potentiometer

Wire no. AWG Colour Application

1	22	Green	See picture description
2	22	White	See picture description
3	22	Brown	See picture description
4	14	Red	Motor power(+)=> Extension, (-)=> Retraction
5	14	Black	Motor power(-)=> Extension, (+)=> Retraction

### Wire connection with encoder

Wire no. AWG Colour Application

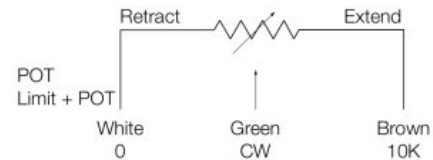
1	26	Green	Sensor signal 1	Encoder
2	26	Yellow	Sensor signal 2	Encoder
3	26	Black	Sensor power GND	Encoder
4	26	Red	Sensor power 5 V	Encoder
5	14	Red	Motor power(+)=> Extension, (-)=> Retraction	
6	14	Black	Motor power(-)=> Extension, (+)=> Retraction	

### Wire connection with absolute analog output

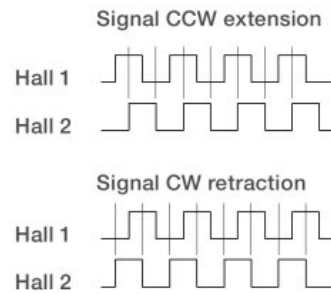
Wire no. AWG Colour Application

1	22	Green	Output signal
2	22	White	Sensor power GND
3	22	Brown	Sensor power +10~55 VDC
4	14	Red	Motor power(+)=> Extension, (-)=> Retraction
5	14	Black	Motor power(-)=> Extension, (+)=> Retraction

### Potentiometer

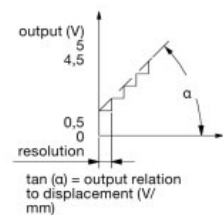


### Encoder



### Absolute analog position output

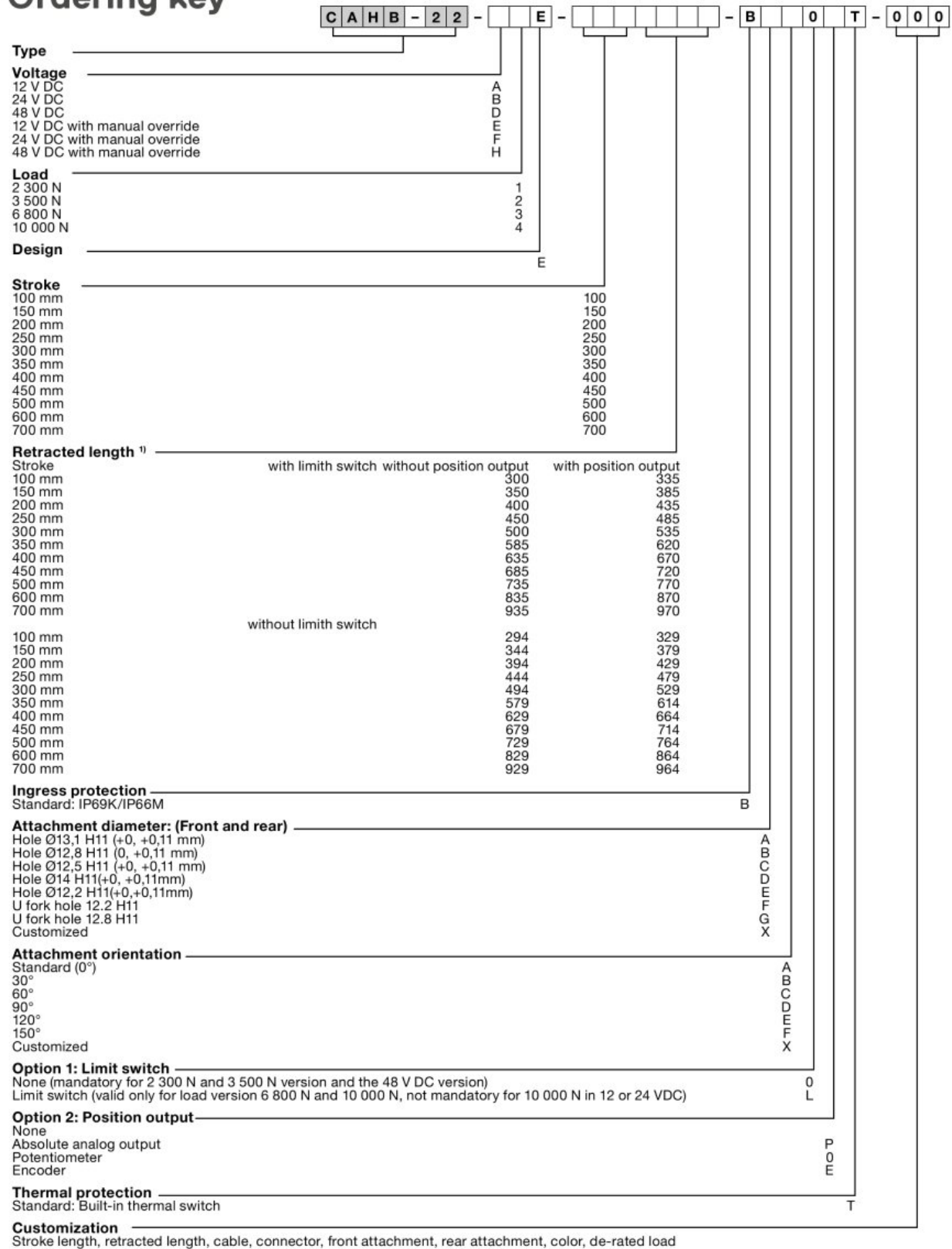
Input voltage: 10~55 V DC  
 Current consumption: 15 mA max.  
 Output analog signal (voltage): 0~5 V DC  
 Max current output: 5 mA  
 Absolute analog output set up:  
 retraction  $0,5 \pm 0,15$  V  
 extension 4,5 to the maximum



### Output relation to displacement and resolution

Actuator type	Hall sensor [pulses/mm]	Potentiometer [ohm/mm]	Absolute analogue position output [V/mm]	Resolution of the absolute analog position output [mm]
CAHB-22...1E	1,4	30 if S=050-254	0,0150 if S=050-254	0,0814 if S=050-254
CAHB-22...2E	1,4	15 if S=255-508 5 if S=509-700	0,0075 if S=255-508 0,0025 if S=509-700	0,1638 if S=255-508 0,4883 if S=509-700
CAHB-22...3E	2,8	60 if S=050-254	0,030 if S=050-254	0,0407 if S=050-254
CAHB-22...4E	2,8	30 if S=255-508 10 if S=509-700	0,015 if S=255-508 0,005 if S=509-700	0,0814 if S=255-508 0,2441 if S=509-700

# Ordering key

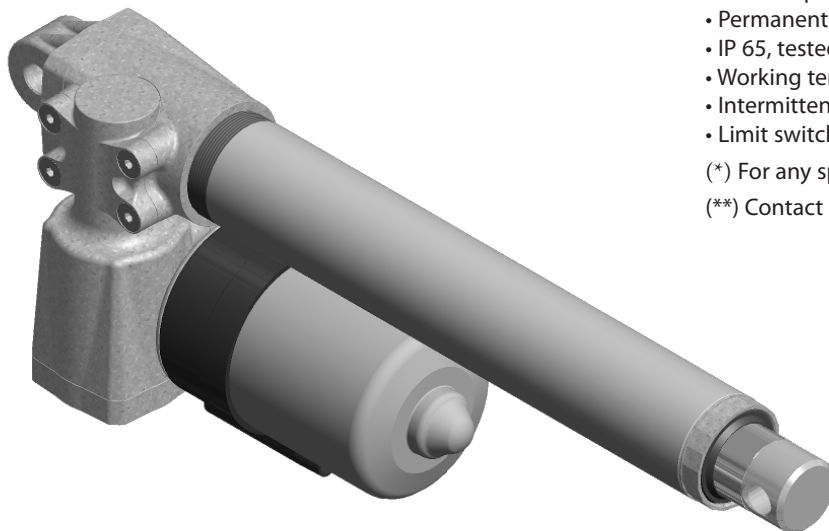


<sup>1)</sup> Retracted length +12mm when attachments U fork are used.  
 In standard, the actuators are IP69K / IP66M and equipped with GORE Automotive vent, built-in thermal protection, protection Clutch and EMC filter.




## ALI2-P Model CE

- Permanent magnet motor CE
  - Double worm gearbox
  - Acme lead screw or ballscrew (VRS)\*\*
  - Chrome plated steel push rod
  - Permanent grease lubrication
  - IP 65, tested according to rule CEI EN 60529
  - Working temperature range -10°C +60°C
  - Intermittent duty S3 30% (5 min) a 30°C\*
  - Limit switches, potentiometer and encoder on request
- (\*) For any special duty please contact our technical dept.  
 (\*\*) Contact our technical dept.



ALI2-P (Vdc)						
Fmax (N)	Speed (mm/s)	Version	Motor size	Motor Power (KW)	Motor speed (rpm)	Max Current for F max(A) 24Vdc
2400	30	M01	61.5	-	4000	8,2
2600	20	M02	61.5	-	4000	7,8
3000	15	M03	61.5	-	4000	6
4200	10	M04	61.5	-	4000	7
4200	7	M05	61.5	-	4000	5,8
4200	5	M06	61.5	-	4000	4,8
4200	2.5	M07	61.5	-	4000	3,2
4200	1.2	M08	61.5	-	4000	2,6
4200	0.6	M09	61.5	-	4000	1,8

\*\*

When stroke is longer than 350mm, check STROKE SETUP section.

\*\*For 12 Vdc power supply currents are doubled and loads are 20% lower.

BEFORE OPERATING ACTUATOR MAKE SURE YOU READ AND UNDERSTOOD BASIC OPERATIONAL INSTRUCTIONS SHOWN ON USERMANUALS, AVAILABLE FROM WEBSITE.

THIS DOCUMENT DISPLAYS MOST TYPICAL STANDARD FEATURES AND SETUPS: CONTACT OUR OFFICES FOR MORE.

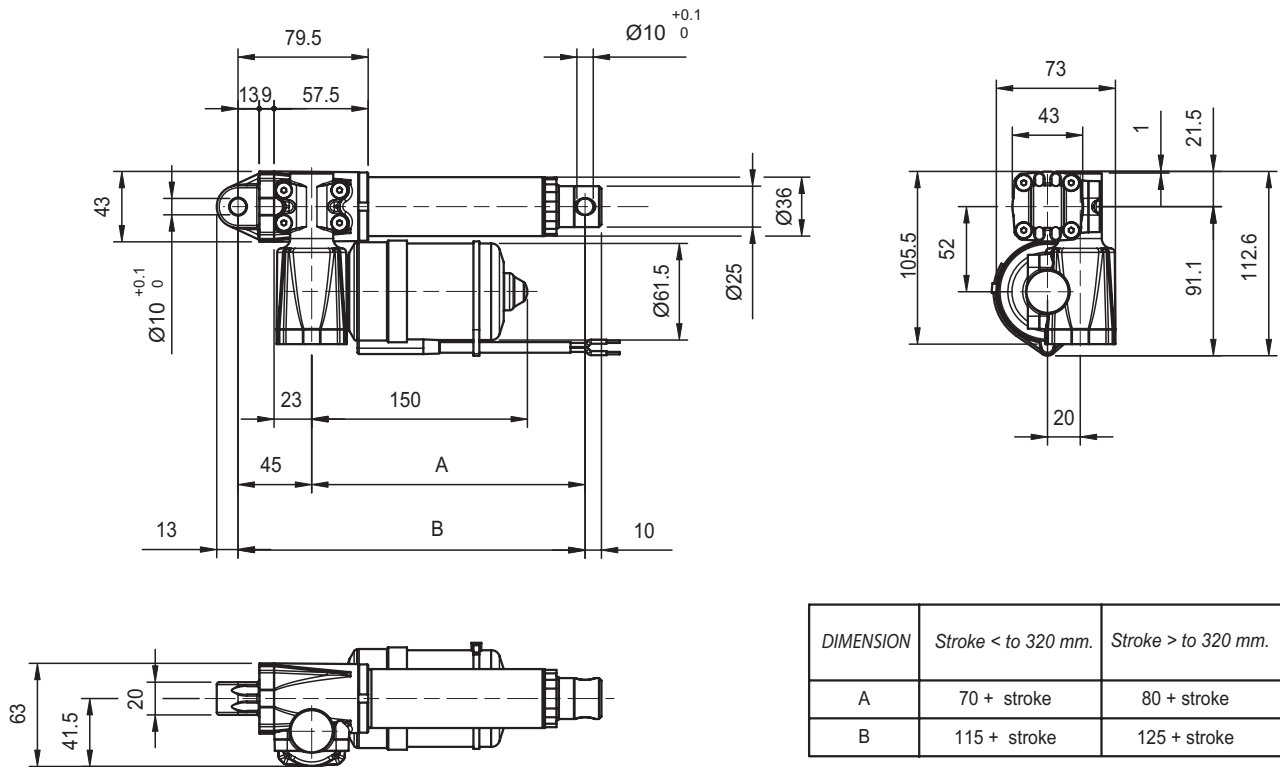
ACTUATOR SHALL NOT COME TO **MECHANICAL STROKE-END**, TO AVOID **FAILURES**.

CONSIDER MECVEL's LIMITSWITCHES ( MODEL ALI2-F or ALI2-FCM) OR PUT THEM ON MACHINE/FRAME.

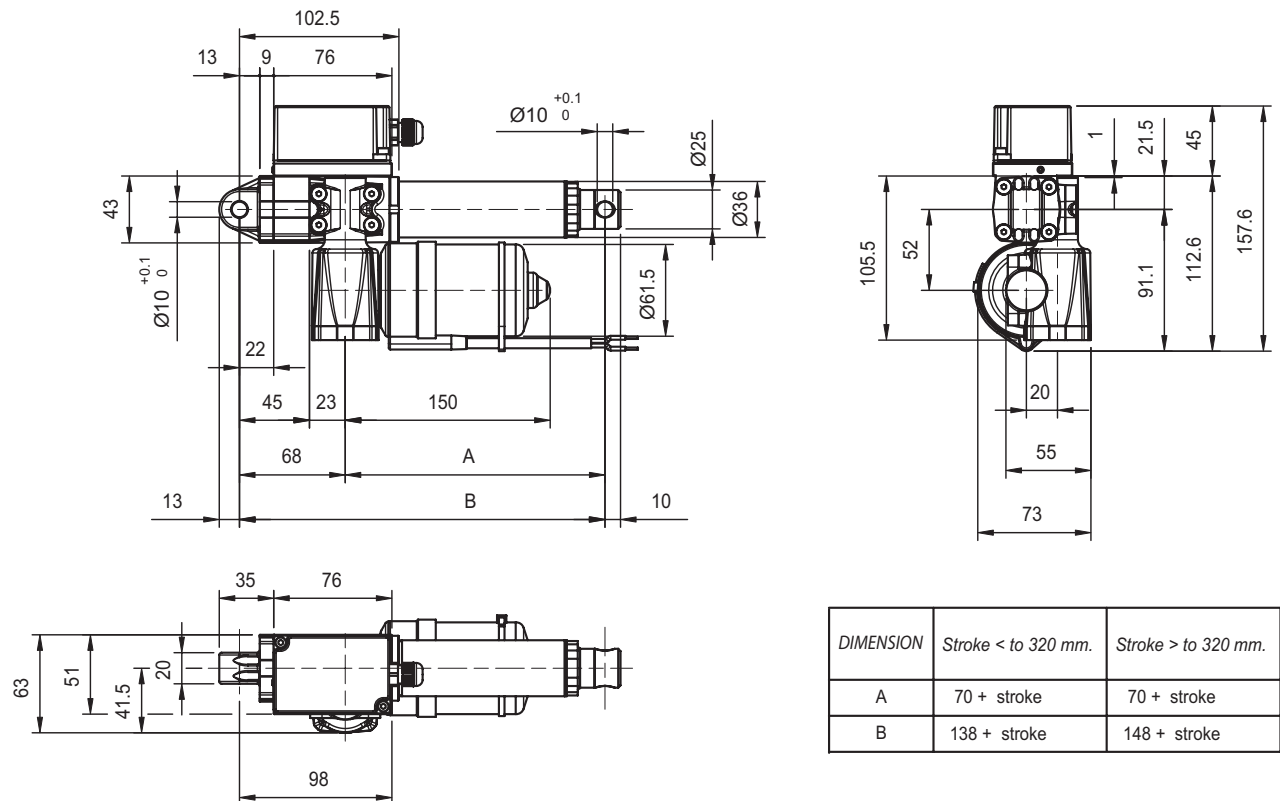


MecVel reserves the right to change products information and/or features without notice; all data contained in this catalogue are purely indicative and not binding for the company.

### AL12-P Version without limitswitches



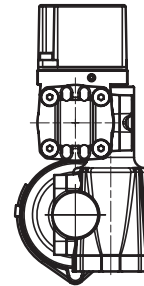
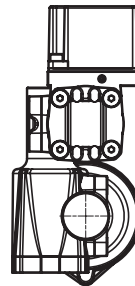
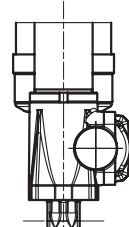
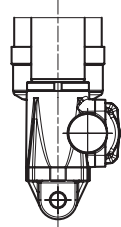
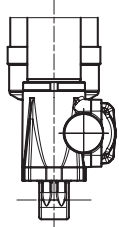
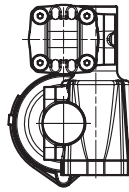
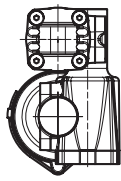
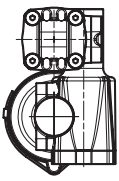
### AL12-P-F Version with limitswitches



## REAR ENDS

## MOTOR POSITION

## MOTOR AND LIMIT SWITCHES POSITION



P1 Standard

P2 Rotated 90°

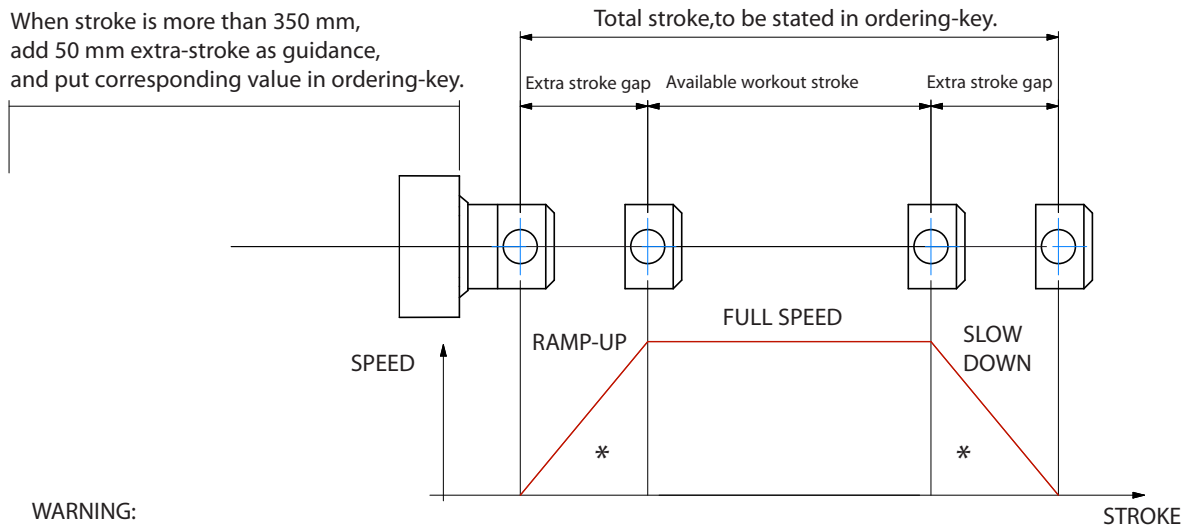
M0

M1 FC1

M0 FC1

**STROKE SETUP:** Useful tips for handling stroke and avoid run-on-block collision.

When stroke is more than 350 mm, add 50 mm extra-stroke as guidance, and put corresponding value in ordering-key.



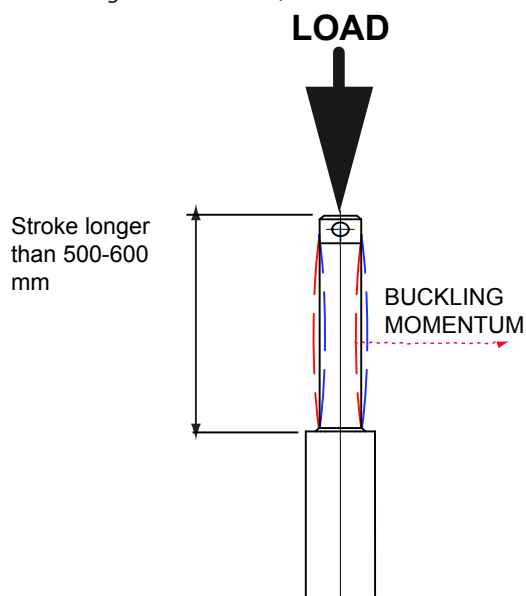
WARNING:

SPEED-TIMING ALONG STROKELENGTH:

ramps are extremely important with high speed !!! Inverter or PWM drive recommended!

\* The more speed raises the more extra stroke has to raise too.

**BUCKLING:** With strokes longer than 500mm, BUCKLING can be a risk: please check mounting with our offices and/or see usermanuals.



IMPORTANT:

Long strokes, even if load is low, can generate significant buckling momentums, as sketch slows.

This happens when actuator is in its all-opened position: that's the reason why we recommend 100 mm extra-stroke.

Pushtube will have this 100 mm-portion always inside the overtube, improving guidance against buckling.

For more information on this, contact our office.

## ORDERING KEY

ALI2P / 0250 / M01 / 61,5-24 / 2FC1 / P0T01A / E01 / M0FC1 / P1 / A1

**MODEL:**

ALI2-P ALI2-PF  
ALI2-P-FCM

**STROKE:**

es. 250 mm = 0250

**VERSION:** (pag.25)

M01 / M02 / M03 / M04 / M05 / M06 / M07 / M08 / M09

M00 = Not standard speed

**MOTOR:** (available)

12 = 12 Vcc

24 = 24 Vcc

**LIMIT SWITCHES:** (Pag. ACCESORIES)

None: Leave blank

**POTENTIOMETER:** (Pag. ACCESORIES)

POT01A (1Kohm) POT10A (10Kohm) None: / Leave blank

**ENCODER:** (Pag. ACCESORIES)

None: Leave blank

**LIMIT SWITCHES POSITION:** (Pag. ACCESORIES)

M0FC1 M1FC1 None: Leave blank

**REAR END:**

P1 = Eyelet (standard)

P2 = Eyelet (90°)

**FRONT END:**

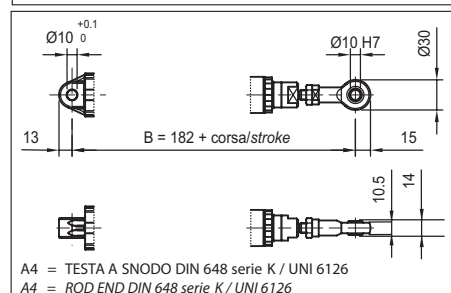
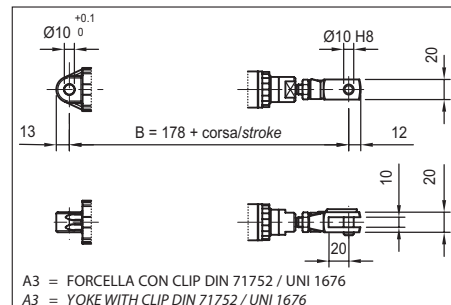
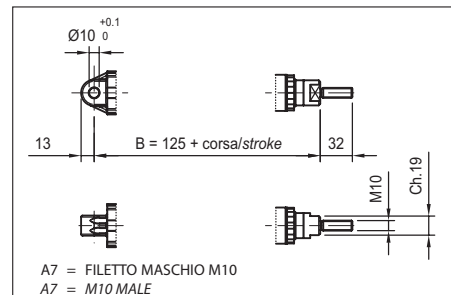
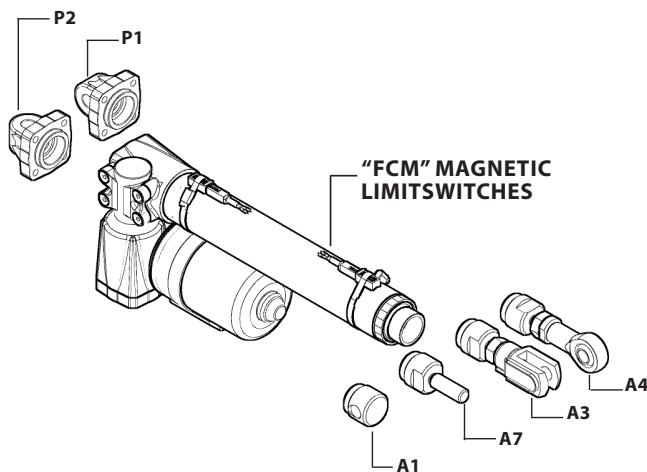
A1 = Eyelet (Std pag.28)

A4 = Rod end

A3 = Yoke + Clip

A7 = M10 male

**NOTE:** COMPLETE THE ORDERING KEY ADDING THE OPTIONS YOU CAN FIND IN THE "ACCESSORIES AND OPTIONS" SECTION.



**Note:** "B" dimension changes according to model

ALI2-P= See pictures

With safety nut "G" = + 30 mm

ALI2-P stroke > 320 mm = + 10 mm

Bellows = + 20mm

ALI2-PF = + 23 mm

ALI2-PF stroke > 320 mm = +33

ALI2-P-FCM = + 33 mm

ALI2-P-FCM stroke > 320 mm = +43 mm



**Industrias  
UGATU s.l.**

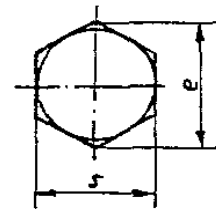
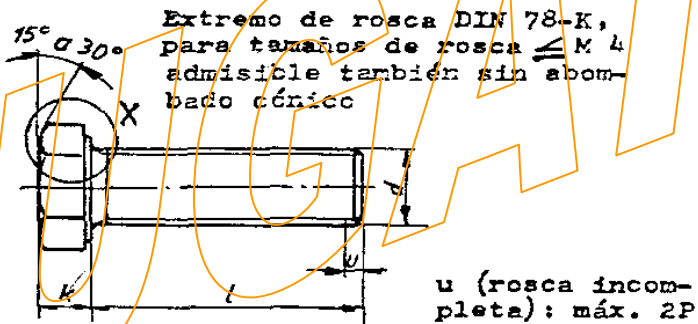


C/ Tellería, 9  
20570 Bergara (Gipuzkoa)  
Telf: 943-769823 / Fax: 943-769824

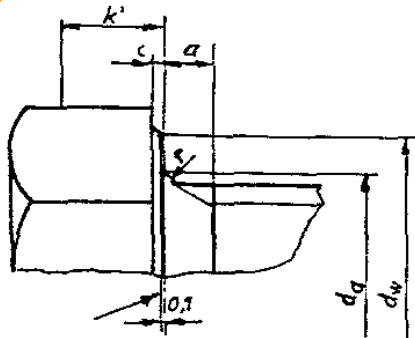
## FICHA TÉCNICA

### TORNILLO HEXAGONAL DIN 933

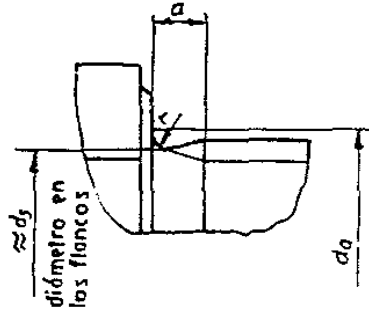
#### Medidas



forma admisible



X



k' altura mínima para la  
aplicación de la llave  
(0,7 k mín.)

Tabla

Rosca d		M 1,6	M 2	M 2,5	M 3	(M 3,5)	M 4	M 5	M 6							
P <sup>1)</sup>		0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	1							
B <sup>2)</sup>	máx.	1,05	1,2	1,35	1,5	1,6	2,1	2,4	3							
c	mín.	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15							
	máx.	0,25	0,25	0,25	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5							
d <sub>a</sub>	máx.	2	2,6	3,1	3,6	4,1	4,7	5,7	6,8							
d <sub>w</sub>	mín. clase de producto	A	2,4	3,2	4,1	4,6	5,1	5,9	6,9	8,9						
		B	-	-	-	-	-	5,7	6,7	8,7						
e	mín. clase de producto	A	3,41	4,22	5,45	6,01	6,58	7,66	8,79	11,05						
		B	-	-	-	-	-	7,5	8,63	10,89						
k	medida nominal		1,1	1,4	1,7	2	2,4	2,8	3,5	4						
	A	mín.	0,98	1,28	1,58	1,88	2,28	2,68	3,35	3,85						
		máx.	1,22	1,52	1,82	2,12	2,52	2,92	3,65	4,15						
	B	mín.	-	-	-	-	-	2,6	3,26	3,76						
máx.		-	-	-	-	-	3	3,74	4,24							
k'	mín.	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,28	2,63							
r	mín.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25							
s	máx. = medida nominal s		3,2	4	5	5,5	6	7	8	10						
	mín. clase de producto	A	3,02	3,82	4,82	5,32	5,82	6,78	7,78	9,78						
B		-	-	-	-	-	6,64	7,64	9,64							
medida nominal		clase de producto		Peso (7,85 kg/dm <sup>3</sup> ) en kg por cada 1000 piezas ≈												
		A		B												
		mín.	máx.	mín.	máx.											
2		1,8	2,2	-	-	0,1										
3		2,8	3,2	-	-	0,11	0,2	0,37								
4		3,76	4,24	-	-	0,12	0,21	0,4	0,48							
5		4,76	5,24	-	-	0,13	0,23	0,43	0,53	0,84	1,26					
6		5,76	6,24	-	-	0,14	0,25	0,46	0,57	0,9	1,33	2,18	3,4			
(7)		6,71	7,29	-	-	0,15	0,27	0,49	0,61	0,96	1,41	2,28	3,57			
8		7,71	8,29	-	-	0,16	0,29	0,52	0,66	1,02	1,49	2,38	3,74			
10		9,71	10,29	-	-	0,18	0,33	0,58	0,75	1,14	1,64	2,63	4,08			
12		11,65	12,35	-	-	0,2	0,36	0,64	0,84	1,26	1,8	2,87	4,42			
(14)		13,65	14,35	-	-		0,39	0,7	0,92	1,38	1,95	3,12	4,76			
16		15,65	16,35	-	-		0,42	0,76	1	1,5	2,1	3,37	5,11			
(18)		17,65	18,35	-	-			0,82	1,09	1,61	2,25	3,62	5,45			
20		19,58	20,42	-	-			0,86	1,18	1,73	2,41	3,87	5,8			
(22)		21,58	22,42	-	-			0,94	1,27	1,85	2,56	4,12	6,15			
25		24,58	25,42	-	-			1,02	1,4	2,03	2,8	4,49	6,65			
(28)		27,58	28,42	-	-				1,52	2,21	3,04	4,86	7,15			
30		29,58	30,42	-	-				1,61	2,33	3,19	5,11	7,51			
35		34,5	35,5	-	-					2,63	3,57	5,73	8,37			
40		39,5	40,5	-	-						3,96	6,35	9,23			
45		44,5	45,5	43,75	46,25						4,34	6,99	10,1			
50		49,5	50,5	48,75	51,25						4,73	7,58	11			
55		54,4	55,6	53,5	56,5						5,12	8,21	11,9			
60		59,4	60,6	58,5	61,5						5,5	8,83	12,7			
65		64,4	65,6	63,5	66,5						5,89	9,45	13,6			
70		69,4	70,6	68,5	71,5						6,28	10,1	14,4			
(75)		74,4	75,6	73,5	76,5							10,7	15,3			
80		79,4	80,6	78,5	81,5							11,3	16,2			

Evítense en lo posible los tamaños entre paréntesis.  
 Clase de producto A por encima de la línea escalonada  
 Clase de producto B por debajo de la línea escalonada  
 1) p= paso de rosca  
 2) a min > 1 p

Tabla (continuación)

Rosco d			(M 7)	M 8	M 10	M 12	(M 14)	M 16	(M 18)	M 20	
P <sup>1)</sup>			1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	
a <sup>2)</sup>		max	3	3,75	4,5	5,25	6	6	7,5	7,5	
c		min	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,2	0,2	
		max	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	
d <sub>a</sub>		max	7,8	9,2	11,2	13,7	15,7	17,7	20,2	22,4	
d <sub>v</sub>	mín. clase de producto	A	9,6	11,6	15,6	17,4	20,5	22,5	25,3	28,2	
		B	9,4	11,4	15,4	17,2	20,1	22	24,5	27,7	
e	mín. clase de producto	A	12,12	14,38	18,9	21,1	24,49	26,75	30,14	33,53	
		B	11,94	14,2	18,72	20,88	23,91	26,17	29,56	32,95	
medida nominal			4,8	5,3	6,4	7,5	8,8	10	11,5	12,5	
k	clase de producto	A	min.	4,65	5,15	6,22	7,32	8,62	9,82	11,28	12,28
			max	4,95	5,45	6,56	7,68	8,98	10,16	11,72	12,72
	B	min.	4,56	5,06	6,11	7,21	8,51	9,71	11,15	12,15	
		max	5,04	5,54	6,69	7,79	9,09	10,26	11,85	12,85	
k'		min	3,19	3,54	4,28	5,05	5,96	6,8	7,8	8,5	
r		min	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	
máx = medida nom. s			11	13	17	19	22	24	27	30	
s	mín. clase de producto	A	10,73	12,73	16,73	18,67	21,67	23,67	26,67	29,67	
		B	10,57	12,57	16,57	18,48	21,16	23,16	26,15	29,16	
l clase de producto			Peso (7,85 kg/dm <sup>3</sup> ) por cada 1000 piezas ≈								
medida nominal	A		B								
	min.	max.	min.	max.							
(7)	6,71	7,29	-	-	5,6						
8	7,71	8,29	-	-	5,85	8,5					
10	9,71	10,29	-	-	6,35	9,1	15,2				
12	11,65	12,35	-	-	6,85	9,8	16,2	23,3	38		
(14)	13,65	14,35	-	-	7,35	10,5	18,2	26,4	42	55,6	
16	15,65	16,35	-	-	7,85	11,1	19,2	27,7	44	55,3	82
(18)	17,65	18,35	-	-	8,35	11,7	20,2	29,1	46	60,2	84,9
20	19,58	20,42	-	-	8,85	12,3	21,2	31	48	63,5	87,2
(22)	21,58	22,42	-	-	9,35	12,9	22,2	33	50	66,2	92,2
25	24,58	25,42	-	-	10	13,9	23,7	34,1	53	70,2	95,8
(28)	27,58	28,42	-	-	10,7	14,9	25,2	36,2	55,9	74,2	100
30	29,58	30,42	-	-	11,3	15,5	26,2	37,7	57,9	76,9	104
35	34,5	35,5	-	-	12,5	17,1	28,7	41,3	62,9	83,5	112
40	39,5	40,5	-	-	13,8	18,7	31,2	44,9	67,9	90,2	120
45	44,5	45,5	-	-	15	20,3	33,7	48,5	72,9	97,1	126
50	49,5	50,5	-	-	16,3	21,8	36,2	52	77,9	103	136
55	54,4	55,6	-	-	17,5	23,4	38,7	55,6	82,8	110	145
60	59,4	60,6	-	-	18,7	25	41,3	58,2	87,8	117	153
65	64,4	65,6	-	-	20	26,6	43,8	62,8	92,8	123	161
70	69,4	70,6	-	-	21,2	28,2	46,3	66,4	97,9	130	169
(75)	74,4	75,6	73,5	76,5	22,5	29,8	48,8	70	102	137	177
80	79,4	80,6	78,5	81,5	23,7	31,4	51,3	73,6	107	144	186
(85)	84,3	85,7	83,25	86,75	25	33	53,8	77,2	112	150	194
90	89,3	90,7	88,25	91,75	26,2	34,6	56,3	80,8	117	157	202
(95)	94,3	95,7	93,25	96,75	27,5	35,2	59,8	84,4	122	164	210
100	99,3	100,7	98,25	101,75	28,7	37,7	61,3	88	127	170	218
110	109,3	110,7	108,25	111,75		40,9	66,4	95,2	137	184	235
120	119,3	120,7	118,25	121,75			71,4	102	147	197	251
130	129,2	130,8	128	132			76,4	109	157	210	268
140	139,2	140,8	138	142			81,4	116	167	224	284
150	149,2	150,8	148	152			86,4	123	177	237	300
160	159,2	160,8	158	162							316
(170)	169,2	170,8	166	172							332
180	179,2	180,8	178	182							348
(190)	189,08	190,92	187,7	192,3							364
200	199,08	200,92	197,7	202,3							380



Tabla (continuación)

Rosca $d$			(M 22)	M 24	(M 27)	M 30	(M 33)	M 36	(M 39)		
$P^1)$			2,5	3	3	3,5	3,5	4	4		
$a^2)$	máx.		7,5	9	9	10,5	10,5	12	12		
$c$	mín.		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3		
	máx.		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1		
$d_s$	máx.		24,4	26,4	30,4	33,4	36,4	39,4	42,4		
$d_w$	mín. clase de producto	A	30	33,6	-	-	-	-	-		
		B	29,5	33,2	36	42,7	46,5	51,1	55,9		
$e$	mín. clase de producto	A	35,72	39,98	-	-	-	-	-		
		B	35,03	39,55	45,2	50,85	55,37	60,79	66,44		
medida nominal			14	15	17	18,7	21	22,5	25		
$k$	clase de producto	A	mín.	13,78	14,78	-	-	-	-		
			máx.	14,22	15,22	-	-	-	-		
		B	mín.	13,65	14,65	16,65	18,28	20,58	22,08	24,58	
			máx.	14,35	15,35	17,35	19,12	21,42	22,92	25,42	
$k'$	mín.	9,6	10,3	11,7	12,8	14,4	15,5	17,2			
$r$	mín.	0,8	0,8	1	1	1	1	1			
máx. = medida nominal $s$			32	36	41	46	50	55	60		
$s$	mín. clase de producto	A	31,61	35,36	-	-	-	-	-		
		B	31	35	40	46	49	53,8	58,8		
$l$ clase de producto			Peso (785 kg/dm <sup>3</sup> ) por cada 1000 piezas $\approx$								
medida nominal	A	B									
	mín.	máx.	mín.	máx.							
16	15,65	16,35	-	-	133	173					
(18)	17,65	18,35	-	-	137	178					
20	19,58	20,42	-	-	143	184					
(22)	21,58	22,42	20,95	23,05	148	190	269				
25	24,58	25,42	23,95	26,05	155	199	280				
(26)	27,58	28,42	26,95	29,05	161	200	292				
30	29,58	30,42	28,95	31,05	168	214	310				
35	34,5	35,5	33,75	36,25	181	229	319	424	543	670	869
40	39,5	40,5	38,75	41,25	193	244	338	448	572	714	910
45	44,5	45,5	43,75	46,25	206	259	358	472	601	748	951
50	49,5	50,5	48,75	51,25	219	274	377	496	630	783	992
55	54,4	55,6	52,5	56,5	232	289	397	519	659	817	1030
60	59,4	60,6	58,5	61,5	244	304	416	543	688	851	1070
65	64,4	65,6	63,5	66,5	257	319	435	566	717	886	1110
70	69,4	70,6	68,5	71,5	269	334	454	590	746	910	1160
(75)	74,4	75,6	73,5	76,5	282	348	473	614	775	950	1200
80	79,4	80,6	78,5	81,5	295	363	492	637	806	990	1240
(85)	84,3	85,7	83,25	86,75	308	378	512	661	837	1020	1280
90	89,3	90,7	88,25	91,75	321	393	531	685	866	1060	1320
(95)	94,3	95,7	92,25	96,75	333	408	550	708	891	1100	1360
100	99,3	100,7	96,25	101,75	346	423	569	732	920	1140	1400
110	109,3	110,7	108,25	111,75	371	453	608	779	978	1200	1480
120	119,3	120,7	118,25	121,75	397	483	647	827	1040	1260	1560
130	129,2	130,8	128	132	421	513	685	874	1090	1330	1650
140	139,2	140,8	138	142	446	543	724	921	1150	1400	1730
150	149,2	150,8	148	152	473	572	762	969	1210	1470	1810
160	159,2	160,8	158	162	498	602	801	1010	1270	1540	1890
(170)	169,2	170,8	168	172	523	632	839	1060	1330	1610	1970
180	179,2	180,8	178	182	548	662	875	1110	1390	1680	2050
(190)	189,2	190,8	187,7	192,3	573	692	911	1160	1440	1740	2140
200	199,2	200,8	197,7	202,3	598	722	947	1210	1500	1810	2220

Tabla (continuación)

Rosca d		M 42	(M 45)	M 48	(M 52)	
P 1)		4,5	4,5	5	5	
a 2)	máx.	13,5	13,5	15	15	
	mín.	0,3	0,3	0,3	0,3	
c	máx.	1	1	1	1	
	mín.	0,3	0,3	0,3	0,3	
d <sub>2</sub>	máx.	45,6	48,6	52,6	56,6	
d <sub>w</sub>	mín.	59,9	64,7	69,4	74,2	
e	mín.	71,3	76,95	82,6	88,25	
k	medida nominal	26	28	30	33	
	mín.	25,58	27,58	29,58	32,5	
	máx.	26,42	28,42	30,42	33,5	
k'	mín.	17,9	19,3	20,9	22,8	
r	mín.	1,2	1,2	1,6	1,6	
s	máx. = medida nominal s	65	70	75	80	
	mín.	63,1	68,1	73,1	78,1	
l		Peso (7,85 kg/dm <sup>3</sup> ) kg por cada 1000 piezas ≈				
medida nominal:	clase de producto B					
	mín.	máx.				
35	34,5	35,5				
40	39,5	40,5	1090	1330	1590	
45	44,5	45,5	1130	1380	1650	
50	49,5	50,5	1180	1430	1710	2090
55	54,4	55,6	1230	1490	1770	2170
60	59,4	60,6	1270	1540	1830	2240
65	65,4	65,6	1310	1600	1890	2310
70	69,4	70,6	1370	1650	1950	2390
(75)	74,4	75,6	1410	1710	2010	2460
80	79,4	80,6	1460	1760	2080	2540
(85)	84,3	85,7	1500	1810	2140	2610
90	89,3	90,7	1550	1870	2200	2680
(95)	94,3	95,7	1600	1920	2260	2750
100	99,3	100,7	1650	1980	2320	2830
110	109,3	110,7	1740	2090	2450	2970
120	119,3	120,7	1840	2190	2570	3120
130	129,2	130,8	1930	2300	2690	3260
140	139,2	140,8	2020	2410	2820	3410
150	149,2	150,8	2120	2520	2940	3550
160	159,2	160,8	2210	2630	3060	3700
(170)	169,2	170,8	2300	2740	3180	3850
180	179,2	180,8	2400	2850	3310	4000
(190)	189,08	190,92	2500	2960	3430	4150
200	199,08	200,92	2590	3060	3560	4300

Normalmente los tornillos se fabrican en los tamaños caracterizados por la indicación de peso. Los pesos son sólo valores de orientación.

## FICHA TÉCNICA

### TORNILLO HEXAGONAL DIN 933



COMPOSICIÓN QUÍMICA: De acuerdo a la norma ISO 898-1

CLASE DE RESISTENCIA	MATERIAL Y TRATAMIENTO TÉRMICO	COMPOSICIÓN QUÍMICA				TEMPERATURA DE REVENIDO °C min.
		C min.	C max.	P max.	S máx.	
8.8 <sup>1</sup>	Acero al carbono con adiciones, templado y revenido	0,15	0,4	0,035	0,035	425
8.8 <sup>1</sup>	Acero al carbono, templado y revenido	0,25	0,55	0,035	0,035	425
10.9 <sup>2</sup>	Acero al carbono con adiciones, templado y revenido	0,15	0,35	0,035	0,035	340
10.9 <sup>3</sup>	Acero al carbono, templado y revenido	0,25	0,55	0,035	0,035	425
10.9 <sup>3</sup>	Acero al carbono con adiciones, templado y revenido	0,2	0,55	0,035	0,035	425
10.9 <sup>3</sup>	Acero alead, templado y revenido	0,2	0,55	0,035	0,035	425
12.9 <sup>0</sup>	Acero alead, templado y revenido	0,2	0,5	0,035	0,035	380

- <sup>1</sup> Para un diámetro nominal superior a los 20 mm, puede resultar necesario emplear un material previsto para las clases de resistencia 10.9, con el fin de garantizar una templabilidad suficiente.
- <sup>2</sup> Tratándose de productos de estos aceros, deberá subrayarse el signo característico de la clase de resistencia
- <sup>3</sup> El material para estas clases de resistencia deberá ser suficientemente templable, con el fin de garantizar el que se de en la estructura del núcleo, en la zona roscada, una proporción de martensita de aproximadamente 90% en estado templado, antes del revenido.
- <sup>0</sup> Para la clase de resistencia 12.9 no será admisible una capa blanca enriquecida con fósforo, que pueda comprobarse metalográficamente, en superficies sometidas a tracción.  
El acero aleado deberá incluir, como mínimo, uno de los componentes de aleación constituidos por el cromo, níquel, molibdeno o vanadio.

C/ Tellería, 9  
20570 Bergara (Gipuzkoa)  
Telf: 943-769823 / Fax: 943-769824

## FICHA TÉCNICA

### TORNILLO HEXAGONAL DIN 933



PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS : De acuerdo a la norma ISO 898-1

PROPIEDADES MECÁNICAS		CLASE DE RESISTENCIA 8.8	
		d ≤ 16mm	d > 16mm
Resist. a la tracción Rm en N/mm	Valor nominal	800	830
	min	800	830
Dureza Rockwell, HR min	HRB	-	-
	HRC	22	23
Dureza Rockwell, HR max	HRB	-	-
	HRC	32	34
Límite de alargamiento	Valor nominal	640	640
	min	640	660
Alargamiento rotura A en%	min	12	12

PROPIEDADES MECÁNICAS		CLASE DE RESISTENCIA 10.9
Resist. a la tracción Rm en N/mm	Valor nominal	1000
	min	1040
Dureza Rockwell, HR min	HRB	-
	HRC	32
Dureza Rockwell, HR max	HRB	-
	HRC	39
Límite de alargamiento	Valor nominal	900
	min	940
Alargamiento rotura A en%	min	9

PROPIEDADES MECÁNICAS		CLASE DE RESISTENCIA 12.9
Resist. a la tracción Rm en N/mm	Valor nominal	120
	min	122
Dureza Rockwell, HR min	HRB	-
	HRC	39
Dureza Rockwell, HR max	HRB	-
	HRC	44
Límite de alargamiento	Valor nominal	1080
	min	1100
Alargamiento rotura A en%	min	8

C/ Tellería, 9  
20570 Bergara (Gipuzkoa)  
Telf: 943-769823 / Fax: 943-769824

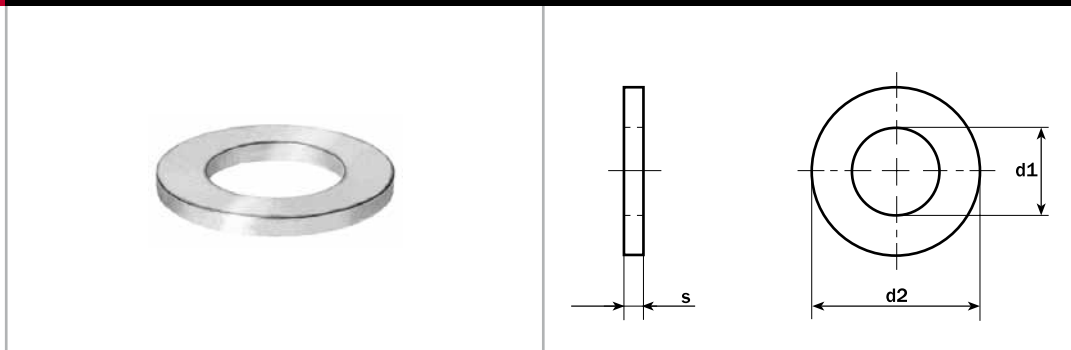
## FICHA TÉCNICA

### TORNILLO HEXAGONAL DIN 933



#### CONDICIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO

MATERIAL		ACERO
Requisitos generales		Según Din 267 parte 1
Rosca	tolerancia	6g
	norma	8.8 10.9
Propiedades mecánicas	Clase de resistencia (material)	>M 39 : por acuerdo
	Norma	Din Iso 898 parte 1
Diferencias límite, tolerancias de forma y de posición	Clase de producto	A para productos hasta M24 y $1 \leq 10d$ ó 150mm B para productos de más de M24 ó $1 > 10d$ ó 150mm
	Norma	Din Iso 4759 parte 1
Superficie		Como se haya fabricado a partir de 8.8 ennegrecido (térmica o químicamente) Para la rugosidad de las superficies sirve Din 267 parte 2 Para los defectos de superficie admisible sirve Din 267 parte 19 Para la protección de superficie galvánicas sirve Din 267 parte 9 Para el galvanizado a fuego sirve Din 267 parte 10
Ensayo de recepción		Para el ensayo de recepción sirve Din 267 parte 5



Plain washers without chamfer  
Rondelles plates

## Arandelas planas

d nom.	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M12	M14
<b>d1</b>	3,2	4,3	5,3	6,4	7,4	8,4	10,5	13	15
<b>d2</b>	7	9	10	12	14	16	20	24	28
<b>s</b>	0,5	0,8	1	1,6	1,6	1,6	2	2,5	2,5

Peso/Weight 1000 ud. kg

0,119    0,308    0,443    1,020    1,390    1,830    3,570    6,270    8,600

d nom.	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36
<b>d1</b>	17	19	21	23	25	28	31	34	37
<b>d2</b>	30	34	37	39	44	50	56	60	66
<b>s</b>	3	3	3	3	4	4	4	5	5

Peso/Weight 1000 ud. kg

11,30    14,70    17,20    18,40    32,30    43,70    53,60    75,30    92,10

d nom.	M39	M42	M45	M48	M52	M56	M60	M64
<b>d1</b>	40	43	46	50	54	58	62	66
<b>d2</b>	72	78	85	92	98	105	110	115
<b>s</b>	6	7	7	8	8	9	9	9

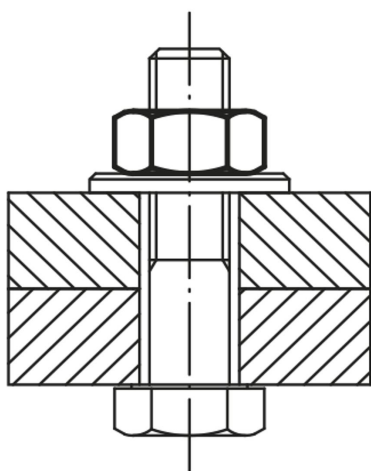
Peso/Weight 1000 ud. kg

133    183    220    294    330    425    458    492

### CALIDADES/GRADES:

ST/HV100	HV140	HV300	FST	A2	A4
●	●	●		●	●

## Descripción del artículo/Imágenes del producto



## Descripción

**Material:**

Acero o acero inoxidable (A 2).

**Versión:**

Acero con clase de resistencia 8, acabado natural o cincado.  
 Acero con clase de resistencia 10, acabado natural o cincado.  
 Acero con clase de resistencia 12, acabado natural.  
 Acero inoxidable A 2-70, acabado natural.

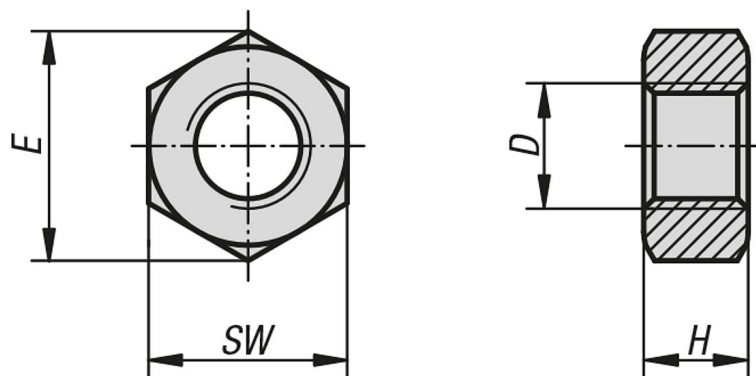
**Indicación:**

La clase de resistencia de la tuerca debe ser siempre igual o mayor que la clase de resistencia del tornillo. Es decir, a un tornillo con clase de resistencia 8.8 le corresponde una tuerca con clase de resistencia 8 (o superior, pero nunca inferior).

**A petición:**

Anchos de llave según DIN ISO 272.

## Planos



## Nuestros productos

Referencia	Material	Clase de resistencia	Superficie cuerpo de base	D	E	H	SW
07210-03	acero	8	acabado natural	M3	6,01	2,4	5,5
07210-04	acero	8	acabado natural	M4	7,66	3,2	7
07210-05	acero	8	acabado natural	M5	8,79	4	8
07210-06	acero	8	acabado natural	M6	11,05	5	10
07210-08	acero	8	acabado natural	M8	14,38	6,5	13
07210-10	acero	8	acabado natural	M10	18,9	8	17
07210-12	acero	8	acabado natural	M12	21,1	10	19
07210-14	acero	8	acabado natural	M14	23,9	11	22
07210-16	acero	8	acabado natural	M16	26,76	13	24
07210-20	acero	8	acabado natural	M20	32,95	16	30
07210-22	acero	8	acabado natural	M22	35	18	32
07210-24	acero	8	acabado natural	M24	39,6	19	36

## Nuestros productos

Referencia	Material	Clase de resistencia	Superficie cuerpo de base	D	E	H	SW
07210-27	acero	8	acabado natural	M27	45,2	22	41
07210-30	acero	8	acabado natural	M30	50,9	24	46
07210-33	acero	8	acabado natural	M33	55,4	26	50
07210-36	acero	8	acabado natural	M36	60,8	29	55
07210-203	acero	8	cincado	M3	6,01	2,4	5,5
07210-204	acero	8	cincado	M4	7,66	3,2	7
07210-205	acero	8	cincado	M5	8,79	4	8
07210-206	acero	8	cincado	M6	11,05	5	10
07210-208	acero	8	cincado	M8	14,38	6,5	13
07210-210	acero	8	cincado	M10	18,9	8	17
07210-212	acero	8	cincado	M12	21,1	10	19
07210-214	acero	8	cincado	M14	23,9	11	22
07210-216	acero	8	cincado	M16	26,76	13	24
07210-220	acero	8	cincado	M20	32,95	16	30
07210-222	acero	8	cincado	M22	35	18	32
07210-224	acero	8	cincado	M24	39,6	19	36
07210-227	acero	8	cincado	M27	45,2	22	41
07210-230	acero	8	cincado	M30	50,9	24	46
07210-233	acero	8	cincado	M33	55,4	26	50
07210-236	acero	8	cincado	M36	60,8	29	55
07210-403	acero	10	acabado natural	M3	6,01	2,4	5,5
07210-404	acero	10	acabado natural	M4	7,66	3,2	7
07210-405	acero	10	acabado natural	M5	8,79	4	8
07210-406	acero	10	acabado natural	M6	11,05	5	10
07210-408	acero	10	acabado natural	M8	14,38	6,5	13
07210-410	acero	10	acabado natural	M10	18,9	8	17
07210-412	acero	10	acabado natural	M12	21,1	10	19
07210-414	acero	10	acabado natural	M14	23,9	11	22
07210-416	acero	10	acabado natural	M16	26,76	13	24
07210-420	acero	10	acabado natural	M20	32,95	16	30
07210-422	acero	10	acabado natural	M22	35	18	32
07210-424	acero	10	acabado natural	M24	39,6	19	36
07210-427	acero	10	acabado natural	M27	45,2	22	41
07210-430	acero	10	acabado natural	M30	50,9	24	46
07210-433	acero	10	acabado natural	M33	55,4	26	50
07210-436	acero	10	acabado natural	M36	60,8	29	55
07210-304	acero	10	cincado	M4	7,66	3,2	7
07210-305	acero	10	cincado	M5	8,79	4	8
07210-306	acero	10	cincado	M6	11,05	5	10
07210-308	acero	10	cincado	M8	14,38	6,5	13
07210-310	acero	10	cincado	M10	18,9	8	17
07210-312	acero	10	cincado	M12	21,1	10	19
07210-314	acero	10	cincado	M14	23,9	11	22
07210-316	acero	10	cincado	M16	26,76	13	24
07210-320	acero	10	cincado	M20	32,95	16	30
07210-322	acero	10	cincado	M22	35	18	32
07210-324	acero	10	cincado	M24	39,6	19	36
07210-327	acero	10	cincado	M27	45,2	22	41
07210-330	acero	10	cincado	M30	50,9	24	46
07210-333	acero	10	cincado	M33	55,4	26	50
07210-336	acero	10	cincado	M36	60,8	29	55
07210-506	acero	12	acabado natural	M6	11,05	5	10
07210-508	acero	12	acabado natural	M8	14,38	6,5	13
07210-510	acero	12	acabado natural	M10	18,9	8	17
07210-512	acero	12	acabado natural	M12	21,1	10	19
07210-516	acero	12	acabado natural	M16	26,76	13	24
07210-520	acero	12	acabado natural	M20	32,95	16	30
07210-524	acero	12	acabado natural	M24	39,6	19	36
07210-527	acero	12	acabado natural	M27	45,2	22	41
07210-530	acero	12	acabado natural	M30	50,9	24	46
07210-536	acero	12	acabado natural	M36	60,8	29	55
07210-103	acero inoxidable	70	acabado natural	M3	6,01	2,4	5,5
07210-104	acero inoxidable	70	acabado natural	M4	7,66	3,2	7
07210-105	acero inoxidable	70	acabado natural	M5	8,79	4	8



## Nuestros productos

Referencia	Material	Clase de resistencia	Superficie cuerpo de base	D	E	H	SW
07210-106	acero inoxidable	70	acabado natural	M6	11,05	5	10
07210-108	acero inoxidable	70	acabado natural	M8	14,38	6,5	13
07210-110	acero inoxidable	70	acabado natural	M10	18,9	8	17
07210-112	acero inoxidable	70	acabado natural	M12	21,1	10	19
07210-114	acero inoxidable	70	acabado natural	M14	23,9	11	22
07210-116	acero inoxidable	70	acabado natural	M16	26,76	13	24
07210-120	acero inoxidable	70	acabado natural	M20	32,95	16	30
07210-122	acero inoxidable	70	acabado natural	M22	35	18	32
07210-124	acero inoxidable	70	acabado natural	M24	39,6	19	36
07210-127	acero inoxidable	70	acabado natural	M27	45,2	22	41
07210-130	acero inoxidable	70	acabado natural	M30	50,9	24	46
07210-133	acero inoxidable	70	acabado natural	M33	55,4	26	50
07210-136	acero inoxidable	70	acabado natural	M36	60,8	29	55

## Descripción del artículo/Imágenes del producto



## Descripción

**Material:**

Acero de cementación 1.1141, acero inoxidable 1.4301 o acero inoxidable 1.4401.

**Versión:**

Forjado en estampa.

Acero, acabado natural.

Acero cincado mediante procedimiento galvánico.

**Indicación:**

Para tareas de carga y elevación con altos requisitos de seguridad (construcción de máquinas, mecanismos de carga, topes).

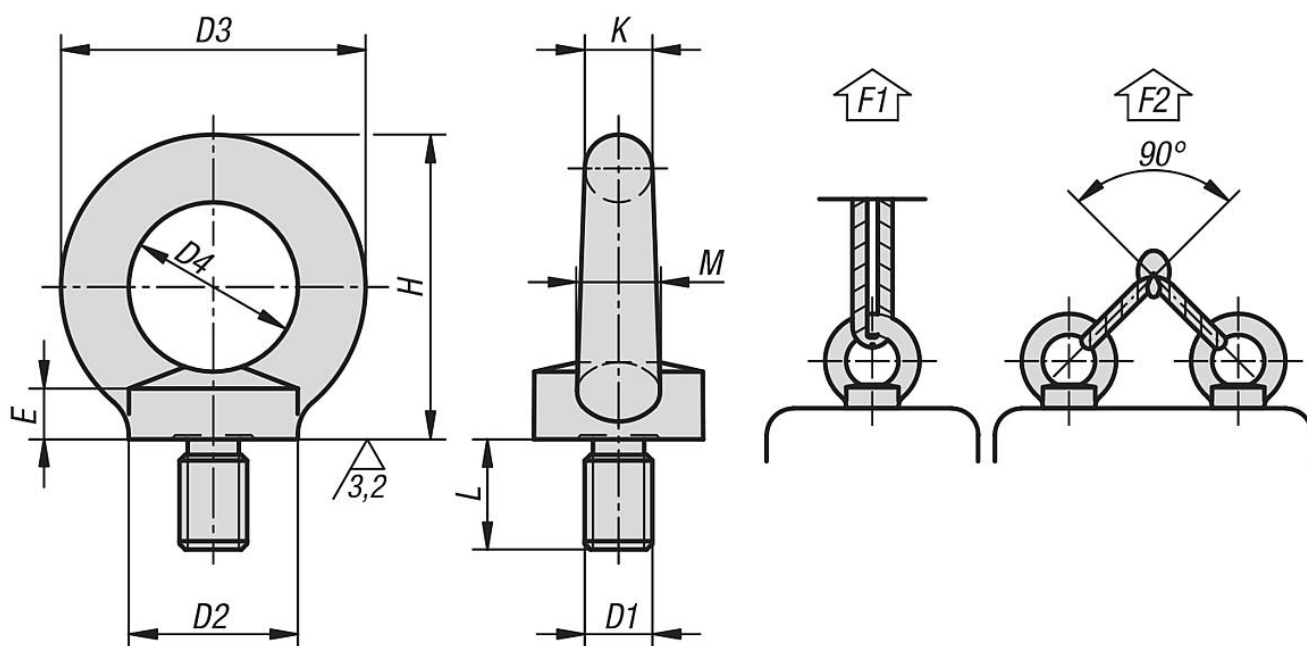
La marca CE está grabada en el tornillo con ojo.

F2 Capacidad de carga inferior a máx. 45° por tornillo con ojo.

**A petición:**

Certificado de conformidad.

## Planos



## Nuestros productos

## Tornillos con ojo DIN 580

Referencia	Material del cuerpo de base	Llave del acero	Superficie cuerpo de base	D1	L	D2	D3	D4	E	H	K	M	F1 máx. kN	F2 máx. kN
07680-08	acero	1.1141	acabado natural	M8	13	20	36	20	6	36	8	10	1,4	0,95
07680-10	acero	1.1141	acabado natural	M10	17	25	45	25	8	45	10	12	2,3	1,7
07680-12	acero	1.1141	acabado natural	M12	20,5	30	54	30	10	53	12	14	3,4	2,4
07680-16	acero	1.1141	acabado natural	M16	27	35	63	35	12	62	14	16	7	5
07680-20	acero	1.1141	acabado natural	M20	30	40	72	40	14	71	16	19	12	8,3
07680-24	acero	1.1141	acabado natural	M24	36	50	90	50	18	90	20	24	18	12,7
07680-008	acero	1.1141	cincado mediante procedimiento galvánico	M8	13	20	36	20	6	36	8	10	1,4	0,95

## Nuestros productos

Referencia	Material del cuerpo de base	Llave del acero	Superficie cuerpo de base	D1	L	D2	D3	D4	E	H	K	M	F1 máx. kN	F2 máx. kN
07680-010	acero	1.1141	cincado mediante procedimiento galvánico	M10	17	25	45	25	8	45	10	12	2,3	1,7
07680-012	acero	1.1141	cincado mediante procedimiento galvánico	M12	20,5	30	54	30	10	53	12	14	3,4	2,4
07680-016	acero	1.1141	cincado mediante procedimiento galvánico	M16	27	35	63	35	12	62	14	16	7	5
07680-020	acero	1.1141	cincado mediante procedimiento galvánico	M20	30	40	72	40	14	71	16	19	12	8,3
07680-024	acero	1.1141	cincado mediante procedimiento galvánico	M24	36	50	90	50	18	90	20	24	18	12,7
07680-108	acero inoxidable	1.4301	-	M8	13	20	36	20	6	36	8	10	1,4	0,95
07680-110	acero inoxidable	1.4301	-	M10	17	25	45	25	8	45	10	12	2,3	1,7
07680-112	acero inoxidable	1.4301	-	M12	20,5	30	54	30	10	53	12	14	3,4	2,4
07680-116	acero inoxidable	1.4301	-	M16	27	35	63	35	12	62	14	16	7	5
07680-124	acero inoxidable	1.4301	-	M24	36	50	90	50	18	90	20	24	18	12,7
07680-120	acero inoxidable	1.4301	-	M20	30	40	72	40	14	71	16	19	12	8,3
07680-208	acero inoxidable	1.4401	-	M8	13	20	36	20	6	36	8	10	1,4	0,95
07680-210	acero inoxidable	1.4401	-	M10	17	25	45	25	8	45	10	12	2,3	1,7
07680-212	acero inoxidable	1.4401	-	M12	20,5	30	54	30	10	53	12	14	3,4	2,4
07680-216	acero inoxidable	1.4401	-	M16	27	35	63	35	12	62	14	16	7	5
07680-220	acero inoxidable	1.4401	-	M20	30	40	72	40	14	71	16	19	12	8,3
07680-224	acero inoxidable	1.4401	-	M24	36	50	90	50	18	90	20	24	18	12,7

## D5299S

# DIN 5299 con seguro

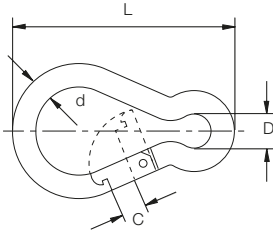


### Uso

El mosquetón de bombero con seguro tiene la ventaja de que su apertura por descuido, rozamiento o error queda obstaculizada por el dispositivo, que actúa de seguro entre el gozne y el cuerpo del mosquetón.

### Aplicación y consideraciones

La rosca interior del seguro garantiza la máxima firmeza del agarre, y el estriado exterior del seguro facilita la funcionalidad manual del roscado. Nunca sobrepasar la carga de trabajo (C.M.U/WLL) establecida.



Medida d x L	Denominación	Referencia	Carga Trabajo WLL (Kg)	L	d	C Apertura	D	Envase	Embalaje
4x40	DIN 5299 S104	0955279-9	70	40	4	7	7	200	2000
6x60	DIN 5299 S106	0955280-6	120	60	6	8	9	100	600
7x70	DIN 5299 S107	0955281-4	180	70	7	8	10	100	400
8x80	DIN 5299 S108	0955282-2	230	80	8	9	12	50	300
9x90	DIN 5299 S109	0955290-2	250	90	9	10	12	25	200
10x100	DIN 5299 S110	0955283-0	350	100	10	11	15	25	150
11x120	DIN 5299 S111	0955284-9	400	120	11	16	18	25	100
12x140	DIN 5299 S112	0955285-7	450	140	12	19	20	10	60

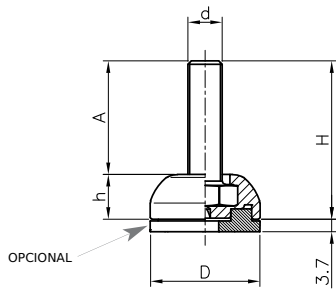
**Material cuerpo:** Acero C15 | **Acabado:** Cincado blanco



Estos artículos son para uso industrial, unión para cable y cadena **(No son un Equipo de Protección Individual)**.



## 110088 PIE FIJO CON ESPIGA EN ACERO



Código	D	H	h	d	A	Kg*	Color
11008832520	32	38	13	M5	25	500	Negro
11008832512	32	43	13	M6	30	700	Negro
11008832533	32	39	13	M8	26	800	Negro
11008832534	32	36	13	M10	23	800	Negro
11008840520	40	38	13	M5	25	500	Negro
11008840540	40	43	13	M6	30	700	Negro
11008840533	40	49	13	M8	36	800	Negro
11008840534	40	46	13	M10	33	800	Negro

Contratuera disponible. Solicítela.

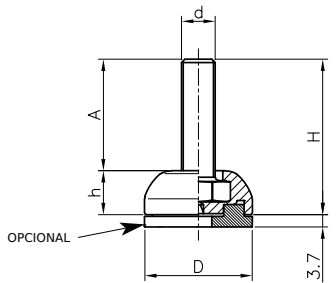
Base de poliamida reforzada y espiga de acero tratado.  
Montaje con destornillador en cruz por la base.

\*Peso max. estático



Opcional: Goma antideslizante negra.  
Se suministra como accesorio:  
Ø 32mm Código 11008800903  
Ø 40mm Código 11008800904  
Si desea el pie con la goma montada, consúltenos.

## 110088 PIE FIJO CON ESPIGA EN ACERO INOXIDABLE



Código	D	H	h	d	A	Kg*	Color
11008832553	32	43	13	M6	30	700	Negro
11008832550	32	39	13	M8	26	800	Negro
11008832551	32	36	13	M10	23	800	Negro
11008840552	40	43	13	M6	30	700	Negro
11008840550	40	49	13	M8	36	800	Negro
11008840551	40	46	13	M10	33	800	Negro

Contratuera disponible. Solicítela.

Base de poliamida reforzada y espiga de acero inoxidable AISI 304.

Montaje con destornillador en cruz por la base.

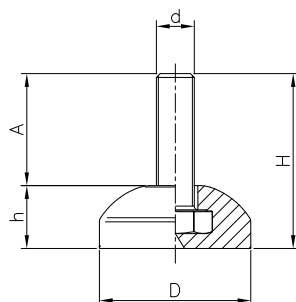
\*Peso max. estático



Opcional: Goma antideslizante negra.  
Se suministra como accesorio:  
Ø 32mm Código 11008800903  
Ø 40mm Código 11008800904  
Si desea el pie con la goma montada, consúltenos.

**INOX**  
Acero  
Inoxidable

## 110088 PIE FIJO DE GOMA CON ESPIGA EN ACERO



Código	D	H	h	d	A	Kg*	Color
11008832570	32	42	16	M8	24	300	Negro
11008832571	32	36	16	M10	20	400	Negro
11008840570	40	52	16	M8	34	300	Negro
11008840571	40	46	16	M10	30	400	Negro

Contratuera disponible. Solicítela.

Espiga de acero tratado.  
Base de TPE 80 shore A.

\*Peso max. estático



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**ESTUDIO PRELIMINAR DE UN DISPOSITIVO DE ASISTENCIA E  
INCORPORACIÓN DE PERSONAS CON PROBLEMAS DE MOVILIDAD**

## **PLANOS**

ALUMNO: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ

TUTORES: ROSA NAVARRO TRUJILLO

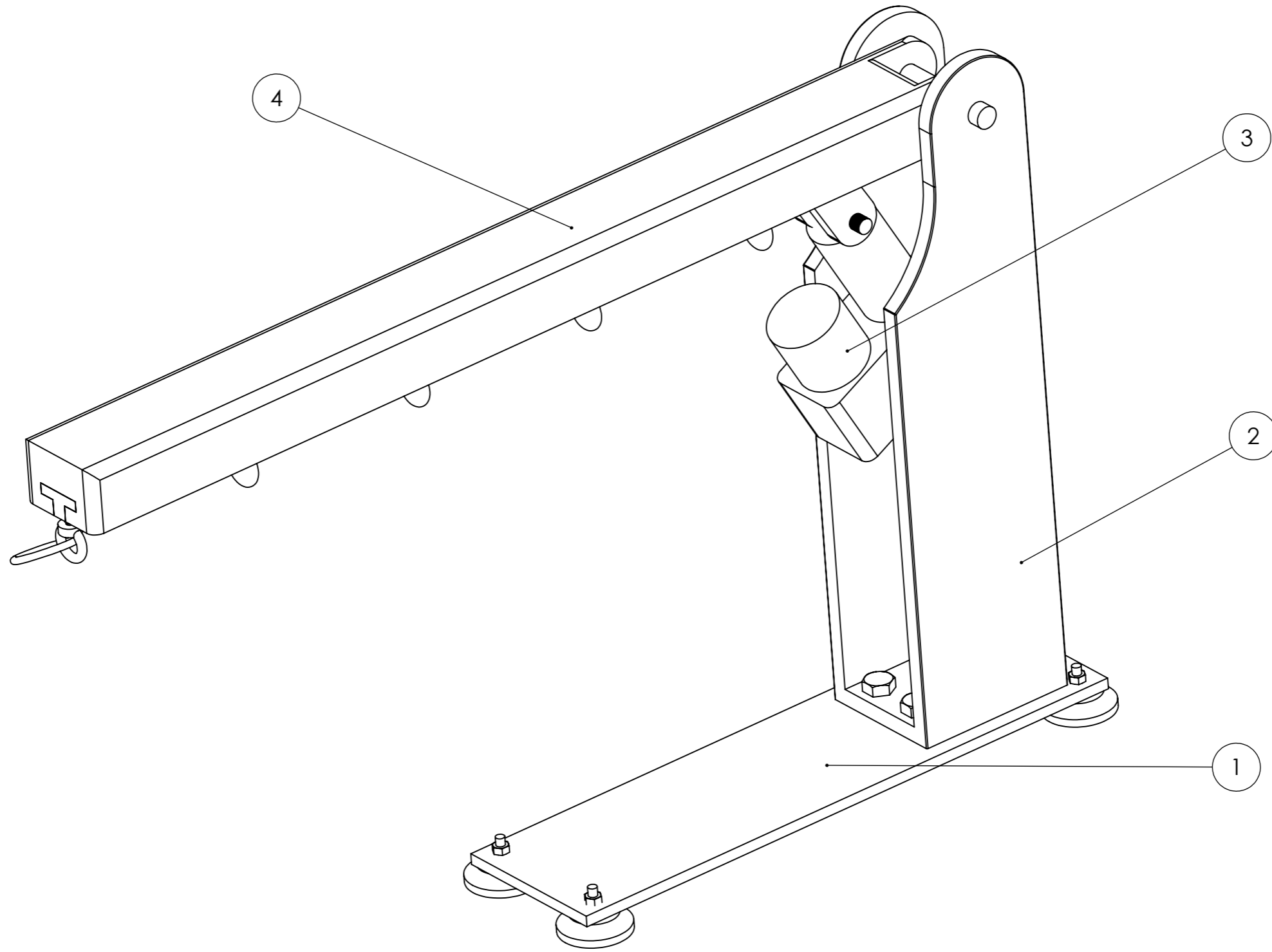
SEPTIEMBRE, 2021



# ÍNDICE

- 1.- PLANO CONJUNTO
- 2.- PLANO SUBCONJUNTO BASE
- 3.- PLANO BASE
- 4.- PLANO SUBCONJUNTO COLUMNA
- 5.- PLANO COLUMNA
- 6.- PLANO SOPORTE ACTUADOR - COLUMNA
- 7.- PLANO ESPÁRRAGO ROSCADO ACTUADOR-COLUMNA
- 8.- PLANO ESPÁRRAGO ROSCADO COLUMNA-BRAZO
- 9.- PLANO SUBCONJUNTO BRAZO
- 10.- PLANO BRAZO
- 11.- PLANO PIEZA AUXILIAR
- 12.- PLANO SOPORTE ACTUADOR-BRAZO





<b>DISPOSITIVO DE ASISTENCIA</b>			
Autor: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: mes y año			Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:4	<b>CONJUNTO: DISPOSITIVO ASISTENCIA</b>		Nº PLANO: 1.00.00
	<b>PLANO DE CONJUNTO</b>		

4	SUBCONJUNTO BRAZO		1.04.00
3	ACTUADOR LINEAL		1.03.00
2	SUBCONJUNTO COLUMNA		1.02.00
1	SUBCONJUNTO BASE		1.01.00
MARCA	DESIGNACIÓN	NORMA	REFERENCIA

### DISPOSITIVO DE ASISTENCIA

Autor: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ

Id. s. normas:  
UNE-EN-DIN



Universidad  
de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

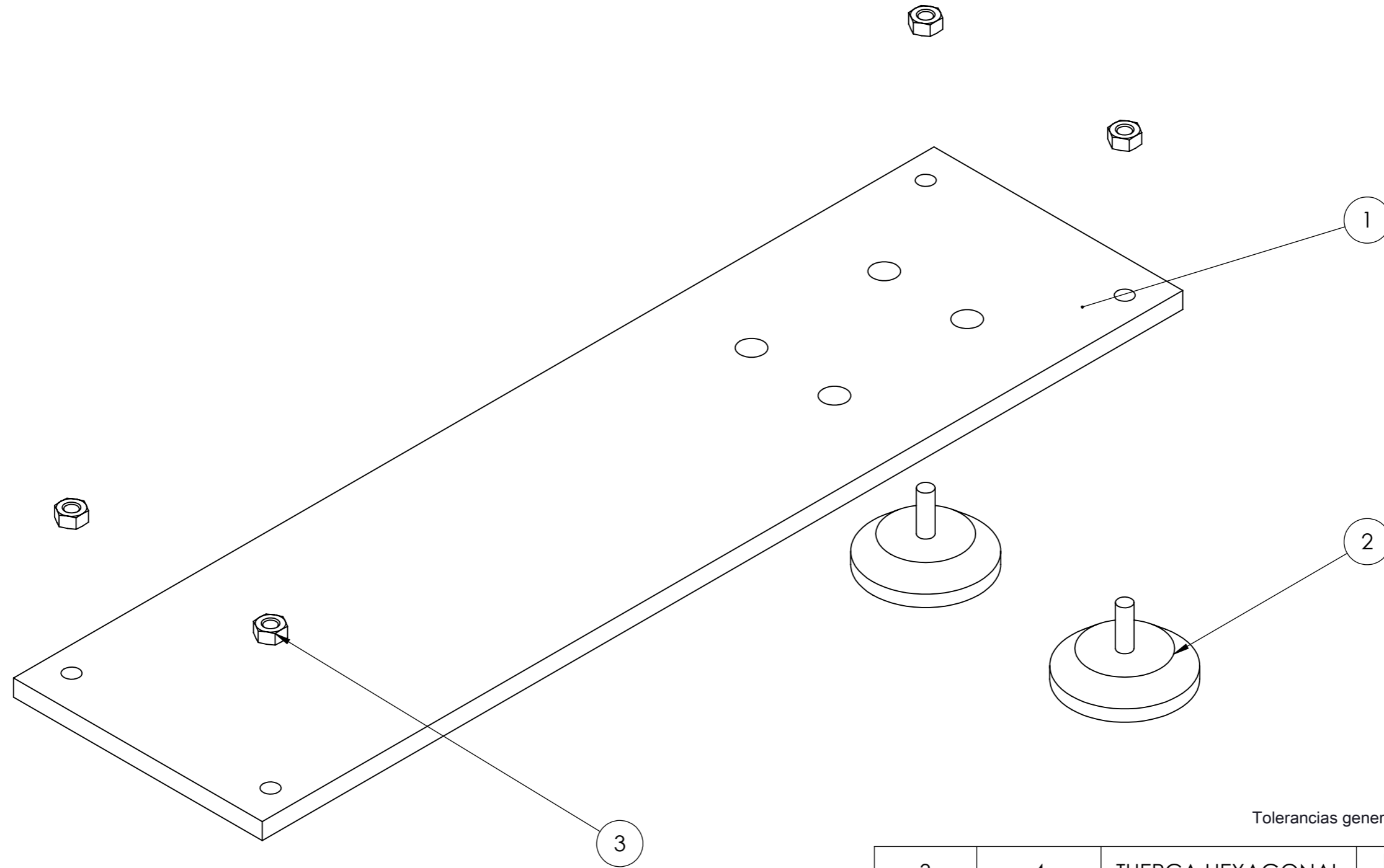
Universidad de La Laguna

Comprobado: mes y año

ESCALA:  
**1:4**

**CONJUNTO: DISPOSITIVO ASISTENCIA**  
**PLANO DE CONJUNTO**

Nº PLANO:  
**1.00.01**



Tolerancias generales de 0.1 mm salvo especificación

3	4	TUERCA HEXAGONAL	DIN 934 M8	CALIDAD 8.8
2	4	PIE FIJO		
1	1	BASE		S 235
MARCA	Nº DE PIEZAS	DESIGNACIÓN	NORMA	MATERIAL

### DISPOSITIVO DE ASISTENCIA

Autor: EDUARDO MARTÍN  
RODRÍGUEZ

Id. s. normas:  
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

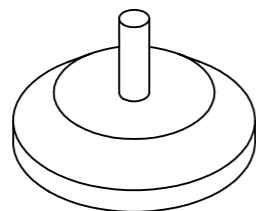
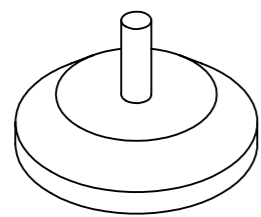
Grado Ingeniería Mecánica

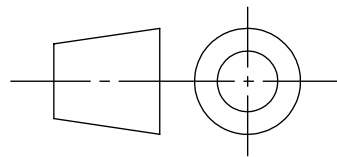
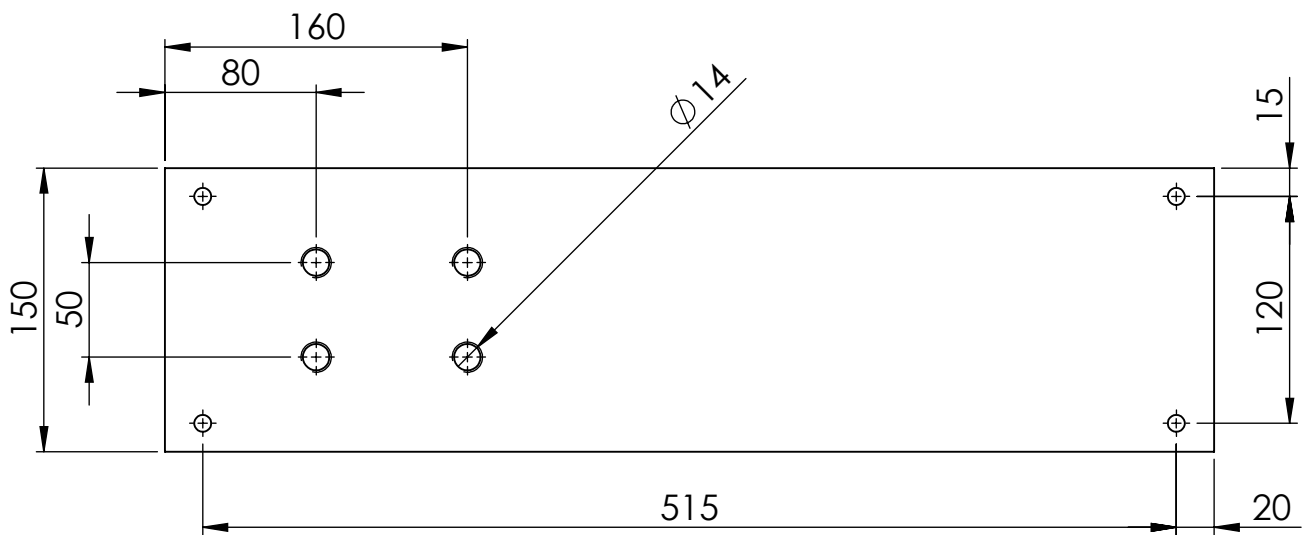
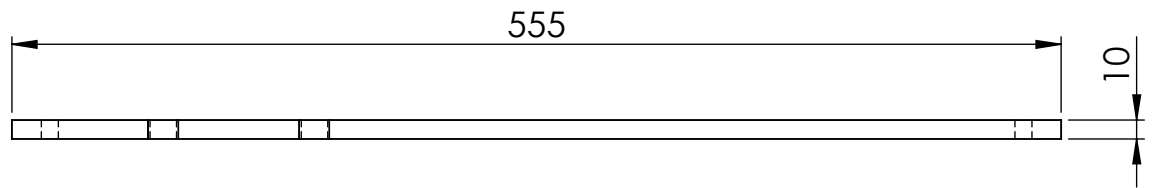
Universidad de La Laguna

ESCALA:  
**1:2**

**CONJUNTO: DISPOSITIVO ASISTENCIA**  
**PLANO SUBCONJUNTO BASE**

Nº PLANO:  
**1.01.00**





1	1	BASE		S 235
MARCA	Nº DE PIEZAS	DESIGNACIÓN	NORMA	MATERIAL

### DISPOSITIVO DE ASISTENCIA

Autor: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ

Id. s. normas:  
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

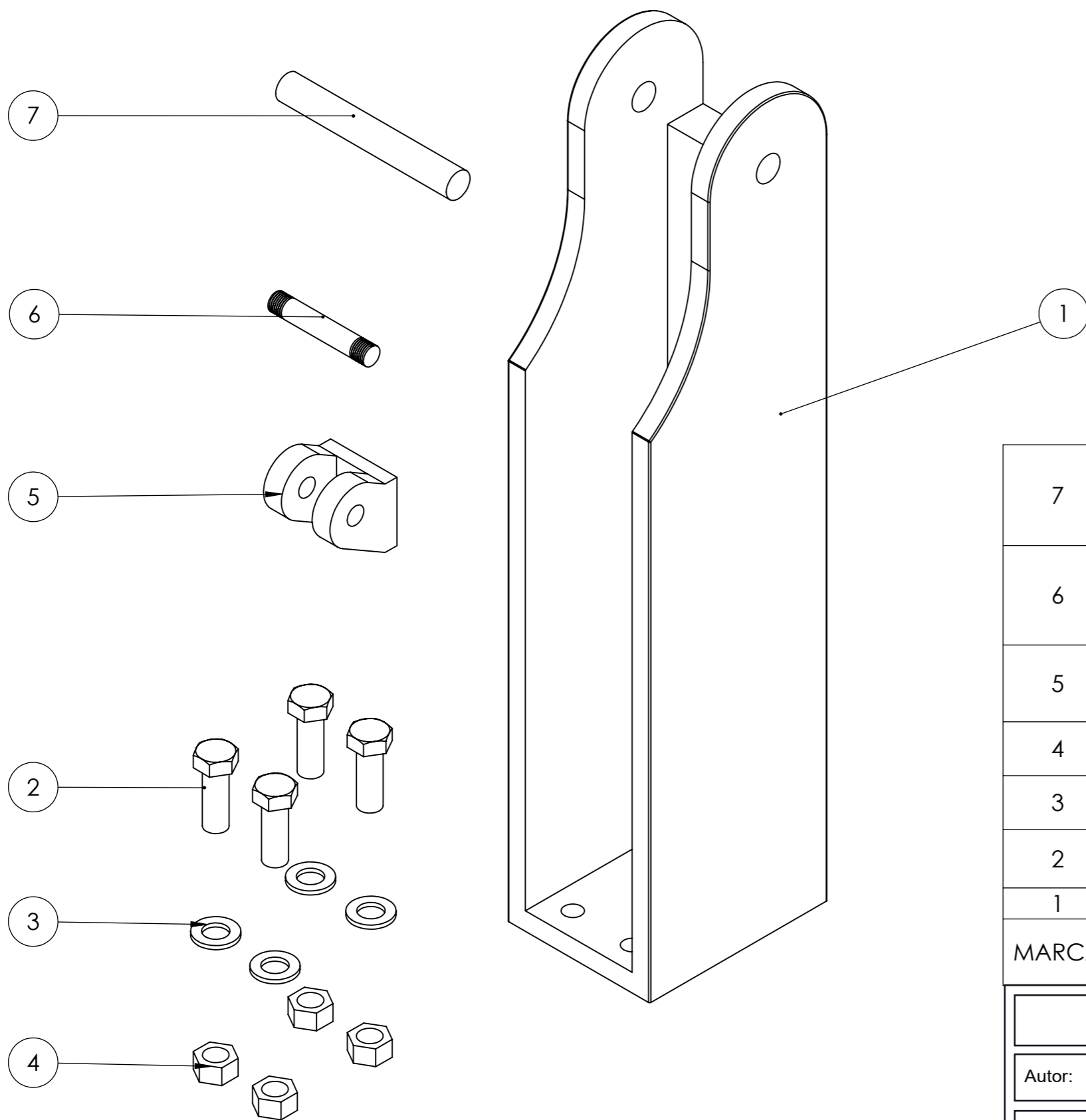
Universidad de La Laguna

Comprobado: mes y año

ESCALA:  
**1:4**

**CONJUNTO: DISPOSITIVO ASISTENCIA**  
**PLANO BASE**

Nº PLANO:  
**1.01.01**



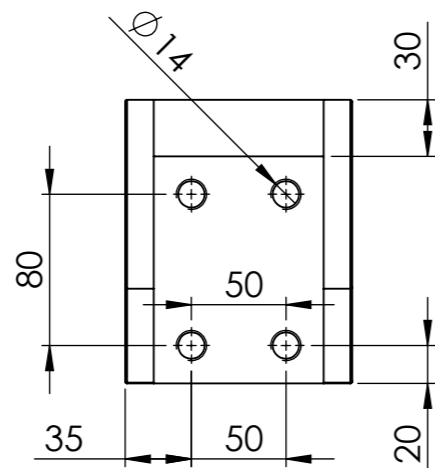
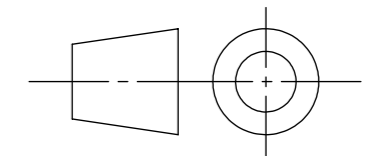
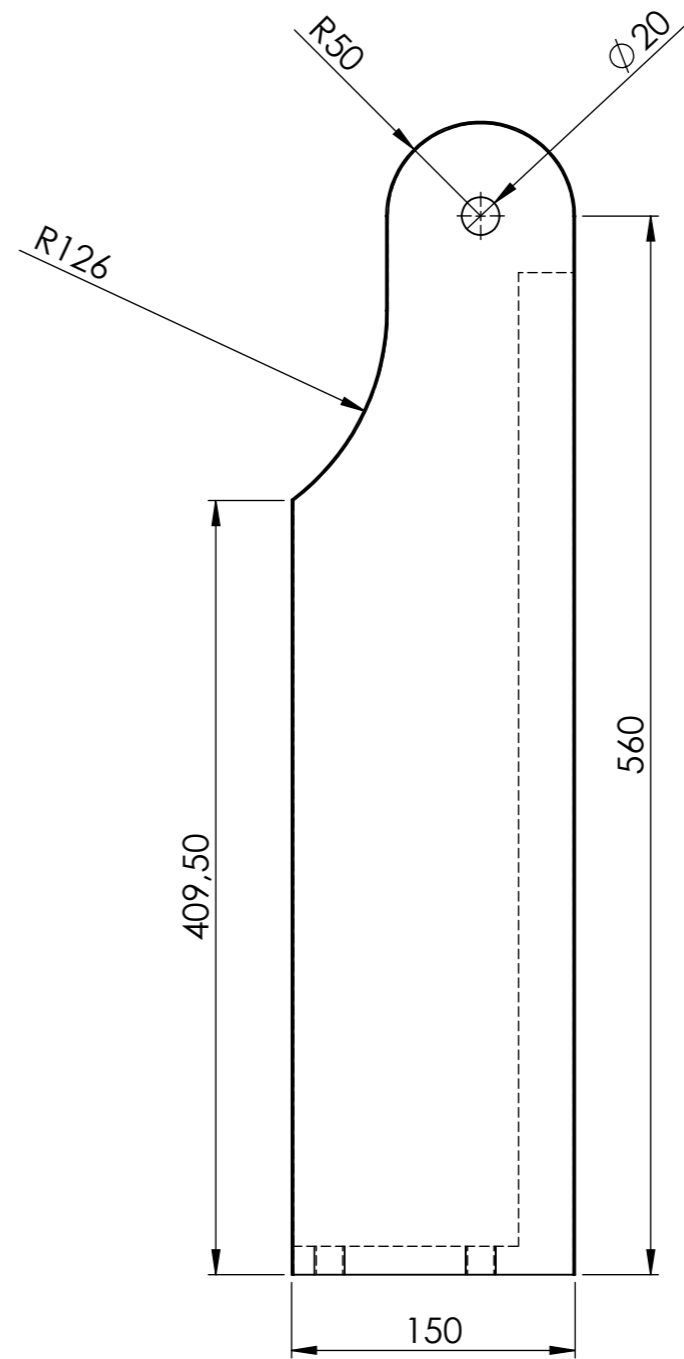
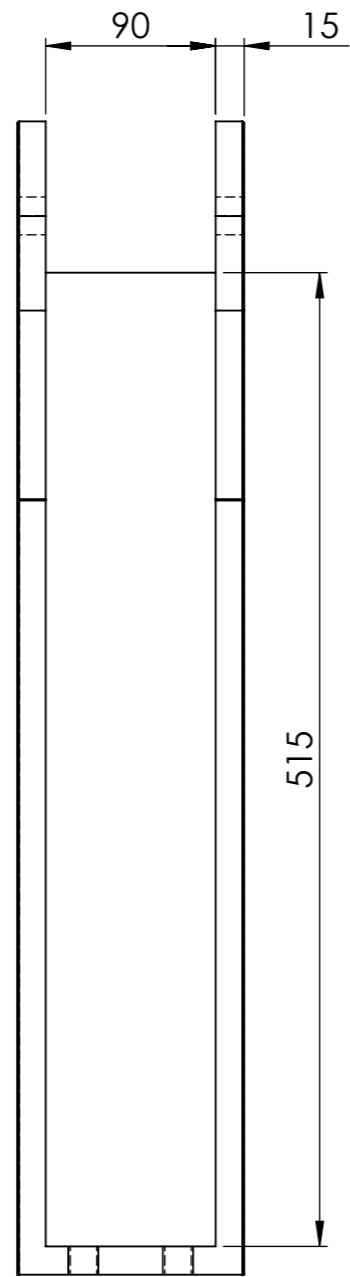
Redondeos de las aristas de 1 mm salvo especificación  
 Tolerancias generales de 0.1 mm salvo especificación

7	1	ESPÁRRAGO ROSCADO COLUMNA - BRAZO		S235
6	1	ESPÁRRAGO ROSCADO ACTUADOR COLUMNA		S235
5	1	SOPORTE ACTUADOR COLUMNA		S235
4	4	TUERCA HEXAGONAL	DIN 934 M16	CALIDAD 8.8
3	4	ARANDELA PLANA	DIN 125-A M16	
2	4	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL	DIN 933 M16X55	CALIDAD 8.8
1	1	COLUMNA		S 235
MARCA	Nº DE PIEZAS	DESIGNACIÓN	NORMA	MATERIAL

**DISPOSITIVO DE ASISTENCIA**

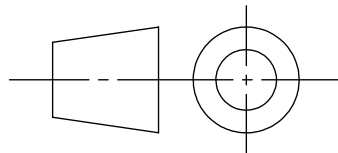
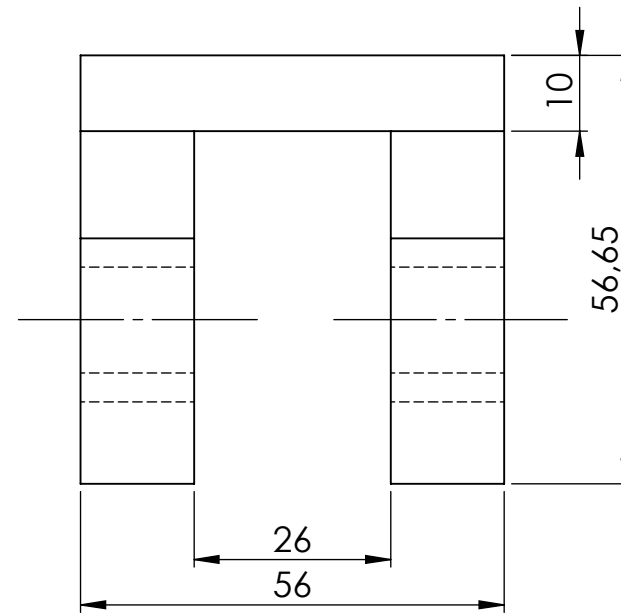
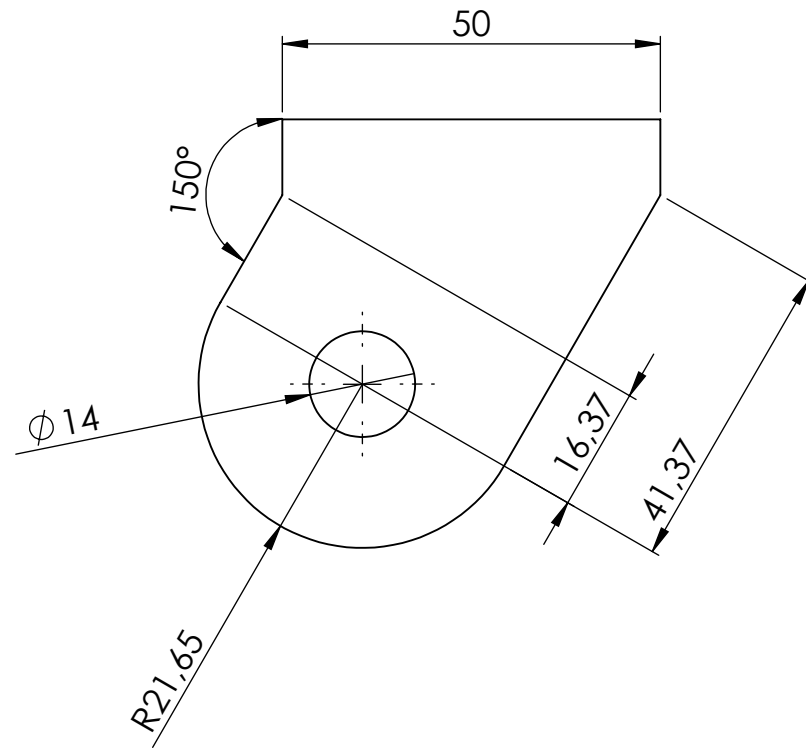
Autor: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: mes y año			Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna

ESCALA: <b>1:3</b>	<b>CONJUNTO: DISPOSITIVO ASISTENCIA</b> <b>SUBCONJUNTO COLUMNA</b>	Nº PLANO: <b>1.02.00</b>
-----------------------	---	-----------------------------



1	1	COLUMNA		S 235
MARCA	Nº DE PIEZAS	DESIGNACIÓN	NORMA	MATERIAL

<b>DISPOSITIVO DE ASISTENCIA</b>				
Autor:	EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ	Id. s. normas:	UNE-EN-DIN	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado:	mes y año			
ESCALA:	<b>CONJUNTO: DISPOSITIVO ASISTENCIA</b>			Nº PLANO:
<b>1:4</b>	<b>PLANO COLUMNA</b>			<b>1.02.01</b>



5	1	SOPORTE ACTUADOR		S 235
MARCA	Nº DE PIEZAS	DESIGNACIÓN	NORMA	MATERIAL

### DISPOSITIVO DE ASISTENCIA

Autor: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ

Id. s. normas:  
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

Comprobado: mes y año

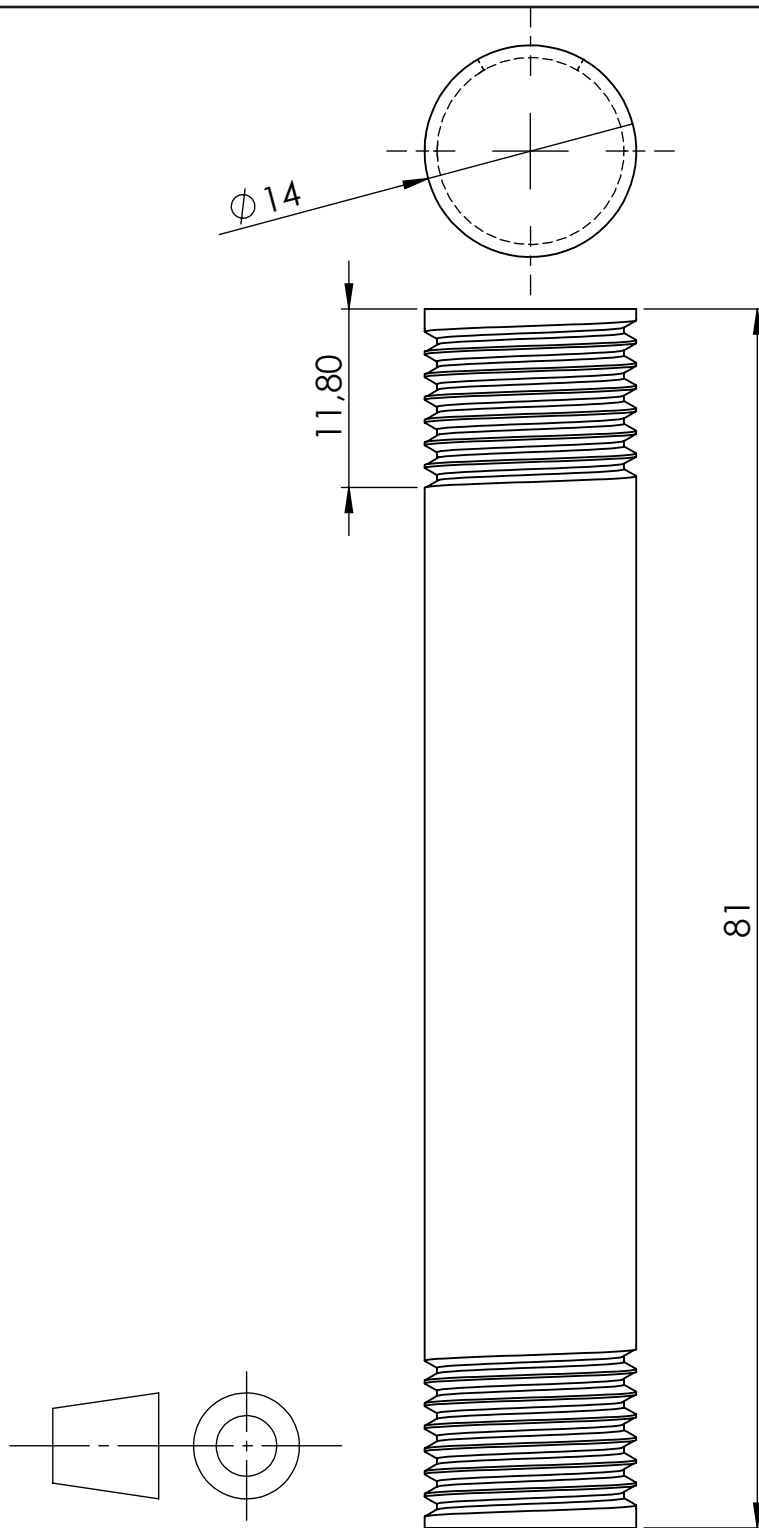
ESCALA:

1:1

**CONJUNTO: DISPOSITIVO ASISTENCIA**  
**PLANO SOPORTR ACTUADOR-COLUMNA**

Nº PLANO:

1.02.05



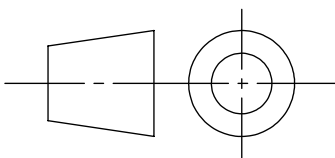
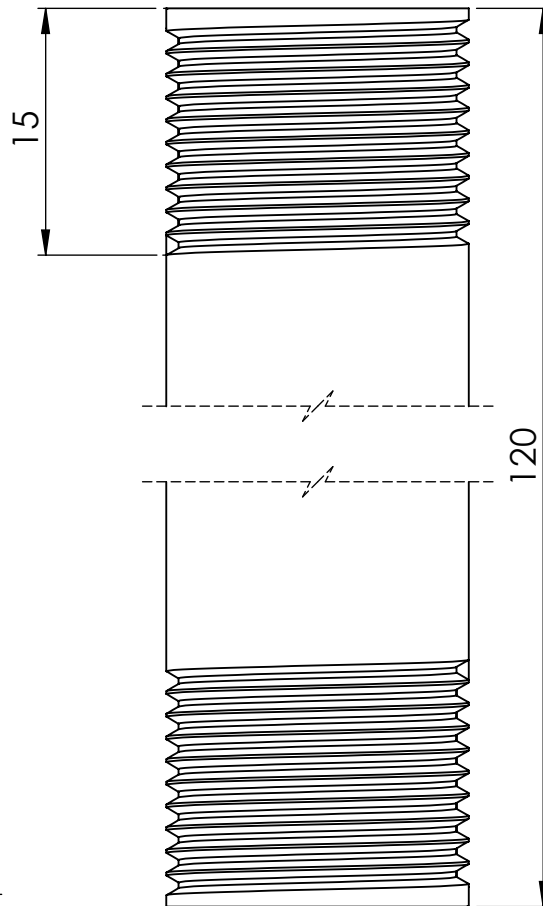
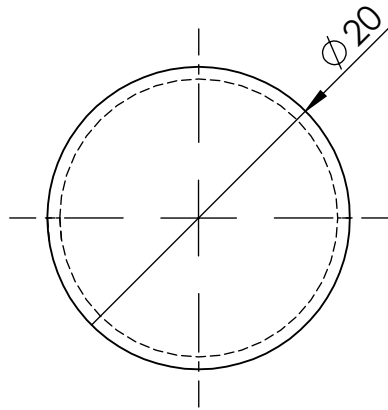
6	1	ESPÁRRAGO ROSCADO		S 235
MARCA	Nº DE PIEZAS	DESIGNACIÓN	NORMA	MATERIAL

**DISPOSITIVO DE ASISTENCIA**

Autor: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: mes y año			

ESCALA: <b>2:1</b>	<b>CONJUNTO: DISPOSITIVO ASISTENCIA</b> <b>ESPÁRRAGO ROSCADO ACTUADOR-COLUMNA</b>	Nº PLANO: <b>1.02.06</b>
-----------------------	--	-----------------------------



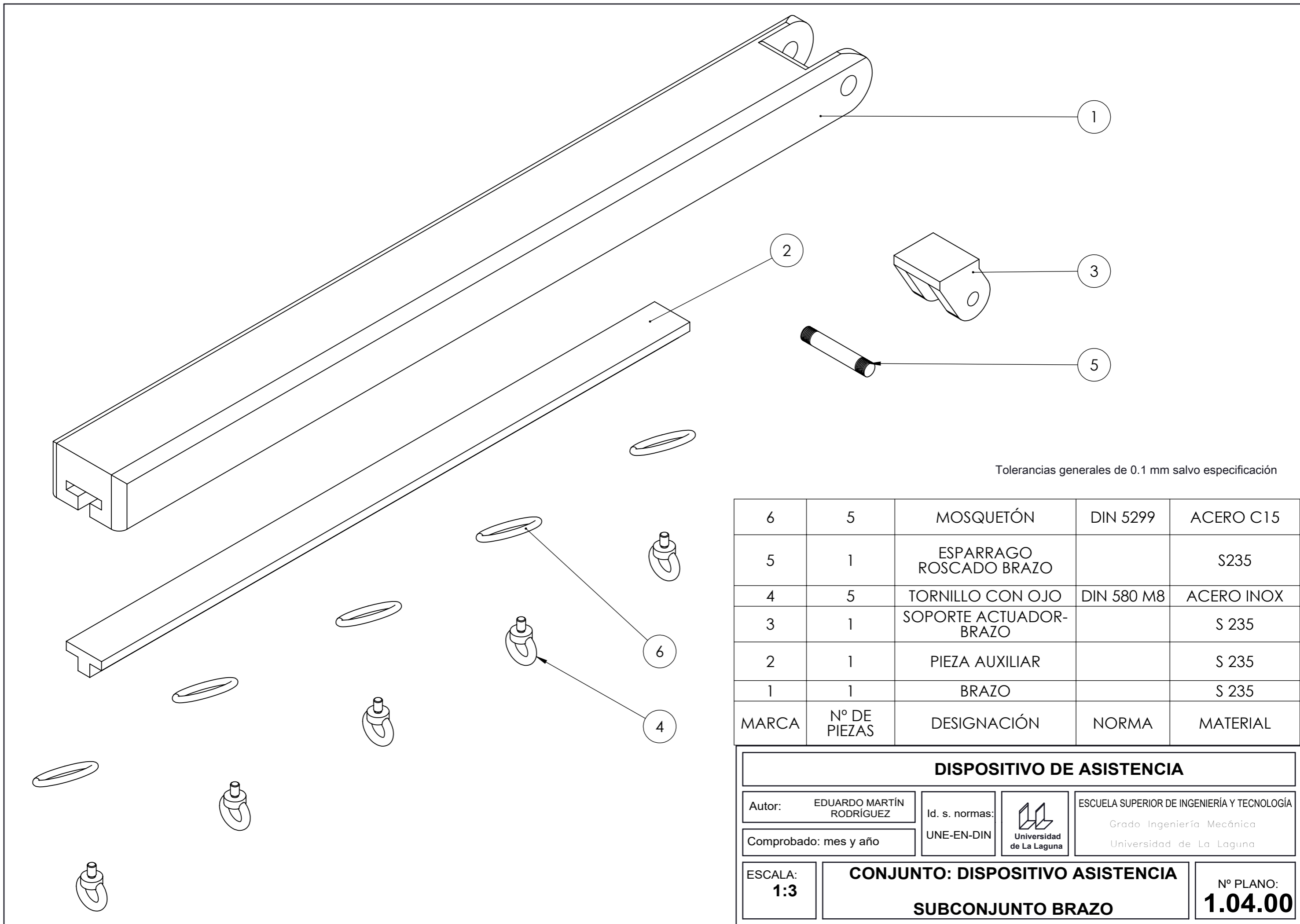


7	1	ESPÁRRAGO ROSCADO		S 235
MARCA	Nº DE PIEZAS	DESIGNACIÓN	NORMA	MATERIAL

### DISPOSITIVO DE ASISTENCIA

Autor: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: mes y año			Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna

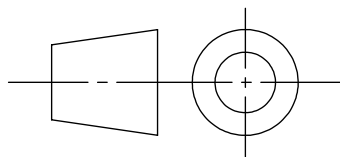
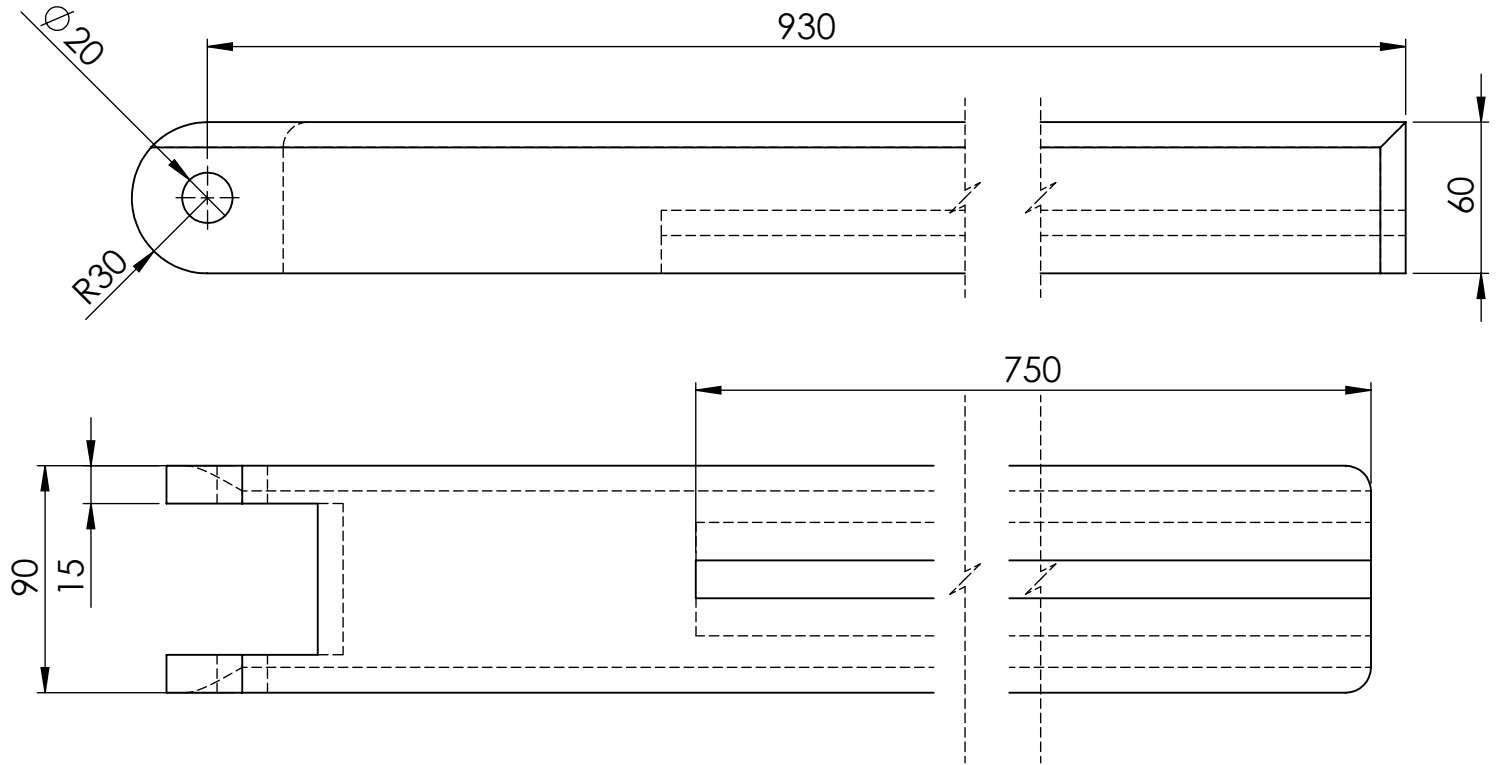
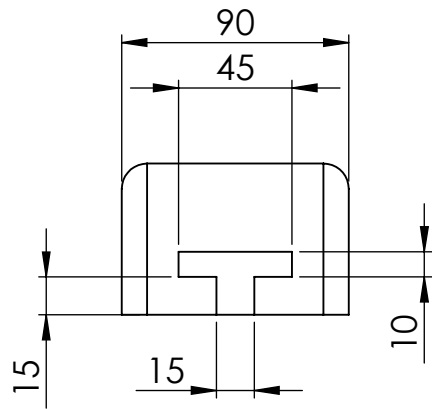
ESCALA: 2:1	<b>CONJUNTO: DISPOSITIVO ASISTENCIA</b> <b>ESPÁRRAGO ROSCADO COLUMNA-BRAZO</b>	Nº PLANO: <b>1.02.07</b>
-------------	---	--------------------------



Tolerancias generales de 0.1 mm salvo especificación

6	5	MOSQUETÓN	DIN 5299	ACERO C15
5	1	ESPARRAGO ROSCADO BRAZO		S235
4	5	TORNILLO CON OJO	DIN 580 M8	ACERO INOX
3	1	SOPORTE ACTUADOR-BRAZO		S 235
2	1	PIEZA AUXILIAR		S 235
1	1	BRAZO		S 235
MARCA	Nº DE PIEZAS	DESIGNACIÓN	NORMA	MATERIAL

DISPOSITIVO DE ASISTENCIA			
Autor: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: mes y año			
ESCALA: 1:3	<b>CONJUNTO: DISPOSITIVO ASISTENCIA</b> <b>SUBCONJUNTO BRAZO</b>		Nº PLANO: <b>1.04.00</b>



1	1	BRAZO		S 235
MARCA	Nº DE PIEZAS	DESIGNACIÓN	NORMA	MATERIAL

### DISPOSITIVO DE ASISTENCIA

Autor: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ

Id. s. normas:  
UNE-EN-DIN



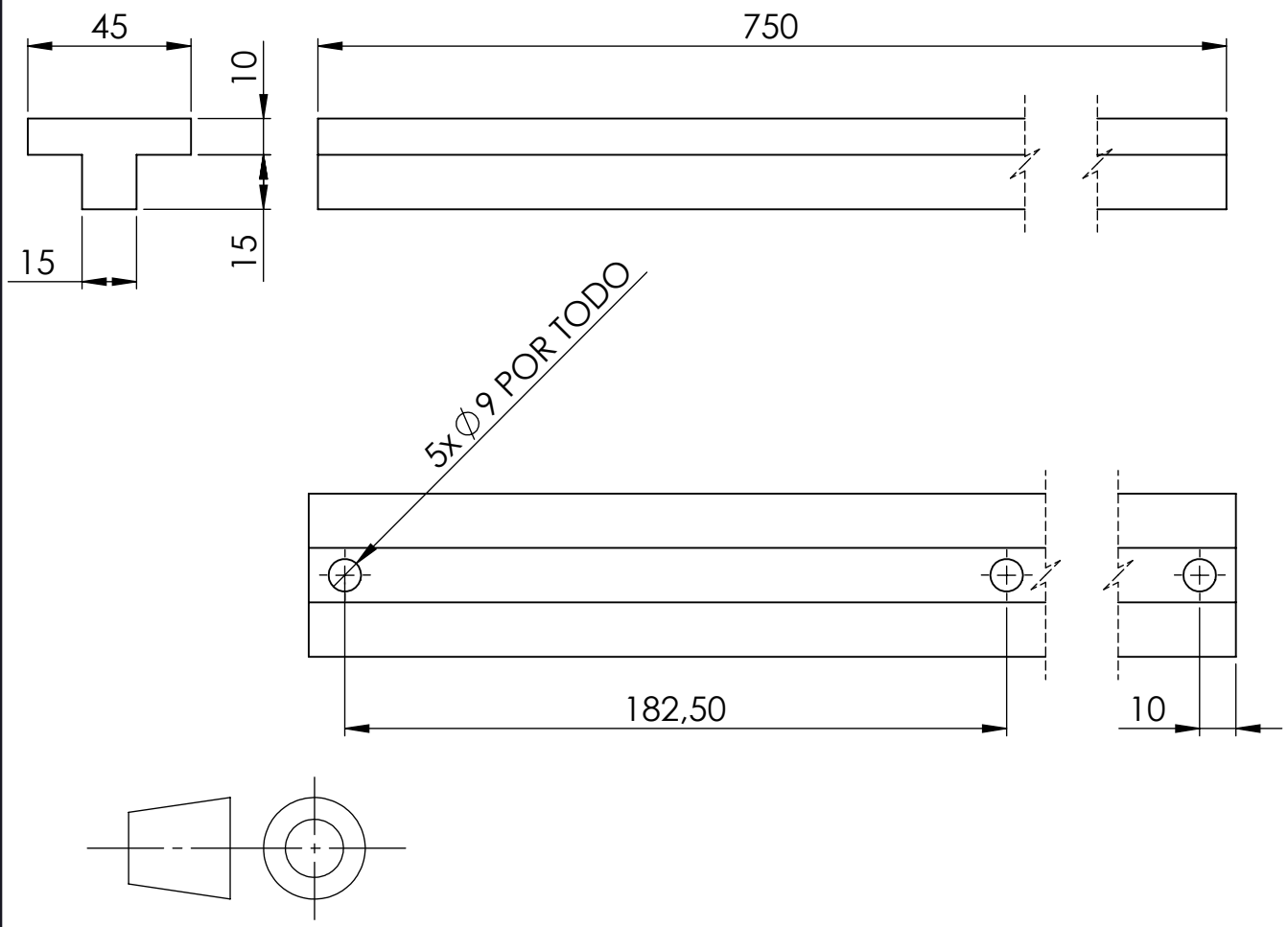
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
Grado Ingeniería Mecánica  
Universidad de La Laguna

ESCALA:  
**1:3**

**CONJUNTO: DISPOSITIVO ASISTENCIA**

**PLANO: BASE**

Nº PLANO:  
**1.04.01**

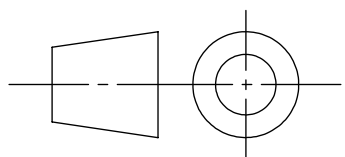
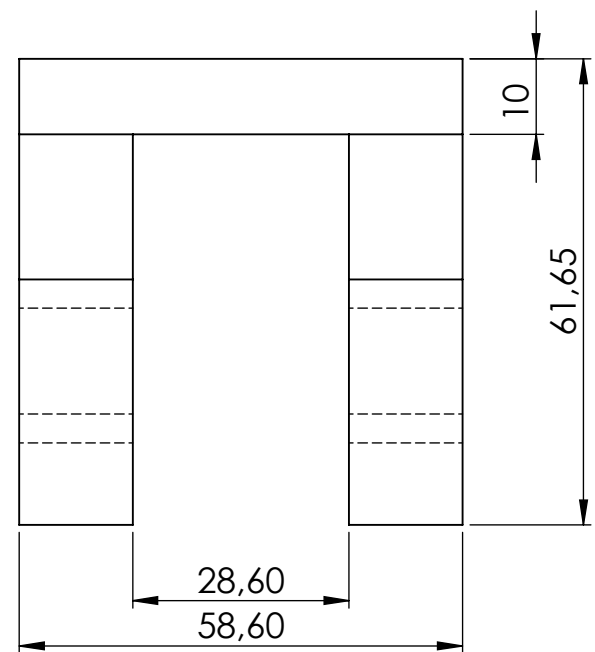
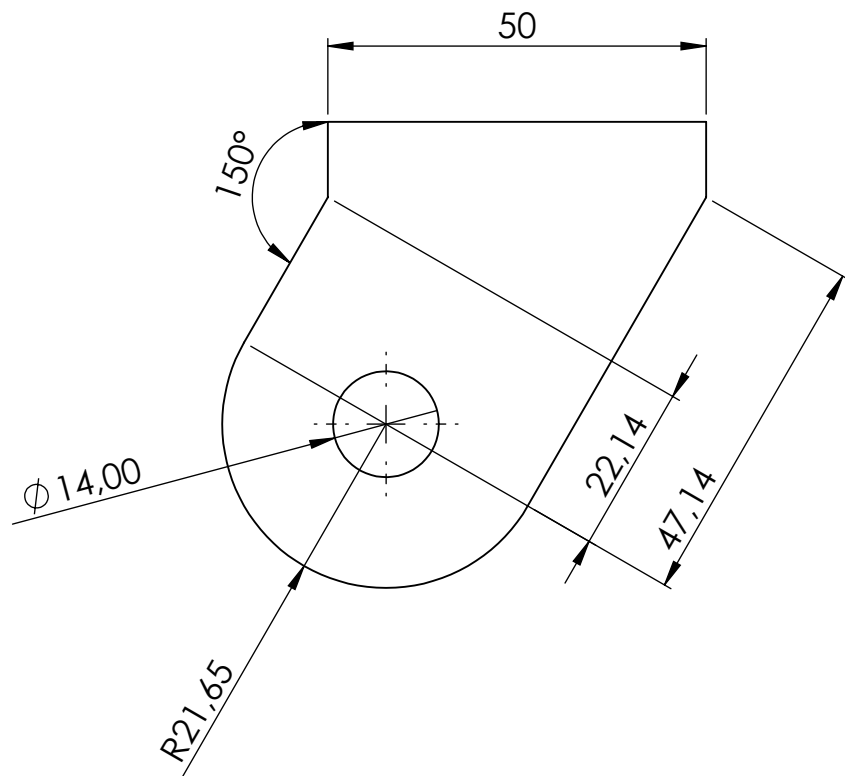


2	1	PIEZA AUXILIAR		S 235
MARCA	Nº DE PIEZAS	DESIGNACIÓN	NORMA	MATERIAL

**DISPOSITIVO DE ASISTENCIA**

Autor: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: mes y año			Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna

ESCALA: <b>1:3</b>	<b>CONJUNTO: DISPOSITIVO ASISTENCIA</b> <b>PLANO: PIEZA AUXILIAR</b>	Nº PLANO: <b>1.04.02</b>
-----------------------	---	-----------------------------



3	1	SOPORTE ACTUADOR		S 235
MARCA	Nº DE PIEZAS	DESIGNACIÓN	NORMA	MATERIAL

**DISPOSITIVO DE ASISTENCIA**

Autor: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ

Id. s. normas:



Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

Comprobado: mes y año

UNE-EN-DIN

ESCALA:

**1:1**

**CONJUNTO: DISPOSITIVO ASISTENCIA**

**PLANO: SOPORTE ACTUADOR-BRAZO**

Nº PLANO:

**1.04.03**



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**ESTUDIO PRELIMINAR DE UN DISPOSITIVO DE ASISTENCIA E  
INCORPORACIÓN DE PERSONAS CON PROBLEMAS DE MOVILIDAD**

## **PRESUPUESTO**

ALUMNO: EDUARDO MARTÍN RODRÍGUEZ

TUTORES: ROSA NAVARRO TRUJILLO

SEPTIEMBRE, 2021



## ÍNDICE PRESUPUESTO

1.- Presupuesto

2



A continuación, se va a realizar el presupuesto del prototipo escogido para determinar el coste de fabricación. Este presupuesto es un cálculo aproximado debido a que las piezas comerciales varían dependiendo del distribuidor y su disponibilidad.

En cuanto a las piezas diseñadas, su coste ha sido calculado mediante la herramienta Costing del Solidworks. Para las piezas diseñadas se supone un lote mínimo de 10 piezas, esto se debe a que si únicamente se realiza un lote único el precio se duplica.

El documento se divide en los siguientes puntos:

- Piezas mecanizadas (Tabla 1)
- Elementos de sujeción (Tabla 2)
- Actuador lineal (Tabla 3)

	Piezas diseño propio		
	Precio/unidad	Nº de piezas	Pecio total (€)
<b>Brazo superior</b>	2	102,3	204,6
<b>Columna</b>	2	465,1	930,2
<b>Base</b>	2	16,65	33,3
<b>Pieza auxiliar</b>	2	34,3	68,6
<b>Soportes</b>	4	16,12	64,48

*Tabla 1: Coste piezas diseño propio*

	Elementos de sujeción		
	Precio/unidad	Nº de piezas	Precio total (€)
Tuerca M8 DIN934	0,07	8	0,56
Tuerca M16 DIN 934	0,27	8	2,16
Tornillo M16x55 DIN 933	0,85	8	6,8
Arandela M16 DIN 125-A	0,01	8	0,08
Tornillo con ojo M8 DIN 580	0,55	10	5,5
Mosquetón DIN 5299	1,22	10	12,2
Espárrago M 14	4,18	4	16,72
Espárrago M20	5,2	2	10,4
Pie fijo con espiga en acero	1,37	8	10,96

*Tabla 2: Coste elementos de sujeción*

	Actuador lineal		
	Precio/unidad	Nº de piezas	Precio total (€)
Actuador CAHB-22E 3500 N	410	2	800

*Tabla 3: Coste actuador lineal*

Una vez se sabe el precio de cada una de las partidas anteriores, el presupuesto total estimado del proyecto es:

	Presupuesto total	
	Precio/partida	Presupuesto total (€)
Piezas diseño propio	1301,18	2166,56
Elementos de sujeción	65,38	
Actuador lineal	800	

*Tabla 4: Coste total*