



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el  
transporte de objetos de dimensiones medianas

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

AUTOR/A: Hernández Barrachina, Jordi

Tutor/a: Micó Reche, Carlos

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



# RESUMEN

El siguiente proyecto constará del diseño de una estructura móvil debido a la necesidad vigente de facilitar el transporte de objetos u materiales de gran peso a través de las instalaciones de un taller o nave.

Sin un tipo de específico de utilización, dicha estructura móvil ayudará en gran medida a los pequeños talleres o naves que no disponen de grandes recursos económicos para la instalación de un puente grúa o la infraestructura necesaria para colocación del mismo.

El presente proyecto está constituido por un diseño estructural que se dimensionará mediante el programa SolidWorks para posteriormente hacer una elección de un conjunto de poleas y accesorios para que dicho sistema pueda alzar el peso necesario para el transporte de lo que se desea desplazar hacia otro punto.

Asimismo, se realizará análisis estructural y selección de materiales para proceder a un estudio de presupuesto con tal estimar los costes de fabricación en el caso de que se quiera hacer una producción a pequeña escala, así como la recopilación de requisitos necesarios para la obtención del certificado CE en caso de venta al público.

Con el desarrollo del presente proyecto se pretende aplicar varias competencias, validadas por los códigos 05 (E), la 41 (E), la 45 (E) y la 48 (E)

# PALABRAS CLAVE

Soporte -Grúa-Ingeniería- SolidWorks – Poleas - CE

# RESUM

El següent projecte constarà del disseny d'una estructura mòbil a causa de la necessitat vigent de facilitar el transport d'objectes o materials de gran pes a través de les instal·lacions d'un taller o nau.

Sense una mena d'específic d'utilització, aquesta estructura mòbil ajudarà en gran manera als xicotets tallers o naus que no disposen de grans recursos econòmics per a la instal·lació d'un pont grua o la infraestructura necessària per a col·locació d'aquest.

El present projecte està constituït per un disseny estructural que es dimensionarà mitjançant el programa SolidWorks per a posteriorment fer una elecció d'un conjunt de corrioles i accessoris perquè aquest sistema pugui alçar el pes necessari per al transport del que es desitja desplaçar cap a un altre punt.

Així mateix, es realitzarà anàlisi estructural i selecció de materials per a procedir a un estudi de pressupost amb tal estimar els costos de fabricació en el cas que es vulga fer una producció a petita escala, així com la recopilació de requisits necessaris per a l'obtenció del certificat CE en cas de venda al públic.

Amb el desenvolupament del present projecte es pretén aplicar diverses competències, validades pels codis 05 (E), la 41 (E), la 45 (E) i la 48 (E).

# PARAULES CLAU

Suport -Grua- Enginyeria- SolidWorks – Corrioles - CE

# ABSTRACT

The following project will consist of the design of a mobile structure due to the current need to facilitate the transport of heavy objects or materials through the facilities of a workshop or warehouse.

Without a specific type of use, this mobile structure will greatly help small workshops or warehouses that do not have large financial resources for the installation of a bridge crane or the infrastructure necessary for its installation.

This project consists of a structural design that will be dimensioned using the SolidWorks program to later choose a set of pulleys and accessories so that the system can lift the necessary weight to transport what is to be moved to another point.

In addition, a structural analysis and selection of materials will be carried out in order to proceed with a budget study to estimate the manufacturing costs in the case of small-scale production, as well as the compilation of the requirements necessary to obtain the CE certificate in the case of retail sale.

With the development of this project, we intend to apply several competencies, validated by codes 05 (E), 41 (E), 45 (E) and 48 (E).

## Keywords

Support -Crane-Engineering- SolidWorks – Pulleys – CE

# Agradecimientos

Seria necio si no mencionara en concreto a las personas que no solo me han aguantado y visto llorar, sino que también me han dado un dedo y un brazo cuando lo he necesitado.

Es por ello por lo que espero que podamos vernos, para continuar formando historias

Espero apasionadamente poder ir donde estéis, porque, aunque no nos veamos muchos, vosotros sois mi familia más preciada que tengo.

Orgulloso de ser tu hijo, hermano y novio...

# ÍNDICE GLOBAL

## CONTENIDO

Agradecimientos .....	2
RESUMEN .....	3
PALABRAS CLAVE .....	3
RESUM .....	4
PARAULES CLAU .....	4
ABSTRACT .....	5
Keywords .....	5
ÍNDICE .....	6
INDICE DE TABLAS .....	9
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	10
1. MOTIVACIÓN DEL PROYECTO .....	15
2. OBJETIVOS .....	16
3. ALCANCE DEL PROYECTO .....	16
4. CONTEXTO .....	17
4.1 Soluciones actuales .....	18
5. POLEA .....	20
5.1 Historia de la polea .....	20
5.1.1 Modernización de la polea .....	21
5.3 Como obtener la ventaja mecánica .....	25
5.4 Elección del subconjunto de poleas .....	26
5.4.1 Resumen y análisis .....	31
6. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA MÓVIL .....	32
6.1 Estructura base .....	32
6.2 Parte superior .....	34
6.3 Subconjunto de poleas .....	36
6.3.1 Carrete .....	37
6.3.2 Poleas fija .....	40
6.3.3 Poleas móviles .....	44
6.3.4 Conclusiones .....	45
6.4 Concentración de tensiones .....	46
7. CÁLCULO DE REACCIONES Y MOMENTO .....	47
8. ESTUDIO ESTÁTICO .....	58
8.1 Convergencia del mallado .....	59
8.1 Hipótesis 1 “Chasis sin arriostar” .....	62
8.2 Hipótesis 2 “Chasis arriostrado” .....	66
10. TORNILLERÍA Y COMPLEMENTOS .....	72
10.1 Perno DIN 912 .....	72
10.2 Arandela DIN 125 .....	72
10.3 Tuerca hexagonal DIN 934 .....	73

10.4 Circlip de seguridad DIN472 .....	74
10.5 Tornillo de cabeza hexagonal DIN 933 .....	77
10.6 Arandela Grower DIN 127 .....	78
10.7 Rodamientos de poleas SKF 6005-2RSH .....	79
10.8 Rodamiento de rodillos carrete SKF 628/5-2Z.....	79
13. CONCLUSIONES .....	80
14. BIBLIOGRAFIA.....	81
14. FUENTES DE ILUSTRACIONES.....	82
15. REFERENCIAS.....	86
SELECCIÓN DE MATERIALES.....	88
Opciones validas .....	88
Acero con calidad S275.....	90
GUÍA DE FABRICACIÓN.....	91
Pieza Nº1 .....	91
Pieza Nº2 .....	93
Pieza Nº3 .....	94
Pieza Nº4.....	95
Pieza Nº5 .....	95
Pieza Nº6.....	96
Pieza Nº7.....	97
Piezas Nº8 y Nº8.2.....	98
Pieza Nº9.2 .....	99
Pieza Nº10.....	99
Pieza Nº12 .....	100
Pieza Nº13 .....	101
Pieza Nº14.....	102
Pieza Nº15.....	102
Pieza Nº19.....	103
Pieza Nº70.....	103
Pieza eje 12 .....	104
Pieza Nº21 .....	105
Soldadura .....	106
Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW) .....	107
ESTUDIO ECONÓMICO/PRESUPUESTO .....	109
Trabajos de ingeniería .....	109
Piezas comerciales .....	110
Piezas diseñadas.....	111
Materia Prima.....	111
Mano de obra.....	112
Viga IPE80 “Pieza 5”.....	112
Estructura base perfil 40x40x4 “Pieza 1 y 3” .....	112
Soportes viga IPE 80 “Pieza 6” .....	113
Soportes laterales de estructura “Pieza 10” .....	113

<i>Cuñas laterales de estructura “Pieza 2”</i> .....	114
<i>Pletina intermedia “Pieza 4”</i> .....	114
<i>Rodillo carrete “Pieza 8.1 y 8.2”</i> .....	114
<i>Polea “Pieza 12”</i> .....	115
<i>Eje polea “Pieza 14”</i> .....	115
<i>Cuerpo carrete “Pieza 7”</i> .....	116
<i>Tapa carrete “Pieza 9.2”</i> .....	116
<i>Eje inferior carrete “Pieza eje 12”</i> .....	116
<i>Eje superior carrete “Pieza 19”</i> .....	117
<i>Estructura poleas fijas “Pieza 13”</i> .....	117
<i>Estructura poleas móviles “Pieza 15”</i> .....	117
<i>Mosquetón polea fija “Pieza 70”</i> .....	118
<i>Montaje y puesta a punto</i> .....	118
<i>Resumen del presupuesto</i> .....	119
<i>Normativa aplicable</i> .....	121
<i>Descripción manipuladores de la máquina</i> .....	121
<i>Inspección y análisis máquina</i> .....	122
<i>Evaluación de los riesgos</i> .....	122
<i>Lista de verificación</i> .....	124
<b>GUÍA DE APRIETES</b> .....	<b>130</b>

# INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Resultados polea fija + polea móvil</i> .....	28
<i>Tabla 2 Resultados polea fija + dos poleas móviles</i> .....	29
<i>Tabla 3 Resultados dos poleas fijas + dos poleas móviles</i> .....	29
<i>Tabla 4 Resultados dos poleas fijas + dos móviles</i> .....	30
<i>Tabla 5 Resultado final de análisis tipo de combinaciones de poleas</i> .....	31
<i>Tabla 6 Resultados del estudio de mallado en viga IPE80</i> .....	52
<i>Tabla 7 Resultados de los esfuerzos de VonMises para el estudio de malla viga IPE80</i> .....	53
<i>Tabla 8 Resultados de desplazamientos máximos del estudio de malla viga IPE80</i> .....	54
<i>Tabla 9 Resultados de convergencia mallado "Chasis sin arriostrar"</i> .....	60
<i>Tabla 10 Resultado de convergencia mallado "Chasis arriostrado"</i> .....	60
<i>Tabla 11 Representación gráfica entre el tamaño de mallado frente al desplazamiento obtenido</i> .....	61
<i>Tabla 12 Representación gráfica entre el tamaño de mallado frente al esfuerzo de "VonMises" obtenido</i> .....	61
<i>Tabla 13 Costo de los trabajos de ingeniería</i> .....	109
<i>Tabla 14 Costo de piezas comerciales</i> .....	110
<i>Tabla 15 Costo de la materia prima piezas diseñadas</i> .....	111
<i>Tabla 16 Mano de obra Viga IPE80</i> .....	112
<i>Tabla 17 Mano de obra estructura base perfil 40x40x4</i> .....	112
<i>Tabla 18 Mano de obra soportes viga IPE80</i> .....	113
<i>Tabla 29 Mano de obra de los soportes laterales de estructura</i> .....	113
<i>Tabla 20 Mano de obra cuñas laterales de estructura</i> .....	114
<i>Tabla 21 Mano de obra pletina intermedia</i> .....	114
<i>Tabla 22 Mano de obra rodillo carrete</i> .....	114
<i>Tabla 23 Mano de obra de polea</i> .....	115
<i>Tabla 24 Mano de obra eje polea</i> .....	115
<i>Tabla 25 Mano de obra cuerpo carrete</i> .....	116
<i>Tabla 26 Mano de obra tapa carrete</i> .....	116
<i>Tabla 27 Mano de obra eje inferior carrete</i> .....	116
<i>Tabla 28 Mano de obra eje superior carrete</i> .....	117
<i>Tabla 29 Mano de obra estructura poleas fija</i> .....	117
<i>Tabla 30 Mano de obra estructuras poleas móviles</i> .....	117
<i>Tabla 31 Mano de obra mosquetón polea fija</i> .....	118
<i>Tabla 32 Costo de montaje y puesta a punto</i> .....	118
<i>Tabla 34 Estudio de la estructura móvil para el mercado CE</i> .....	129
<i>Tabla 33 Desglose de par de apriete recomendable</i> .....	131

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1 Infraestructura nave acondicionada (Fuente 1)</i> .....	17
<i>Ilustración 2 Infraestructura taller no acondicionado (Fuente 2)</i> .....	18
<i>Ilustración 3 Transpaleta manual (Fuente 3)</i> .....	18
<i>Ilustración 4 Pluma hidráulica (Fuente 4)</i> .....	19
<i>Ilustración 5 Dique seco con demostración (Fuente 5)</i> .....	20
<i>Ilustración 6 Ejemplo polea grúa (Fuente 6)</i> .....	21
<i>Ilustración 7 Polea violín (Fuente 7)</i> .....	22
<i>Ilustración 8 Ejemplo polea simple (Fuente 8)</i> .....	23
<i>Ilustración 9 Ejemplo polea móvil (Fuente 9)</i> .....	23
<i>Ilustración 10 Ejemplo polea compuesta (Fuente 10)</i> .....	24
<i>Ilustración 11 Ejemplo de polipasto (Fuente 11)</i> .....	24
<i>Ilustración 12 Diagrama de tensiones en polea simple (Fuente 12)</i> .....	25
<i>Ilustración 13 Diagrama fuerzas del sistema de polea simple (Fuente 13)</i> .....	25
<i>Ilustración 14 Ejemplo de polea simple (Fuente 14)</i> .....	27
<i>Ilustración 15 Diagrama de distribución de fuerzas en polea fija + polea móvil (Fuente 15)</i> .....	27
<i>Ilustración 16 Diagrama de distribución de fuerzas en polea fija +dos poleas móviles (Fuente 16)</i> .....	28
<i>Ilustración 17 Diagrama de distribución de fuerzas dos poleas fijas + poleas móviles (Fuente 17)</i> .....	29
<i>Ilustración 18 Diagrama de distribución de fuerzas dos poleas fijas + dos poleas móviles (Fuente 18)</i> ....	30
<i>Ilustración 19 Estructura base (Fuente 19)</i> .....	32
<i>Ilustración 20 Detalle del sistema de amarre de las pletinas laterales a la estructura base (Fuente 20)</i> ....	33
<i>Ilustración 21 Vista inferior de la estructura base (Fuente 21)</i> .....	33
<i>Ilustración 22 Vista detalle de la parte inferior (Fuente 22)</i> .....	34
<i>Ilustración 23 Vista aérea de la parte superior de la estructura (Fuente 23)</i> .....	35

<i>Ilustración 24 Vistas detalles de la parte superior de la estructura (Fuente 24)</i> .....	35
<i>Ilustración 25 Subconjunto de poleas (Fuente 25)</i> .....	37
<i>Ilustración 26 Vistas detalle del subconjunto del carrete (Fuente 26)</i> .....	38
<i>Ilustración 27 Vista detalle del interior del carrete (Fuente 27)</i> .....	38
<i>Ilustración 28 Vista detalle seccional del encaje de los rodillos con el eje de 5mm (Fuente 28)</i> .....	39
<i>Ilustración 29 Vista perfil de los rodillos inferiores (Fuente 29)</i> .....	39
<i>Ilustración 30 Cojinete SKF 628/5-2Z (Fuente 30)</i> .....	40
<i>Ilustración 31 Vista detalle seccional del encaje del cojinete (Fuente 31)</i> .....	40
<i>Ilustración 32 Vistas de las poleas fijas (Fuente 32)</i> .....	41
<i>Ilustración 33 Vista seccional de las poleas fijas (Fuente 33)</i> .....	41
<i>Ilustración 34 Vista detalle el encaje del eje de las poleas fijas (Fuente 34)</i> .....	42
<i>Ilustración 35 Vista detalle del ajuste que presentan los cojinetes de las poleas fijas (Fuente 35)</i> .....	42
<i>Ilustración 36 Vista de sección del amarre del cuerpo de las poleas fijas con el carrete (Fuente 36)</i> .....	43
<i>Ilustración 37 Ejemplo del tipo de terminación de la cuerda necesario (Fuente 37)</i> .....	43
<i>Ilustración 38 Vistas detalle del enganche tipo mosquetón (Fuente 38)</i> .....	44
<i>Ilustración 39 Vistas de las poleas móviles (Fuente 39)</i> .....	44
<i>Ilustración 40 Ejemplo del entrelazado necesario (Fuente 40)</i> .....	45
<i>Ilustración 41 Distribución de las tensiones en un perfil que presenta un agujero en su centro (Fuente 41)</i> .....	46
<i>Ilustración 42 Representación de una viga con 2 soportes (Fuente 42)</i> .....	47
<i>Ilustración 43 Diagrama del cuerpo libre con todas las medidas (Fuente 43)</i> .....	48
<i>Ilustración 44 Diagrama de tensiones cortantes y momentos resultantes (Fuente 44)</i> .....	49
<i>Ilustración 45 Vista de SolidWorks la fijación de los soportes en la viga IPE80 (Fuente 45)</i> .....	50
<i>Ilustración 46 Parámetros de malla (Fuente 46)</i> .....	51
<i>Ilustración 47 Vista detalle de N.º de elementos por curvatura en la configuración de la malla de (Fuente 47)</i> .....	52

<i>Ilustración 48</i> Mallado realizado en SolidWorks de la viga IPE80 (Fuente 48).....	55
<i>Ilustración 49</i> Vista detalle del control de mallado en las curvaturas de las alas de la viga IPE80 (Fuente 49) .....	55
<i>Ilustración 50</i> Resultado de los desplazamientos obtenidos en el estudio de la viga IPE80 (Fuente 50) ..	56
<i>Ilustración 51</i> Resultado de las tensiones de "VonMises" obtenidas en el estudio de la viga IPE80 (Fuente 51) .....	57
<i>Ilustración 52</i> Resultado del factor de seguridad obtenido del estudio de la viga IPE80 (Fuente 52) .....	58
<i>Ilustración 53</i> Parámetros de malla estudio estático de la estructura (Fuente 53) .....	59
<i>Ilustración 54</i> Vistas de la estructura de "chasis sin arriostrar" (Fuente 54).....	63
<i>Ilustración 55</i> Resultados de los desplazamientos obtenidos del estudio del "chasis sin arriostrar" (Fuente 55).....	63
<i>Ilustración 56</i> Vista detalle de la viga IPE80 sobre los resultados obtenidos del estudio del "chasis sin arriostrar" (Fuente 56).....	64
<i>Ilustración 57</i> Resultado de las tensiones de "VonMises" obtenidos del estudio del "chasis sin arriostrar" (Fuente 57).....	64
<i>Ilustración 58</i> Vista detalle de las tensiones en las patas de los resultados obtenidos del "chasis sin arriostrar" (Fuente 58).....	65
<i>Ilustración 59</i> Resultado del factor de seguridad del "chasis sin arriostrar" obtenidos del estudio (Fuente 59) .....	66
<i>Ilustración 60</i> Vistas de la estructura de "chasis arriostrada" (Fuente 60).....	67
<i>Ilustración 61</i> Resultados de los desplazamientos obtenidos del estudio del "chasis sin arriostrado" (Fuente 61) .....	68
<i>Ilustración 62</i> Vista detalle de la viga IPE80 sobre los resultados obtenidos del estudio del "chasis arriostrado" (Fuente 62) .....	68
<i>Ilustración 63</i> Resultado de las tensiones de "VonMises" obtenidos del estudio del "chasis arriostrado" (Fuente 63) .....	69
<i>Ilustración 64</i> Vista detalle de las tensiones en las patas de los resultados obtenidos del "chasis arriostrado" (Fuente 64) .....	69
<i>Ilustración 65</i> Resultado del factor de seguridad del "chasis arriostrado" obtenidos del estudio (Fuente 65) .....	70

<i>Ilustración 66 Normativa de pernos DIN 912 (Fuente 69).....</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 67 Normativa DIN 125 (Fuente 70).....</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 68 Normativa DIN 934 (Fuente 71).....</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 69 Modelaje del circlip para cojinetes SKF 6005-2RSH (Fuente 72).....</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 70 Modelaje del circlip para cojinetes SKF 628/5-2Z (Fuente 73) .....</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 71 Normativa DIN 471 de circlips para eje exterior (Fuente 74) .....</i>	<i>75</i>
<i>Ilustración 71 Normativa DIN 471 de circlips para eje interior (Fuente 75).....</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 73 Normativa DIN 933 para pernos de cabeza hexagonal (Fuente 76).....</i>	<i>77</i>
<i>Ilustración 74 Normativa DIN 127 para arandelas Grower (Fuente 77).....</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 75Característica básicas del rodamiento SKF 6005-2RSH (Fuente 78).....</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 76 Característica básicas del rodamiento SKF 628/5-2Z (Fuente 79).....</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 77 Características técnicas del acero con calidad S275 (Fuente 80).....</i>	<i>91</i>
<i>Ilustración 78 Vistas de soldado superior de pieza N°1 (Fuente 83) .....</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 79 Vistas de soldado inferior de pieza N°1 (Fuente 84) .....</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 80 Vistas de soldado de cuñas de pieza N°1 (Fuente 85).....</i>	<i>93</i>
<i>Ilustración 81 Vistas de soldado pieza N°2 (Fuente 86).....</i>	<i>93</i>
<i>Ilustración 82 Vista de soldado de pieza N°3 para conforma la pata (Fuente 87).....</i>	<i>94</i>
<i>Ilustración 83 Vista detalla de soldado de pieza N°3 (Fuente 88) .....</i>	<i>94</i>
<i>Ilustración 84 Vista de soldado de pieza N°3 con pieza N°1 (Fuente 89).....</i>	<i>95</i>
<i>Ilustración 85 Vista de montaje de pieza N°4 en la parte superior de la estructura (Fuente 90) .....</i>	<i>95</i>
<i>Ilustración 86 Vista de montaje de pieza N°5 en la parte superior de la estructura (Fuente 91) .....</i>	<i>96</i>
<i>Ilustración 87Vista de soldado de pieza N°6 (Fuente 92) .....</i>	<i>96</i>
<i>Ilustración 88 Vista de montaje de pieza N°6 en la parte superior de la estructura (Fuente 93) .....</i>	<i>97</i>
<i>Ilustración 89Vista de soldado de pieza N°7 (Fuente 94). .....</i>	<i>97</i>
<i>Ilustración 90 Vista detalle de soldado de pieza N°7 (Fuente 95).....</i>	<i>98</i>

<i>Ilustración 91 Vista de pieza N°8 (Fuente 96)</i> .....	98
<i>Ilustración 92 Vista de soldado de pieza N°9.2 (Fuente 97)</i> .....	99
<i>Ilustración 93 Vista de soldado de pieza N°10 (Fuente 98)</i> .....	100
<i>Ilustración 94 Vista de montaje de pieza N°10 con pieza N°2 (Fuente 99)</i> .....	100
<i>Ilustración 95 Vista de pieza N°12 (Fuente 100)</i> .....	101
<i>Ilustración 96 Vista de soldado de pieza N°13 (Fuente 101)</i> .....	101
<i>Ilustración 97 Vista detalle de soldado de pieza N°13 parte superior (Fuente 102)</i> .....	101
<i>Ilustración 98 Vista detalle de soldado de pieza N°13 parte inferior (Fuente 103)</i> .....	102
<i>Ilustración 99 Vista de pieza N°14 (Fuente 104)</i> .....	102
<i>Ilustración 100 Vista detalle de soldado de pieza N°15 (Fuente 105)</i> .....	103
<i>Ilustración 101 Vista de soldado de pieza N°15 (Fuente 106)</i> .....	103
<i>Ilustración 102 Vista de pieza N°19 (Fuente 107)</i> .....	103
<i>Ilustración 103 Vista detalle de mosquetón pieza N°70 parte superior (Fuente 108)</i> .....	104
<i>Ilustración 104 Vista de soldado de mosquetón pieza N°70 (Fuente 109)</i> .....	104
<i>Ilustración 105 Vista de pieza eje 12 (Fuente 110)</i> .....	105
<i>Ilustración 106 Vista de pieza N°21 (Fuente 111)</i> .....	105
<i>Ilustración 107 Ejemplo de soldadura por arco revestido (Fuente 112)</i> .....	107
<i>Ilustración 108 Variación de riesgo en función de la probabilidad y la severidad (Fuente 67)</i> .....	124
<i>Ilustración 109 Variación de la prioridad en función de la valoración de riesgo (Fuente 68)</i> .....	124
<i>Ilustración 110 Tipos de calidades de tornillos y pernos según norma EN ISO 898-1 (Fuente 81)</i> .....	130
<i>Ilustración 111 Tabla de par de apriete según métrica y calidad del tornillo o perno</i> <i>(Fuente 82)</i> .....	131

# 1. MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto tiene varias razones por las que se ha visto que la necesidad del desarrollo de una estructura móvil que pueda llegar a soportar grandes pesos en su punto más desfavorable.

Una de las razones más obvias es la carencia de este tipo de estructuras en el mercado actual, por lo que el presente proyecto entraría en un nicho por el cual siempre tendrá potenciales clientes cuyas condiciones laborables hacen necesario la compra de un diseño como el que se procederá a desarrollar y explicar a continuación.

Otra de las razones sería el bajo coste de fabricación que le supondría para el cliente final, intentando siempre escoger unos materiales de muy alta rotación y demanda, haciendo que el producto final no suponga un impedimento económico a las pequeñas empresas cuyos recursos muchas veces son en cierta parte limitativos a la hora de invertir en material necesario para el desempeño de su trabajo.

En el puesto de trabajo del autor de este documento, se brinda la oportunidad de desempeñar en cierta parte los conocimientos adquiridos durante mi formación en el grado, no obstante gracias a dichas experiencias, se ha podido observar la gran imaginación que tienen los profesionales del sector de la automoción a la hora de realizar una reparación de un vehículo. Es por ello por lo que se deberían mejorar las condiciones de reparaciones de los vehículos asimismo como el ahorro de tiempo a la hora de invertir como mover o sostener cualquier tipo de objeto o material de peso y dimensiones pequeñas y medianas.

## 2. OBJETIVOS

El presente proyecto contará con el objetivo principal de crear una estructura móvil asistida por poleas capaces de soportar hasta 120kg en su máxima carga, con tal de poder ser desplazado al punto que desee la persona que está manipulando la estructura.

Para el desarrollo del objetivo principal se necesita establecer unos objetivos parciales:

- A. Realización de una estructura con facilidad máxima para su montaje.
- B. Selección de materiales óptimos y de bajo coste.
- C. Incorporar al diseño los requisitos de seguridad establecidos por la normativa aplicable.

## 3. ALCANCE DEL PROYECTO

Una vez definido el objetivo principal de proyecto, procedemos a delimitar el alcance del proyecto conforme a lo necesario para que dicho estructura se pueda lanzar al mercado actual.

Primeramente, el proyecto constará de un diseño mecánico modelizado en 3D, el estudio de un conjunto de poleas para posterior elección que más se adapte a las necesidades vigentes y la realización de planos de construcción con tal de poder ser empleados para la fabricación y montaje.

Asimismo, no requerirá ninguna aplicación eléctrica puesto que en ningún momento se necesitará una maquina externa que funcione con electricidad, haciendo únicamente preciso el accionamiento manual del usuario que desea alzar el peso a mover.

Además de lo anteriormente indicado, se identificará la carga máxima que pueda soportar la estructura en su punto más desfavorable, para así poder estimar el margen de seguridad en caso de sobrecarga del sistema.

Finalmente se realizará un presupuesto totalmente detallado de todos los gastos y materiales que serán necesarios para la puesta en fabricación del presente proyecto.

## 4. CONTEXTO

Se ha podido observar la cantidad de talleres de reparación de automóviles donde utilizan maquinaria pesada y de cosecha propia para suplir las necesidades que van surgiendo a medida que el pequeño taller gana experiencia y clientes.

Un taller con un puente grúa ubicado a lo largo de toda la nave puede facilitar el trabajo en mayor medida, no obstante, no todos disponen de dicha infraestructura. En la siguiente imagen podéis observar cómo estaría de preparado un taller con la maquinaria necesario para el transporte de objetos de grandes dimensiones a lo largo de la propia nave.



*Ilustración 1 Infraestructura nave acondicionada (Fuente 1)*

De igual manera con la siguiente ilustración se muestra cómo se vería una pequeña nave o local con dimensiones mucho más reducidas sin espacio para poder realizar una instalación de dicho puente grúa.



*Ilustración 2 Infraestructura taller no acondicionado (Fuente 2)*

Claramente las dimensiones del taller anteriormente ilustrado no presentan unas medidas favorables a la hora de la instalación de un sistema de transporte de mercancías o pequeño puente grúa, por lo que muchos talleres o naves de pequeñas dimensiones tienen que solventar esta problemática con la ayuda de estructura móviles capaces de soportar pesos pequeños-medianos y así poder desenvolver sus tareas diarias con mayor facilidad.

#### 4.1 Soluciones actuales

Existen todo tipo de soluciones innovadoras por parte de los talleres donde estar fabrican todo tipo de articulaciones con ruedas de forma artesanal con tal de suplir una carencia económica o situacional. No obstante, sí que he podido comprobar que la maquinaria más utilizada para el transporte de mercancía es la maquina denominada transpaleta.



*Ilustración 3 Transpaleta manual (Fuente 3)*

Esta opción es la más extendida alrededor de todo el mundo por la gran sencillez que presenta el diseño, no obstante, presenta una limitación muy evidente, que es la altura la cual puede ser transportada la carga.

También existen las transpaletas eléctricas, donde permiten mayor juego en cuanto la altura de acción no obstante no dejan de tener muy poco margen de maniobra en relación con la capacidad de utilización, puesto que mayoritariamente se utilizan para el transporte de mercancía entre distintos puntos. En este caso, con la fabricación de nuestra estructura móvil, tendrá aptitudes tanto de transporte como de capacidad de trabajo en la propia estructura si se desea.

Otra de las estructuras que presenta mucha presencia es la denominada “pluma” o “soporte nivelador” donde dicha estructura tubular consta de una base en forma de V donde el esfuerzo de la carga a desplazar se realiza mediante un brazo articulado asistido con un pistón hidráulico de simple efecto.



*Ilustración 4 Pluma hidráulica (Fuente 4)*

Este tipo de estructuras es la más demandada hoy en día puesto que suprime una de las mayores complicaciones a la hora del transporte que es la carga de manera vertical, asimismo también tiene la facilidad de moverse libremente ya que esta cuenta con numerosas ruedas que giran 360°, haciendo que prácticamente cualquier movimiento sea posible en los 3 planos del espacio.

## 5. POLEA

La polea es “una rueda que gira libremente sobre un eje, y con una llanta de forma apropiada que sirve generalmente para arrastrar [1]”

No obstante, también se puede definir como un mecanismo de tipo fijo y/o móvil, donde está constituida por dos elementos básicos, siendo el primero por una rueda acanalada y el segundo por una cuerda, la cual, mediante diferentes combinaciones, permite el alzado de peso con menor esfuerzo.

### 5.1 Historia de la polea

No se tienen muchos registros o escritos los cuales narran quien fue el inventor del sistema de poleas, habiendo muchas especulaciones de nombres en diferentes libros u obras, como es el caso de “Plutarco [2]” donde se relata la historia entre “Arquímedes [3]” y el rey “Hierón de Siracusa [4]” donde se menciona un sistema que permitía mover objetos tales como barcos.

Asombrado el rey “Hierón de Siracusa” quiso probar la veracidad de las afirmaciones de “Arquímedes” permitiéndole realizar una demostración con uno de los barcos de su flota personal.

Finalmente “Arquímedes” realizó las pruebas en un dique seco, donde quedó testado la gran capacidad mecánica que puede llegar a alcanzar la polea o la combinación de muchas cuando se necesita mover grandes objetos de altos pesos.

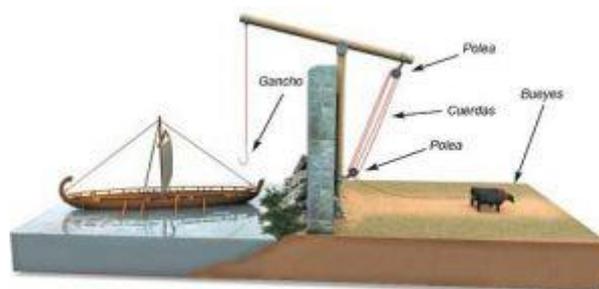


Ilustración 5 Dique seco con demostración (Fuente 5)

### 5.1.1 Modernización de la polea

A fecha de hoy, la polea es un mecanismo que sigue aplicándose en muchos ámbitos y sectores al contar con una sencillez mecánica contra el resto de las alternativas, conllevando también un impacto económico muy bajo, lo cual lo hace muy atractivo a la hora de escoger un método u otro.

Los sectores que se benefician mucho este mecanismo son la minería, construcción y construcción naval, teniendo un factor común decisivo a la hora de decantarse por este tipo de mecanismo, que es el bajo coste de mantenimiento y la capacidad de mover mucho peso.

En el sector de la construcción, más concretamente en la edificación es muy común la utilización de grúas fijas para agilizar todo tipo de operaciones que requieran el alzamiento y movimiento de peso a lo largo de la construcción del edificio. El tipo de poleas empleado en este tipo de maquinaria son los polipastos, capaces de reducir drásticamente las fuerza necesaria para la elevación del peso a mover.

Además de lo anteriormente indicado, hacemos instar que este tipo de grúas dispone de dos mecanismos asistidos por poleas, el primero hace referencia al movimiento en el eje Y, constado por el sistema de polipastos para las cargas verticales. El otro permite el movimiento del carro por el eje X, haciendo que la pluma de la grúa se quede completando recta, dando lugar pues a un sistema combinado por un polipasto a modo de carga vertical y un sistema de poleas simples para el movimiento en el eje X a través de la pluma.



*Ilustración 6 Ejemplo polea grúa (Fuente 6)*

En el sector naval, durante más de 100 años, la cuerda y la polea eran elementos muy básicos y necesarios tanto en la fabricación como en la navegación con los barcos, siendo muy vitales para el pleno funcionamiento y desempeño de los grandes navíos que surcaban los océanos.

Es y sigue siendo muy común la utilización de poleas simples, dobles, triples y hasta cuádruples, así como elementos secundarios como las poleas violín y poleas con mordaza.

Las poleas violín toman dicho nombre al guardar una similitud estructural con el violín, donde dicha polea consta de dos roldanas, siendo una de ellas de mayor diámetro que otra. En la siguiente ilustración, se puede observar claramente la correlación que acabamos de mencionar.



*Ilustración 7 Polea violín (Fuente 7)*

## 5.2 Tipo de poleas

Existen muchos tipo de combinaciones de poleas en la actualidad, haciendo que una simple o la combinación de muchas pueda abarcar la gran mayoría de las necesidades que pueda demandar el mercado actual.

A fecha actual son 4 poleas que puedes encontrar dependiendo del tipo de aplicación o finalizada que quieras darle a fin de mover un peso con el menor esfuerzo posible. Dichos tipo se pueden resumir en las siguientes:

1. Polea fija: Este tipo de polea consta únicamente de un rueda acanalada, un eje y una cuerda, el cual, al estar anclada a una estructura fija (pared, techo), permita redirigir la fuerza ejercida para alzar el objeto deseado. Hacemos constar que este tipo de poleas no ofrece ningún tipo de ventaja mecánica.



Ilustración 8 Ejemplo polea simple (Fuente 8)

2. Polea móvil: Para este caso, los elementos que forman la polea son exactamente los mismos que en la fija, pero con un pequeña diferencia, siendo este el punto de aplicación de la fuerza, permitiendo que cuando se realice el gesto de estirar la cuerda, tanto el peso a mover como la rueda acanalada se moverán conjuntamente consiguiendo que el peso a mover se divida por la mitad.

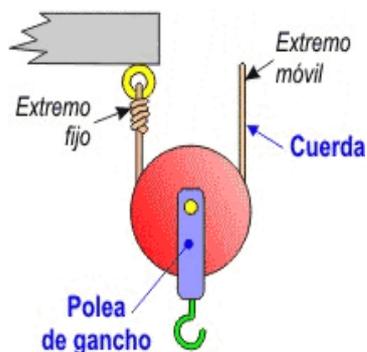
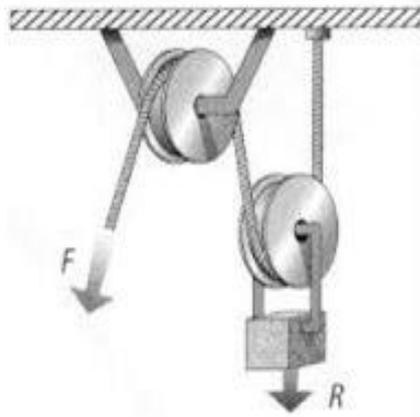


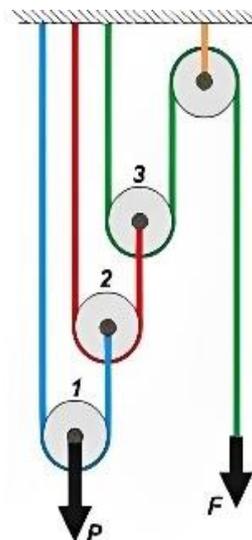
Ilustración 9 Ejemplo polea móvil (Fuente 9)

3. Polea compuesta: Como su nombre indica es una polea que combina las 2 anteriores, así como sus principales características, la redirección de la fuerza aplicada, así como la ventaja mecánica. Consta de una polea fija que está anclada a un elemento fijo y una polea móvil que sube y baja en función de la tarea a realizar.



*Ilustración 10 Ejemplo polea compuesta (Fuente 10)*

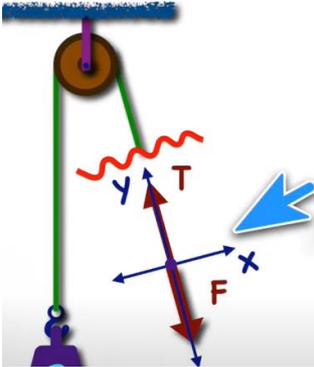
4. Polea polipasto: Este tipo de poleas es la que más se utiliza en la industria actualmente, la cual facilita mucho distintos trabajos al estar confeccionada única y exclusivamente para adquirir mucha ventaja mecánica y reducir considerablemente el peso a mover.



*Ilustración 11 Ejemplo de polipasto (Fuente 11)*

### 5.3 Como obtener la ventaja mecánica

Para obtener la ventaja mecánica mediante la combinación de poleas móviles, fijas y polipastos es conveniente establecer unos conceptos que posteriormente se aplican a todo tipo de casos prácticos.

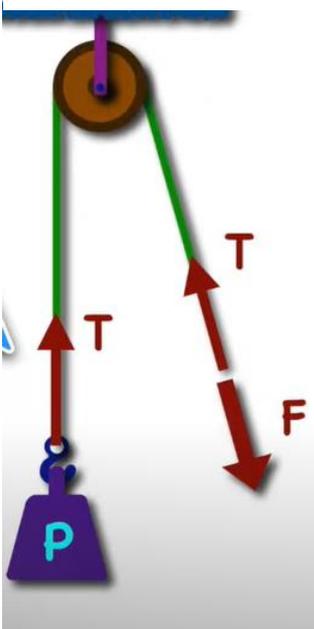


En la ilustración 12 se puede observar una polea fija con un peso “P”, donde se puede establecer un sistema de coordenadas para poder visualizar en profundidad como se distribuyen la tensión “T” a lo largo de toda la cuerda que conforma el sistema.

Si realizamos un estudio de  $\sum F = 0$  obtenemos lo siguiente:

$$T - F = 0 \rightarrow T = F \quad (\text{ec.1})$$

Ilustración 12 Diagrama de tensiones en polea simple (Fuente 12)



Por lo tanto, como hemos podido verificar, cuantas más cuerdas discurren a lo largo de la polea, más porciones soportan peso del elemento a mover, dividiendo así la fuerza final que debemos ejercer para poder alzar el peso deseado.

Es por ello que, si tenemos una polea fija con doble acanalamiento para poder instalar 2 cuerdas que sujeten el mismo peso, la F que se tendrá que ejercer será el P/4, al tener 4 secciones de cuerda que estén sometidas al peso final.

Ilustración 13 Diagrama fuerzas del sistema de polea simple (Fuente 13)

## 5.4 Elección del subconjunto de poleas

Para este apartado, vamos a realizar un pequeño estudio de las características necesarias para posteriormente escoger un conjunto de poleas que más se adapte a las necesidades del presente proyecto.

Para ello sería conveniente establecer unas condiciones iniciales:

1. Peso máximo que vencer = 120kg
2. Fuerza ejercida mediante efecto manual
3. Ventaja mecánica  $\geq 4$
4. Diseño compacto

Por lo tanto, conocido estas condiciones de contorno, tenemos que establecer la “Fmin” que tenemos que aplicar a la cuerda según el peso máximo que nuestra estructura podrá alzar contando que necesitamos también una  $VM \geq 4$

$$P = 120 \text{ Kg} * 9,81 \frac{\text{N}}{\text{Kg}} = 1.177,20 \quad (\text{ec.2})$$

$$VM = \frac{P}{F} \rightarrow 4F = 1.177,20 \text{ N} \quad (\text{ec.3})$$

$$F_{\min} = 294,30 \text{ N}$$

P = Peso máximo a alzar (N)

F = Fuerza de arrastre (N)

VM = Ventaja mecánica (Adimensional)

Es por ello por lo que a continuación, se procederá a un desglose de distintas combinaciones para realizar el cálculo de sus características y verificar si realmente cumple con nuestras condiciones de funcionamiento.

1. Polea fija: Como ya hemos comentado con anterioridad, este tipo de mecanismo no ofrece ningún tipo de ventaja mecánica por lo que la  $F_{ejercida} = Resistencia$ , quedando completamente descartada de nuestro pequeño estudio

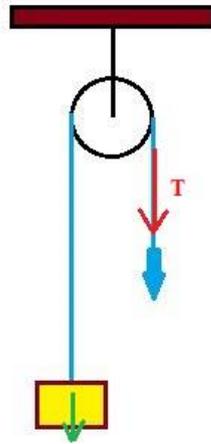
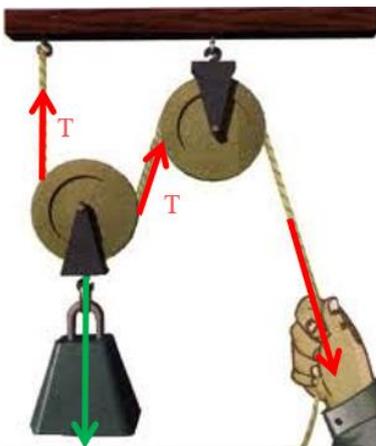


Ilustración 14 Ejemplo de polea simple (Fuente 14)

2. Polea fija + polea móvil:

En este ejemplo se tiene en cuenta una polea fija que está anclada con una de las mismas características, pero tiene permitido el movimiento ascendente y descendente, denominada polea móvil.



$$P = 120\text{kg} \times 9,81\text{N/kg} = 1.177,20 \text{ N} \quad (\text{ec.4})$$

$$F = \frac{P}{2} = \frac{1.177,20\text{N}}{2} = 588,60\text{N} \quad (\text{ec.5})$$

$$VM = \frac{1.177,20\text{N}}{588,60\text{N}} = 2 \quad (\text{ec.6})$$

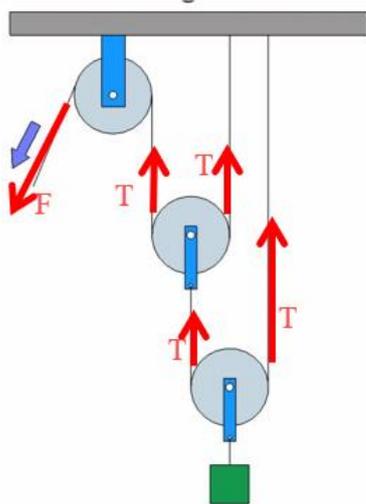
Ilustración 15 Diagrama de distribución de fuerzas en polea fija + polea móvil (Fuente 15)

<b>RESULTADOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<i>Diseño compacto</i>	x	
$VM \geq 4$		x
<i>Fuerza ejercida mediante efecto manual</i>	x	
<i>Peso máximo que vencer = 120kg</i>	x	

Tabla 1 Resultados polea fija + polea móvil

### 3. Polea fija + dos poleas móviles:

En este ejemplo cuenta con una polea fija que está anclada con 2 poleas móviles que comparten cable una con la otra.



$$P = 1.177,20 \text{ N} \quad (\text{ec.7})$$

$$F = \frac{P}{4} = \frac{1.177,20 \text{ N}}{4} = 294,30 \text{ N} \quad (\text{ec.8})$$

$$VM = \frac{1.177,20 \text{ N}}{294,30 \text{ N}} = 4 \quad (\text{ec.9})$$

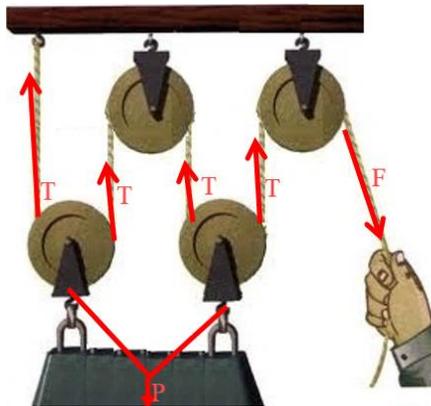
Ilustración 16 Diagrama de distribución de fuerzas en polea fija + dos poleas móviles (Fuente 16)

<b>RESULTADOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<i>Diseño compacto</i>		x
$VM \geq 4$	x	
<i>Fuerza ejercida mediante efecto manual</i>	x	
<i>Peso máximo que vencer = 120kg</i>	x	

Tabla 2 Resultados polea fija + dos poleas móviles

4. Dos poleas fijas + dos móviles:

En este ejemplo cuenta con dos polea fijas que está ancladas con 2 poleas móviles que compartan cable con cada una de las poleas fijas.



$$P = 1.177,20 \text{ N} \quad (\text{ec.10})$$

$$F = \frac{P}{4} = \frac{1.177,20 \text{ N}}{4} = 294,30 \text{ N} \quad (\text{ec.11})$$

$$VM = \frac{1.177,20 \text{ N}}{294,30 \text{ N}} = 4 \quad (\text{ec.12})$$

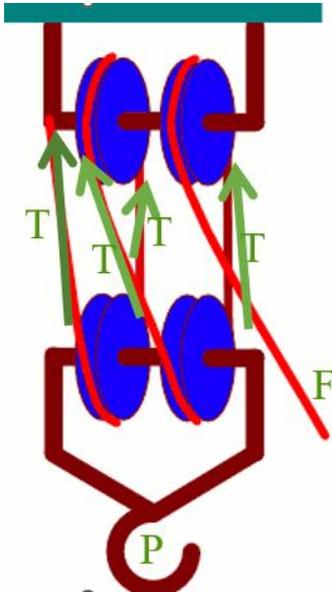
Ilustración 17 Diagrama de distribución de fuerzas dos poleas fijas + poleas móviles  
(Fuente 17)

<b>RESULTADOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<i>Diseño compacto</i>		x
$VM \geq 4$	x	
<i>Fuerza ejercida mediante efecto manual</i>	x	
<i>Peso máximo que vencer = 120kg</i>	x	

Tabla 3 Resultados dos poleas fijas + dos poleas móviles

5. Dos poleas fijas + dos móviles:

Este ejemplo es similar al anterior, no obstante, presenta una configuración diferente de entrelazado de cuerdas.



$$P = 1.177,20 \text{ N} \quad (\text{ec.13})$$

$$F = \frac{P}{4} = \frac{1.177,20 \text{ N}}{4} = 294,30 \text{ N} \quad (\text{ec.14})$$

$$VM = \frac{1.177,20 \text{ N}}{294,30 \text{ N}} = 4 \quad (\text{ec.15})$$

Ilustración 18 Diagrama de distribución de fuerzas dos poleas fijas + dos móviles (Fuente 18)

<b>RESULTADOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<i>Diseño compacto</i>	x	
$VM \geq 4$	x	
<i>Fuerza ejercida mediante efecto manual</i>	x	
<i>Peso máximo que vencer = 120kg</i>	x	

Tabla 4 Resultados dos poleas fijas + dos móviles

### 5.4.1 Resumen y análisis

Vistos los diferentes ejemplos planteados y analizados, procedemos a realizar un pequeño resumen de los diversos resultados obtenidos, así como de la elección final del subconjunto de poleas que será posteriormente desarrollado en el presente proyecto.

<b>RESULTADOS</b>	Diseño compacto	VM $\geq 4$	Fuerza ejercida mediante efecto manual	Peso máximo que vencer = 120kg
Polea fija	NO	NO	NO	NO
Polea fija + polea móvil	SI	NO	SI	SI
Polea fija + dos poleas móviles	NO	SI	SI	SI
Dos poleas fijas + dos móviles (ejemplo 4)	NO	SI	SI	SI
Dos poleas fijas + dos móviles (ejemplo 5)	SI	SI	SI	SI

*Tabla 5 Resultado final de análisis tipo de combinaciones de poleas*

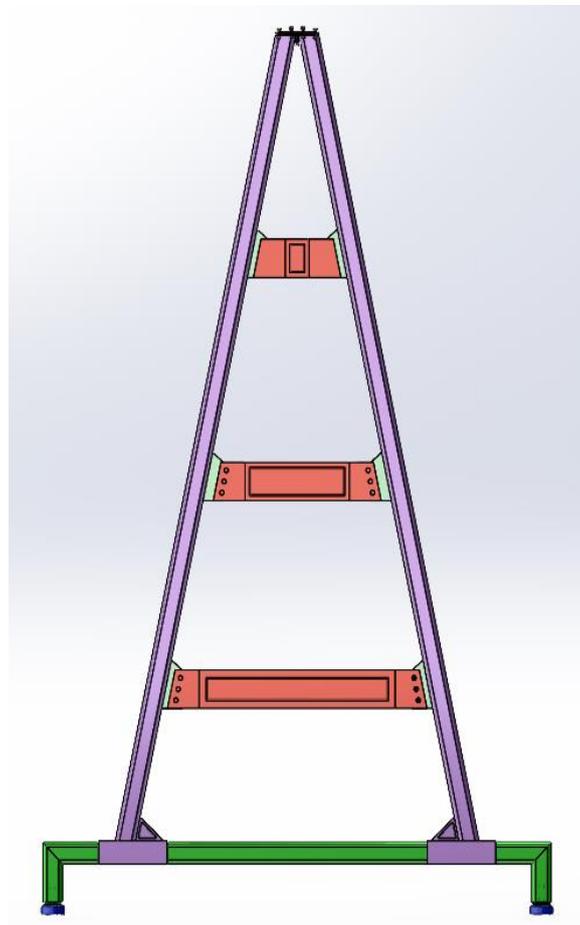
Como se ha podido observar mediante el análisis, es que cuando una cuerda pasa a través de una polea se crea otra “cuerda” de donde esta puede crear otra y viceversa, haciendo posible acumular más “Tensiones” de las que sujetar el peso final. Es por ello por lo que no es tan importante tener en cuenta el número de poleas fijas y móviles disponibles, dándole la misma importancia el recorrido que puede llegar a hacer la cuerda sabiendo la mecánica de funcionamiento de cada tipo de polea (fija o móvil) aprovechando cada las características propias de cada una.

Vistos los resultado, hemos podido llegar a la conclusión que el ejemplo N°5 consigue todos los requisitos previamente presentados necesarios para nuestro proyecto, gracias a un pequeño entrelazado de las cuerdas que conforman dicho subconjunto.

# 6. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA MÓVIL

## 6.1 Estructura base

Primeramente, debemos tener claro que la estructura tenga tanto la facilidad de montarse como para ser fabricado en cadena si es necesario, por lo que optamos por perfiles tubulares 40x40x4mm altamente comercializados para poder tener una gran superficie de apoyo y resistencia a lo largo de toda la estructura.

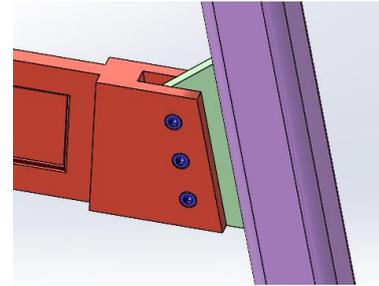


*Ilustración 19 Estructura base (Fuente 19)*

Para que la propia estructura pueda tener una resistencia a diferentes fuerzas, es necesario arriostrar los perfiles tubulares verticales mediante unos pletinas de diferentes tamaños, los cuales quedan referenciados con el color rojo.

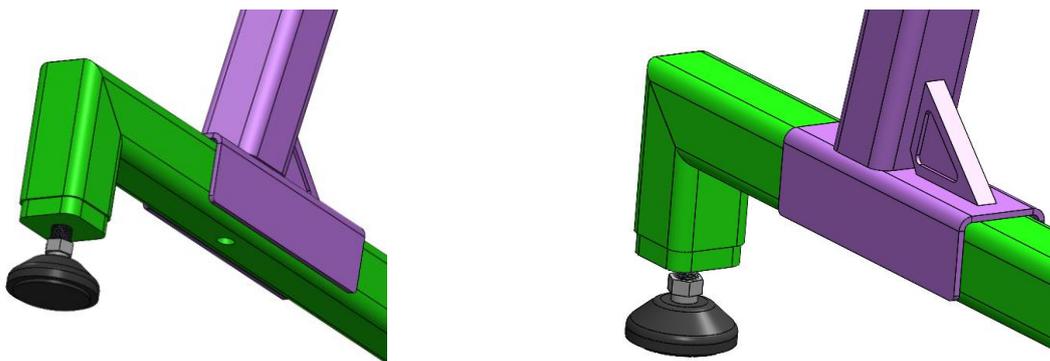
La pletina central está conformada con un espesor de 10mm de espesor, no obstante, las pletinas laterales que forman el agarre con la pletina verde presentan un espesor de 7,5mm con un amarre de pernos DIN 912 M5x25.

De igual manera la pletina de color verde claro se encuentra soldada por toda la superficie de contacto con el perfil tubular 40x40x4mm.



*Ilustración 20 Detalle del sistema de amarre de las pletinas laterales a la estructura base (Fuente 20)*

En cuanto a la parte inferior de la estructura, la unión del perfil violeta “perfil superior” con el perfil de color verde “perfil pata” se ha optado por una adaptación superpuesta para favorecer acople de una forma más uniforme gracias a un posterior soldado, facilitando a su vez que las cargas y tensiones se distribuyan de mejor forma posible, no creando puntos de tensiones.

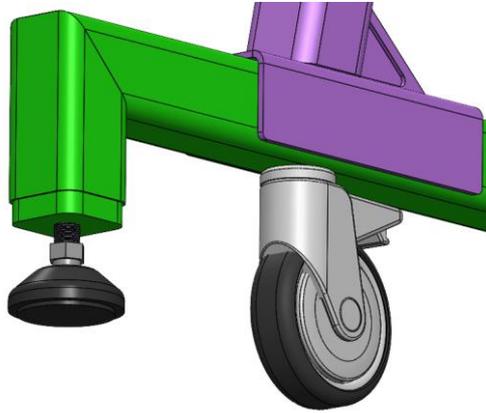


*Ilustración 21 Vista inferior de la estructura base (Fuente 21)*

Asimismo, en la ilustración 21 se ha añadido una cuña opuesta para aumentar la resistencia del conjunto que conforma la estructura, así como la respuesta a fatiga que pueda presentar.

Además de lo anteriormente indicado, el fin del presente proyecto es proporcionar una estructura móvil capaz de soportar 120 kilogramos de peso, por lo que, para facilitar la movilidad de toda la estructura se le instalan una ruedas convencionales de carrito de supermercado con un freno accionado por una pletina, permitiendo un movimiento de 360°.

Con dicho accesorio, la capacidad de movilidad de la estructura es total, puesto que cuenta con ruedas, que permiten libertad de movimiento, sin embargo, con tal de bloquear el movimiento en determinadas ocasiones ha sido necesario la colocación de unas topes de rosca haciendo que sea mucho más sencillo tener la estructura bloqueada en el lugar deseado.



*Ilustración 22 Vista detalle de la parte inferior (Fuente 22)*

## 6.2 Parte superior

Los perfiles tubulares finalmente se juntan en la parte superior de la estructura base, conformando el apoyo perfecto para la instalación de una viga IPE 80, puesto que es el único perfil tipo comercial que presenta unas alas completamente rectas, el cual servirá de apoyo y carril por donde deslizarán los rodillos del subconjunto de poleas a través de mismas alas que lo conforman.

Por lo tanto, podemos aprovechar dos características básicas que presenta el perfil IPE 80 a nuestro favor, para el desarrollo completo de la parte superior de la estructura, facilitando así el montaje y desmontaje del subconjunto de poleas.



*Ilustración 23 Vista aérea de la parte superior de la estructura (Fuente 23)*

De igual manera, para poder asegurar y arriostrar la estructura, es necesario el acople de un perfil especial (Ilustración 23), el cual queda reflejado de color amarillo, para así poder bloquear cualquier tipo de deformación/movimiento que se pueda generar durante la utilización y carga de peso con la estructura.



*Ilustración 24 Vistas detalles de la parte superior de la estructura (Fuente 24)*

Cabe destacar que toda la parte superior se emplean pernos DIN 912 con sus respectivas tuercas de M5 y arandela de sujeción, para así garantizar seguridad y un apriete perfecto de todos los componentes y elementos entre sí.

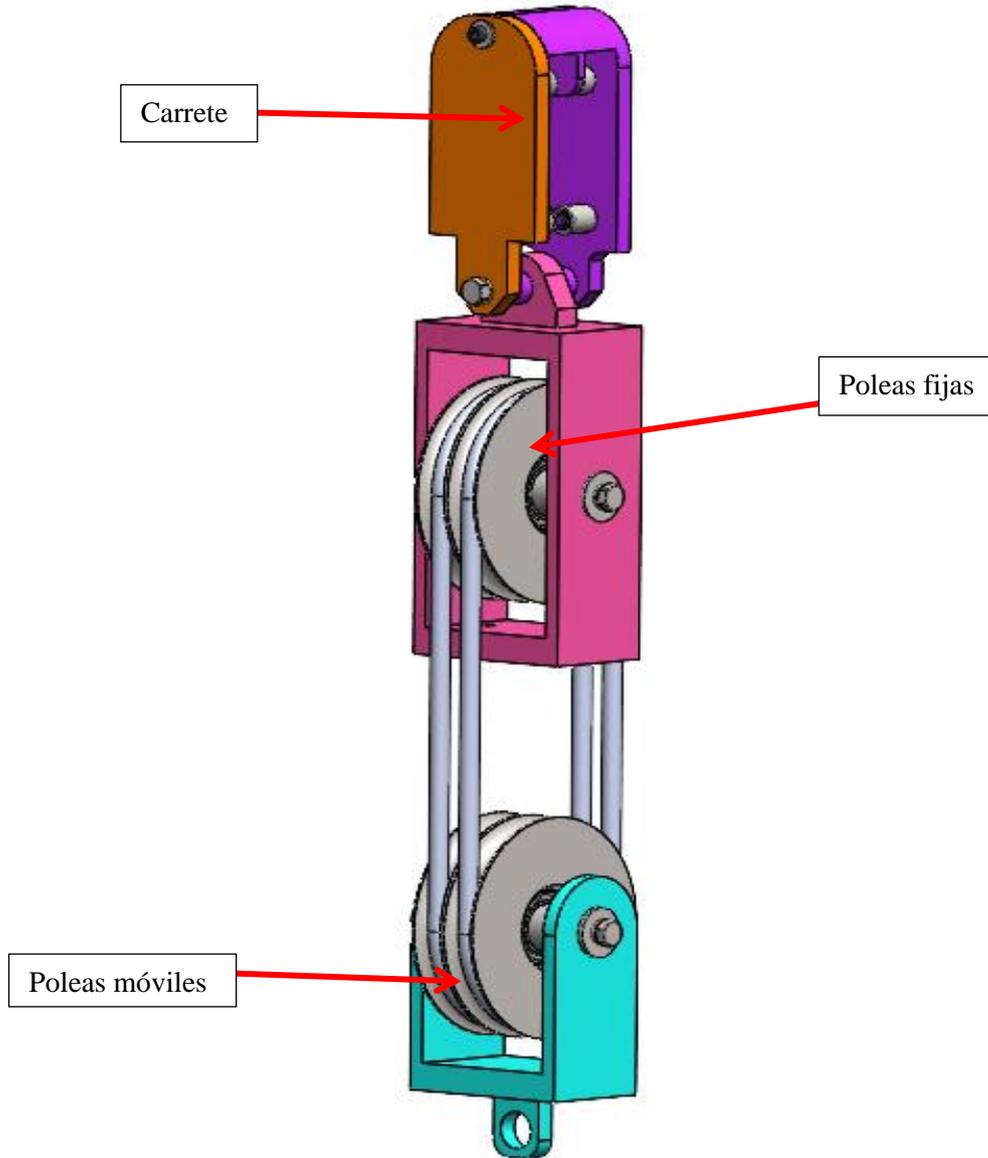
Hacemos constar que la elección del tipo de métrica va en función de las necesidades, así como del espacio que exista entre las uniones y elementos. Es por ello por lo que esta parte

de la estructura se ha escogido M5 en vez de una superior, al contar con un espacio reducido para su instalación.

### 6.3 Subconjunto de poleas

Este subconjunto de poleas está formado por 3 partes diferentes, la primera se llama carrete, donde internamente está compuesta por varios rodillos, facilitando así el movimiento a lo largo de la viga IPE80, el segundo son las poleas dobles fijas, que se encuentran unidas al carrete de rodillos mediante un eje compartido y el tercero son las poleas dobles móviles, la cual como su nombre indica, este conjunto de polea sube y baja libremente dependiente únicamente del accionamiento de la cuerda en uno de los extremos.

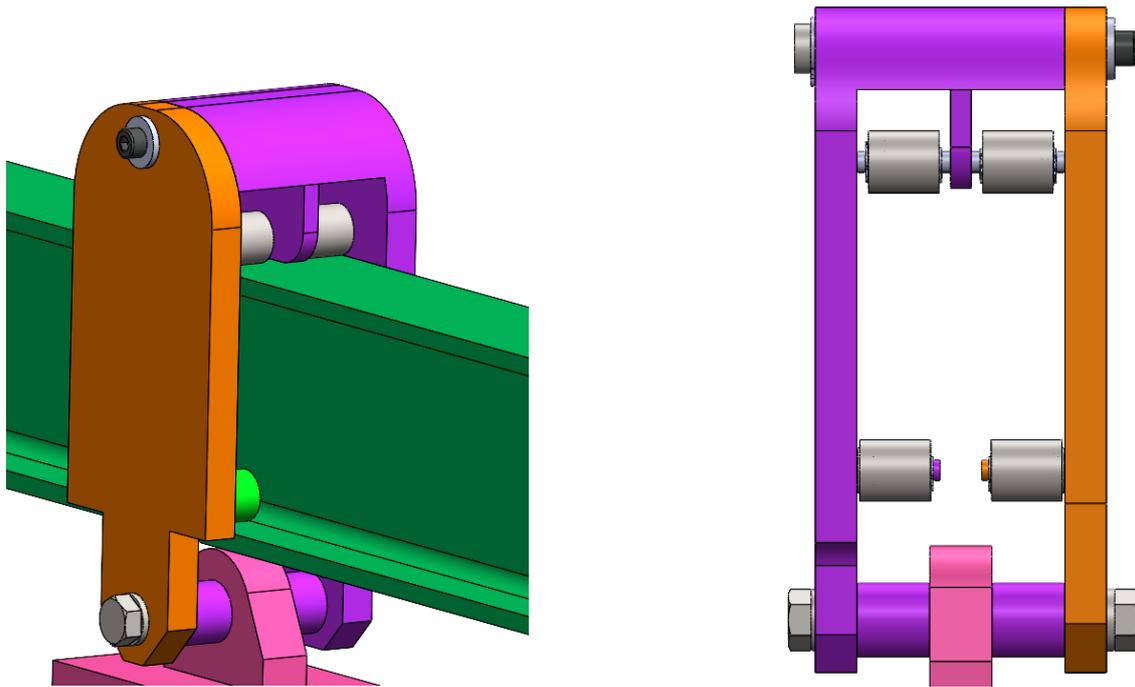
Todas las partes unidas forman el mecanismo que permitirá el alzado del peso que se desea mover de un lugar a otro, sin tener que depender de un accionamiento electromecánico.



*Ilustración 25 Subconjunto de poleas (Fuente 25)*

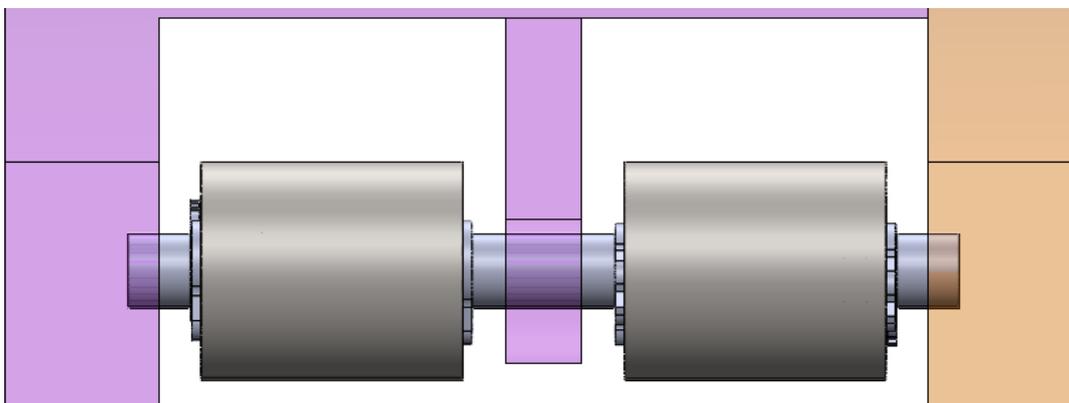
### 6.3.1 Carrete

Como bien hemos indicado, el carrete se encuentra en la parte superior de la estructura, más concretamente es la pieza que hace contacto con el perfil de viga IPE80 para garantizar el deslizamiento por sus alas mediante la ayuda uno rodillos mecanizados.



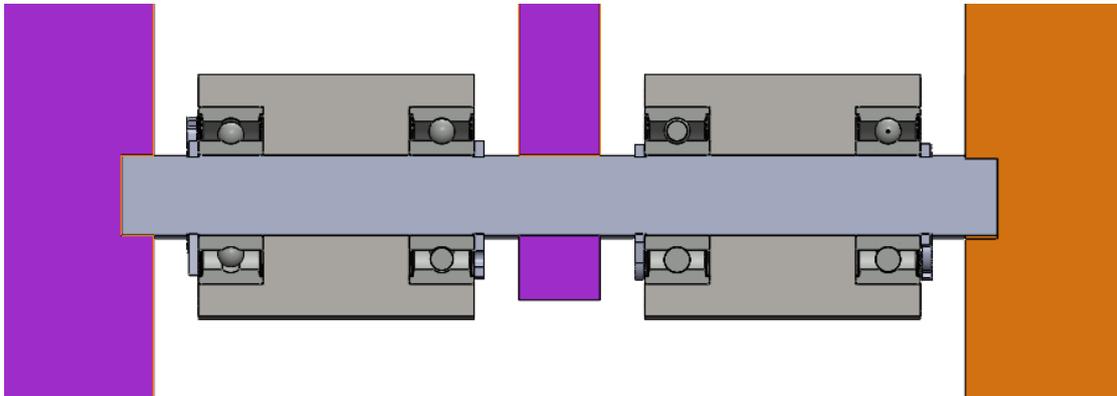
*Ilustración 26 Vistas detalle del subconjunto del carrete (Fuente 26)*

Como se puede observar en las anteriores imágenes el carrete está formado por una agrupación de 4 + 4 rodillos de distinta configuración, siendo los de la parte superior los más importantes a la hora de soportar la gran parte de las cargas, así como de facilitar el movimiento a través de las alas de la viga IPE80, siendo estas completamente planas, aprovechando al máximo las posibilidades que puede ofrecer un perfil comercial.



*Ilustración 27 Vista detalle del interior del carrete (Fuente 27)*

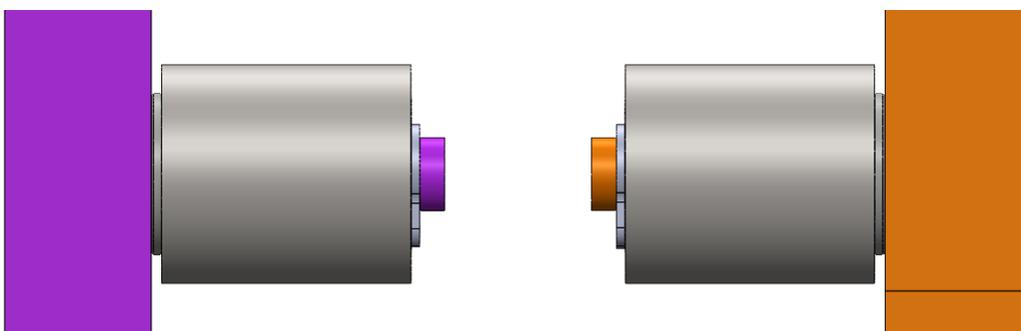
Asimismo, como se puede observar en la parte superior del carrete, está constituido por un eje compartido de  $\varnothing 5\text{mm}$  que es completamente pasante entre las 2 partes de la carcasa, alojando por eje, 2 rodillos, 4 rodamientos SKF 628/5-2Z y 4 circlips de 5 x 0,7mm, tal y como se puede observar en la siguiente ilustración.



*Ilustración 28 Vista detalle seccional del encaje de los rodillos con el eje de 5mm (Fuente 28)*

Teniendo doble cojinete por cada rodillo, nos aseguramos de que con el paso del tiempo se guardará una planitud y uniformidad con respecto al eje y a la viga IPE80 dejando de lados los posibles pandeos o efectos negativos en el caso de instalar únicamente un rodamiento en la parte central del rodillo.

Por otro lado, si observamos la parte superior del carrete, la misma está constituida por 4 tetones salientes, 2 por cada carcavas que forman el mismo, alojando por cada varilla un rodillo similar al anterior expuesto, 2 rodamientos SKF 628/5-2Z y 1 circlips de 5 x 0,7mm, tal y como se muestra en la siguiente fotografía tomada.

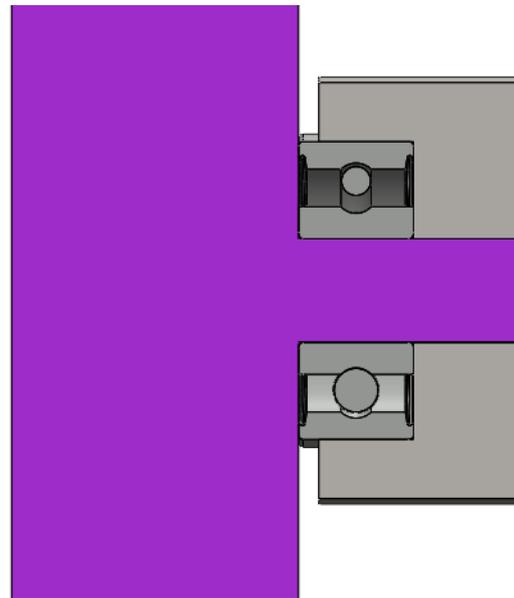
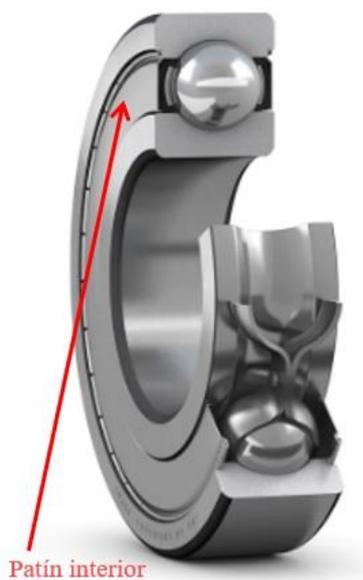


*Ilustración 29 Vista perfil de los rodillos inferiores (Fuente 29)*

Esta configuración de montaje facilita que los rodillos continúen manteniendo la planitud y uniformidad como en la parte superior del carrete, no obstante, para conseguir dicha configuración es necesario garantizar el cierre del tetón para que ni el rodillo ni los cojinetes se puedan escapar de su posición establecida.

Es por ello por lo que la cara exterior del cojinete anteriormente mencionado sirve de sello o tope entre el tetón y la pieza de la carcasa, permitiendo el libre giro de los rodillos sin efectos de fricción del cojinete contra la carcasa o demás elementos, puesto que únicamente es el patín interior el que gira con respecto al eje donde se aloja.

*Ilustración 30 Cojinete SKF 628/5-2Z (Fuente 30)*



*Ilustración 31 Vista detalle seccional del encaje del cojinete (Fuente 31)*

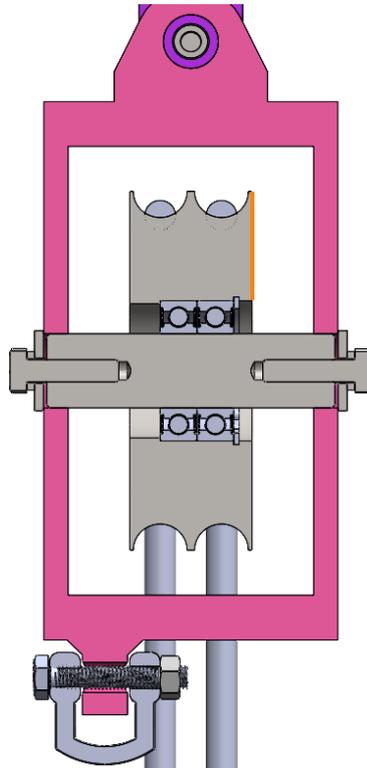
### 6.3.2 Poleas fija

Como se puede visualizar la 2 parte del subconjunto de poleas está formado por una polea fija doble, donde esta únicamente permite el giro de las poleas en ambos sentidos dependiente de si se requiere el alzamiento o bajada del peso a mover.



*Ilustración 32 Vistas de las poleas fijas (Fuente 32)*

En la parte central se encuentra un eje de  $\text{Ø } 25\text{mm}$  donde se aloja la polea de doble vía permitiendo que el movimiento se transmita a través de la cuerda de forma completamente simultánea y parejo evitando así también complejidades de fabricación y de montaje.



*Ilustración 33 Vista seccional de las poleas fijas (Fuente 33)*

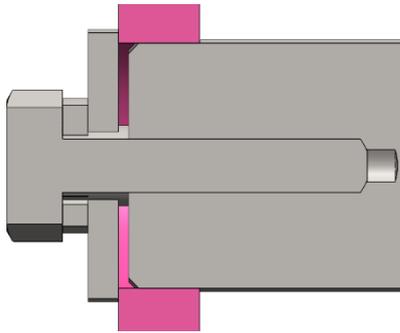


Ilustración 34 Vista detalle el encaje del eje de las poleas fijas (Fuente 34)

Hacemos vista de sección para poder visualizar como se han superpuesto cada elemento de sujeción de dicho eje, verificando que ha sido necesario un tornillo de cabeza hexagonal de M8x30 DIN 933, una arandela Grower según DIN 127 y un disco tipo arandela para que a medida que se apriete el perno, esta haga de tope con respecto a la carcasa, haciendo que el tornillo ejerza presión sobre dicho eje cada vez que este aumente su par de apriete.

Seguimos analizando y podemos observar en la parte central de la polea se han colocado 2 cojinetes SKF 6005-2RSH para dicho eje de 25mm  $\varnothing$  con 47mm  $\varnothing$  exterior, siendo necesario también la instalación de un circlip de seguridad para interiores DIN 472 de 50,5 x 1,85mm para garantizar la posición de dichos rodamientos en su emplazamiento natural y necesaria para su correcto funcionamiento.

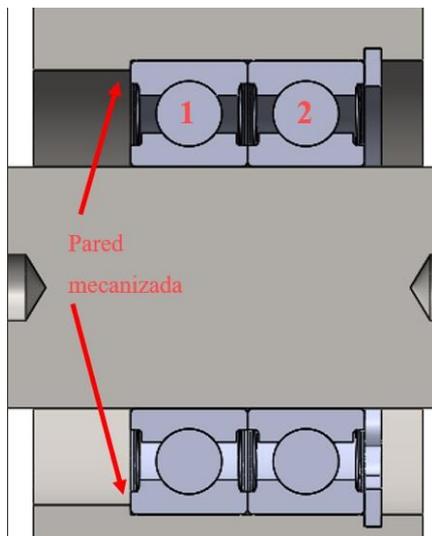


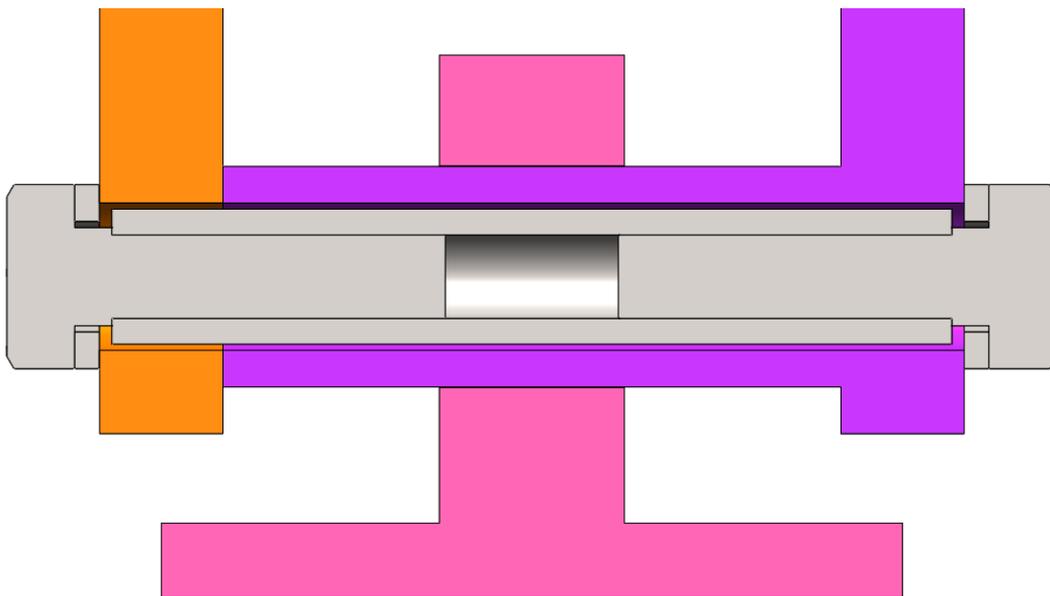
Ilustración 35 Vista detalle del ajuste que presentan los cojinetes de las poleas fijas (Fuente 35)

Además de lo anteriormente comentado, para tener tanto facilitadas para el montaje y desmontaje de dichos cojinetes en caso de ser necesario, la polea mecanizada se ha dispuesto de un diámetro mayor en la cara izquierda del rodamiento N°1 haciendo que el mismo quede completamente fijado contra una cara del cojinete, tal y como se muestra en la ilustración 35.

Por otro lado, mediante la instalación de un circlip de seguridad para interior, se puede garantizar que los rodamientos no se moverán durante la vida útil de los mismos.

De igual manera que los rodillos, estos rodamientos cuentan con un patín interior, el cual es el único que gira con respecto eje al que está sujeto, por lo que no hay problema alguno de que ambos rodamiento estén uno al lado del otro sin ningún tipo de separación de seguridad.

La unión del carrete con la parte de las poleas fijas se hace mediante la inserción de un eje de 12mm de diámetro con un taladro roscado de M8 por dentro del redondo perforado de color lila para facilitar posteriormente el apriete que se necesita mediante la tuerca de cabeza hexagonal DIN 933 M8x30 y con su respectiva arandela DIN 125 de 16x1,6



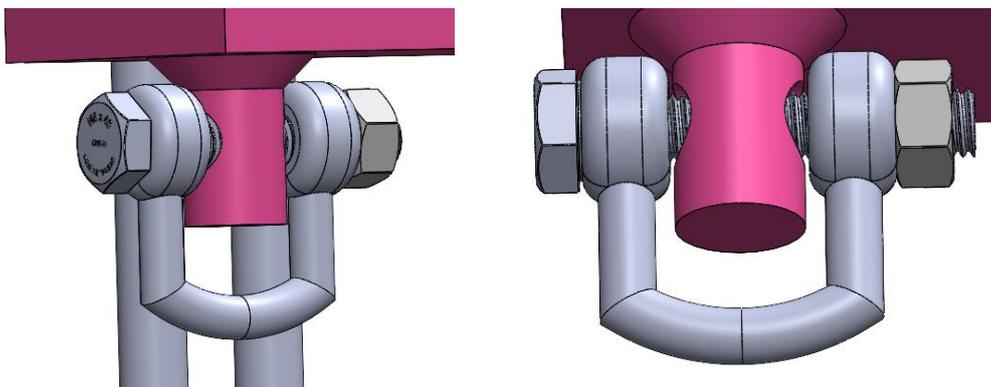
*Ilustración 36 Vista de sección del amarre del cuerpo de las poleas fijas con el carrete (Fuente 36)*

Finalmente, se puede observar un eslabón que se encuentra en la parte baja del perfil que alberga el eje donde se ubican las poleas fijas. Este pequeño mosquetón de fabricación completamente propia es necesario para la finalización del recorrido de la cuerda, facilitando así el amarre sin ningún tipo de complicaciones.



*Ilustración 37 Ejemplo del tipo de terminación de la cuerda necesario (Fuente 37)*

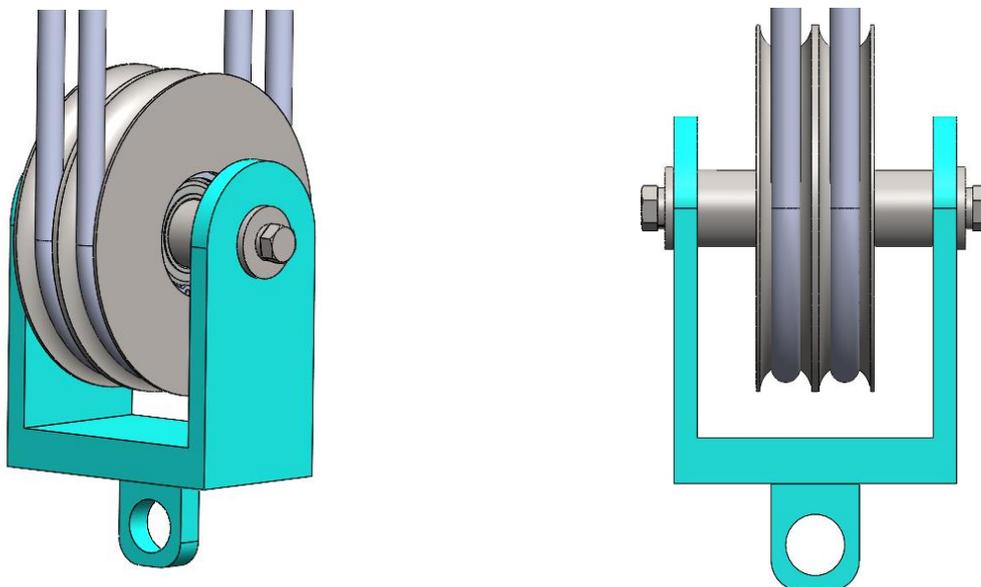
Con este tipo de terminación de la cuerda, se puede facilitar el enganche dentro del pequeño mosquetón y garantizar así la seguridad y finalidad del mecanismo de poleas.



*Ilustración 38 Vistas detalle del enganche tipo mosquetón (Fuente 38)*

### 6.3.3 Poleas móviles

Esta parte del subconjunto está compuesta de un grupo de poleas móviles, el cual siguiendo con la filosofía del grupo de poleas seleccionadas en el apartado 5.4.1 consta de los mismos elementos que la fija, cambiando únicamente el tipo de perfil donde van fijados cada una de estas piezas, dejando un orificio en su parte baja, permitiendo acoplar cualquier tipo de accesorio necesario para poder levantar el peso a mover.



*Ilustración 39 Vistas de las poleas móviles (Fuente 39)*

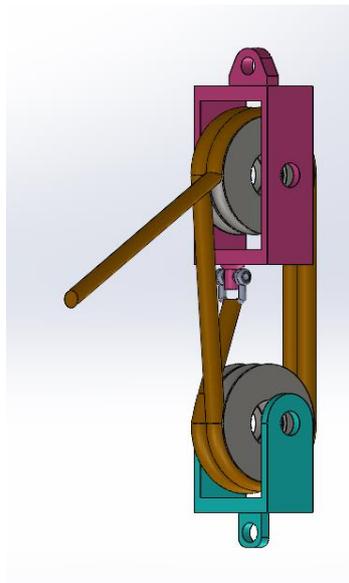
### 6.3.4 Conclusiones

Expuesto lo anteriormente entre los apartados anteriores, existen varias limitaciones que imposibilitan la definición visual completa del mecanismo, más concretamente en el entrelazado que es necesario para poder llegar a la VM necesaria y estipulada en las condiciones iniciales del proyecto.

Es por ello que se ha simulado en la medida de lo posible y al alcance que permite el programa el ligado de las cuerdas según el comando “Correa/Cadena” que presenta el programa SolidWorks, no obstante se puede observar que el recorrido de la cuerda que se ha efectuado en el ensamblaje general solo permite el movimiento vertical del sistema de poleas, sin embargo, se ha podido modelizar unilateralmente el entrelazado en otro pequeño subensamblaje para tener una idea más clara del tipo de entrelazado necesario para que el sistema funcione correctamente.

Finalmente, tras analizar todas las circunstancias expuestas, consideramos que el no poder representar al 100% el entrelazado con el programa SolidWorks, no influye en el resultado o en el proceso de fabricación puesto que a fin de cuentas se trata de una cuerda de hasta 17,50mm Ø, el cual una vez se tenga la estructura finalizada y preparada para su puesta en funcionamiento, solo se necesita saber por dónde hay que entrelazar la misma para obtener la VM necesaria.

A continuación, se muestra el entrelazado necesario modelizado con SolidWorks:



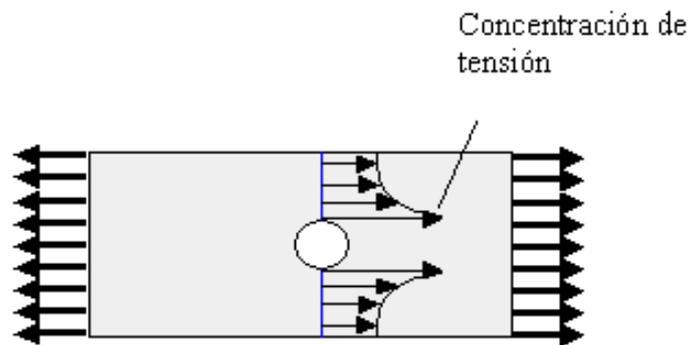
*Ilustración 40 Ejemplo del entrelazado necesario (Fuente 40)*

## 6.4 Concentración de tensiones

Los puntos de concentración de tensiones, también conocidos como concentradores de tensiones, son áreas o características geométricas en una estructura o componente donde los esfuerzos se concentran en mayor medida que en otras regiones. Estos puntos suelen presentar una mayor susceptibilidad a la aparición de fallas o fracturas.

Los puntos de concentración de tensiones pueden deberse a varios factores, como cambios bruscos de geometría, agujeros, muescas, entallas, cambios de sección, esquinas afiladas, cambios en la rigidez del material, discontinuidades o irregularidades en la superficie.

Estas características pueden provocar una distribución no uniforme de las tensiones, lo que puede resultar en un aumento significativo de los esfuerzos locales.



*Ilustración 41 Distribución de las tensiones en un perfil que presenta un agujero en su centro (Fuente 41)*

Cuando las tensiones se concentran en un punto, se producen gradientes de esfuerzos que pueden llevar al debilitamiento del material y, en última instancia, a la aparición de fracturas, agrietamiento o fallas prematuras. Los puntos de concentración de tensiones son especialmente preocupantes en materiales frágiles o sometidos a cargas cíclicas, donde la propagación de fisuras puede ocurrir más fácilmente.

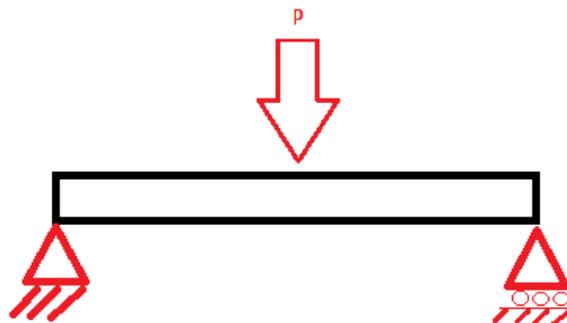
Para evitar la concentración de tensiones en nuestra estructura, hemos seguido los siguientes puntos:

- **Diseño adecuado:** Se ha realizado un diseño estructural bien pensado y optimizado.

- **Radio de transición:** Se han evitado esquinas o cambios bruscos en la geometría del perfil. Se han usado radios de transición suaves en las esquinas
- **Reducción de agujeros y cortes:** En la medida de lo posible se ha evitado realizar agujeros, cortes o perforaciones en áreas críticas de los perfiles de acero.
- **Reforzamiento local:** En áreas donde se espera una mayor concentración de tensiones, se ha utilizado un refuerzo localizado. Este caso se puede observar en la cuña inferior de la perfilera “Ilustración 21”
- **Control de la calidad y fabricación:** Tanto el proceso de fabricación y construcción de la estructura se ha realizado una trazabilidad de que los materiales cumplan con los estándares y especificaciones requeridos.

## 7.CÁLCULO DE REACCIONES Y MOMENTO

La estructura que hemos presentado con anterioridad cuenta con una estructura sencilla donde podemos finalmente se puede traducir en un cálculo de una viga con 2 soportes fijos, la cual quería representada de la siguiente forma:



*Ilustración 42 Representación de una viga con 2 soportes (Fuente 42)*

Procedemos a realizar el diagrama del cuerpo libre de la anterior hipótesis planteada, puesto que la carga máxima será de 120Kg y el punto más desfavorable se encuentra en la zona media de la estructura, por lo que:

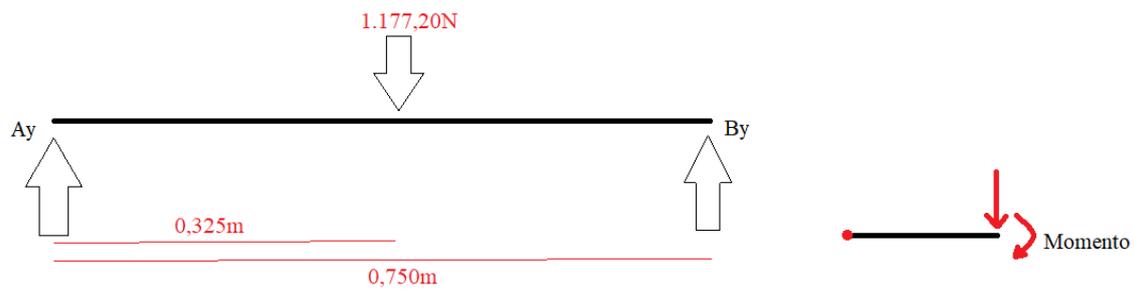


Ilustración 43 Diagrama del cuerpo libre con todas las medidas (Fuente 43)

Sumatorio de momentos:

$$\sum Ma = 0 \quad (\text{ec.16})$$

$$-1.177,20N * 0,325m + By * 0,750m = 00 \quad (\text{ec.17})$$

$$-441,45 + 0,75By = 0 \quad (\text{ec.18})$$

$$0,75By = 441,45Nm \quad (\text{ec.19})$$

$$By = \frac{441,45Nm}{0,75m} \quad (\text{ec.20})$$

$$By = 588,60N$$

Sumatorio de fuerzas:

$$\sum Fy = 0 \quad (\text{ec.21})$$

$$Ay - 1.177,20N + By = 0 \quad (\text{ec.22})$$

$$Ay - 1.177,20N + 588,60N = 0 \quad (\text{ec.23})$$

$$Ay = 588,60N$$

Así quedaría el diagrama de cortantes y momentos de nuestro prototipo:

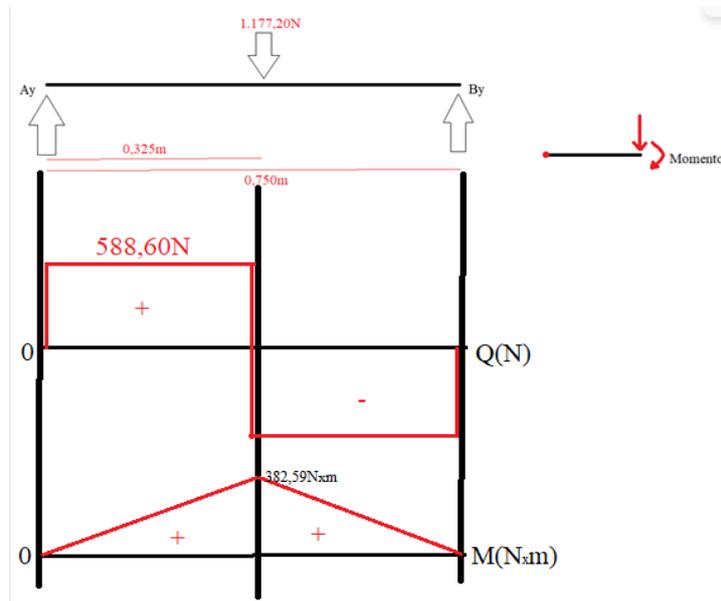


Ilustración 44 Diagrama de tensiones cortantes y momentos resultantes (Fuente 44)

Además de lo anteriormente indicad, procedemos a realizar el cálculo de la flecha máxima teórica que presentará nuestro diseño mediante la siguiente la fórmula que proviene el 2º Teorema de Mohr, que viene expresada por la siguiente ecuación:

$$\Delta_{max} = - \int_{By=\frac{L}{2}}^{Ay=0} \frac{Px}{2EI} (X_A - X) dx = - \int_{By=\frac{L}{2}}^{A=0} - \frac{Px^2}{2EI} dx = \left[ \frac{Px^3}{6EI} \right] \rightarrow \Delta_{max} = \frac{PL^3}{48EI} \quad (\text{ec.24})$$

Donde:

- $\Delta_{max} (m)$  = Flecha máxima
- $P (N)$  = Fuerza puntual
- $L (m)$  = Longitud de la viga
- $E (N/m^2)$  = Módulo de elasticidad del material de la viga
- $I (m^4)$  = Momento de inercia de la sección transversal de la viga

Según los datos:

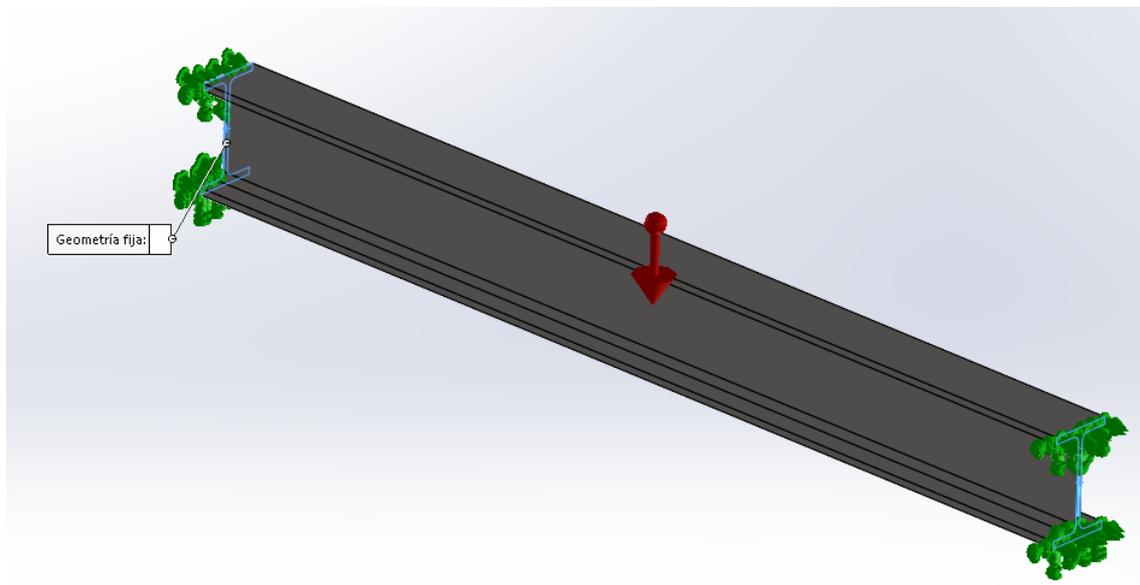
- $P = 1.177,20N$
- $L = 0,75m$
- $E = 205,000,000 N/m^2$
- $I = 1.05 \times 10^{-6} m^4$

Por lo que al sustituir nos queda la siguiente ecuación:

$$\Delta_{\max} = \frac{1.177,20 \cdot (0,75^3)}{(48 \cdot 205.000,000 \cdot 1.05e^{-6})} = 0,00197 \text{ m} \sim 1,97 \text{ mm} \quad (\text{ec.25})$$

Observamos que, según la teoría, la viga IPE80 flectará como máximo 1.97mm con una carga puntual en el centro de la misma, el cual consideramos que es un resultado que se adapta a las condiciones de contorno.

De igual manera, a partir del planteamiento sobre el papel, se ha podido realizar un análisis estructural del comportamiento de la viga IPE 80 según las indicaciones previamente comentadas y expuestas en los cálculos, mediante una simulación planteada con el programa SolidWorks



*Ilustración 45 Vista de SolidWorks la fijación de los soportes en la viga IPE80 (Fuente 45)*

Tal y como se muestra en la ilustración 45, se ha modelado la viga IPE80 con sus respectivas medidas y normativa mediante el comando “Miembros Estructurales”, donde realizamos a posteriori el estudio estático, estableciendo primeramente que caras se comportarán de forma “Geometría fija” para continuar añadiendo las cargas a las que estará sometida durante el análisis.

Las cargas a las que estará sometida serán las siguientes:

- Gravedad =  $9,81 \frac{N}{Kg}$
- Fuerza puntual punto más desfavorable =  $120 \text{ Kg} \times 9,81 \frac{N}{Kg} = 1.177,20 \text{ N}$

No obstante, primeramente, necesitamos realizar un estudio del mallado para llegar a una calidad de mallado óptima y por ende establecer un tamaño de malla que no distorsione los resultados por culpa de una calidad de mallado más fino o grueso.

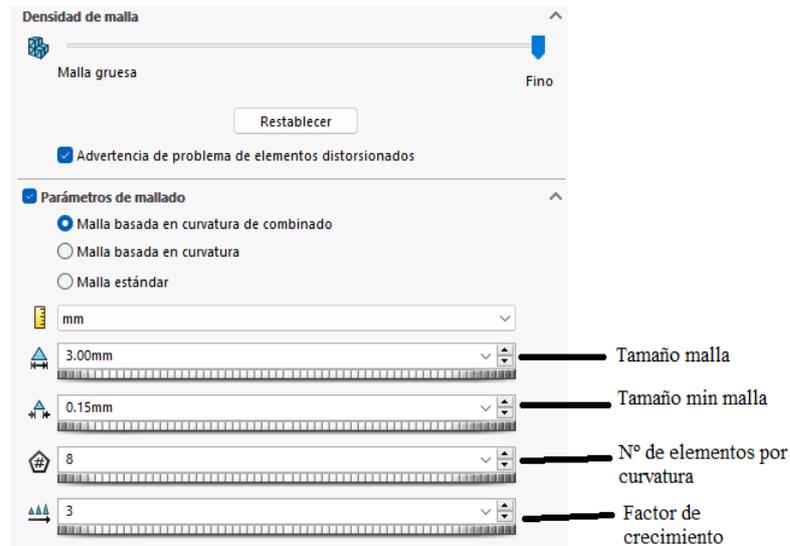


Ilustración 46 Parámetros de malla (Fuente 46)

Donde:

- **Tamaño de malla:** Este parámetro controla lo máximo de grande que es el triángulo que abarca una área del elemento a analizar. Esta medida está comprendida desde los 3 a los 125mm
- **Tamaño min de malla:** Este parámetro controla lo mínimo de pequeño que es el triángulo que abarca una área del elemento a analizar (este parámetro es automático)
- **Nº elementos por curvatura:** Esta medida nos indica el número de triángulos que abarca a su alrededor en el radio de un punto.
- **Factor de crecimiento:** Este parámetro indica el incremento de tamaño respecto al anterior triángulo.

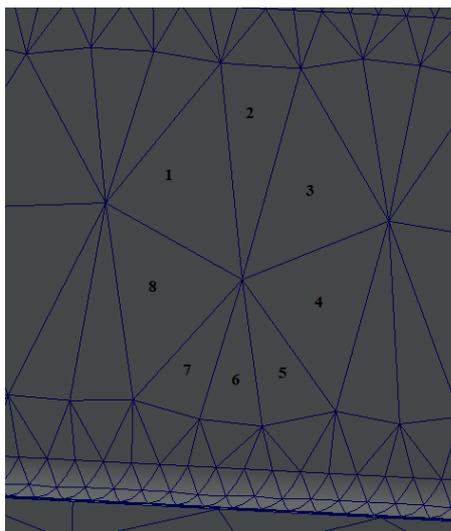


Ilustración 47 Vista detalle de N.º de elementos por curvatura en la configuración de la malla de (Fuente 47)

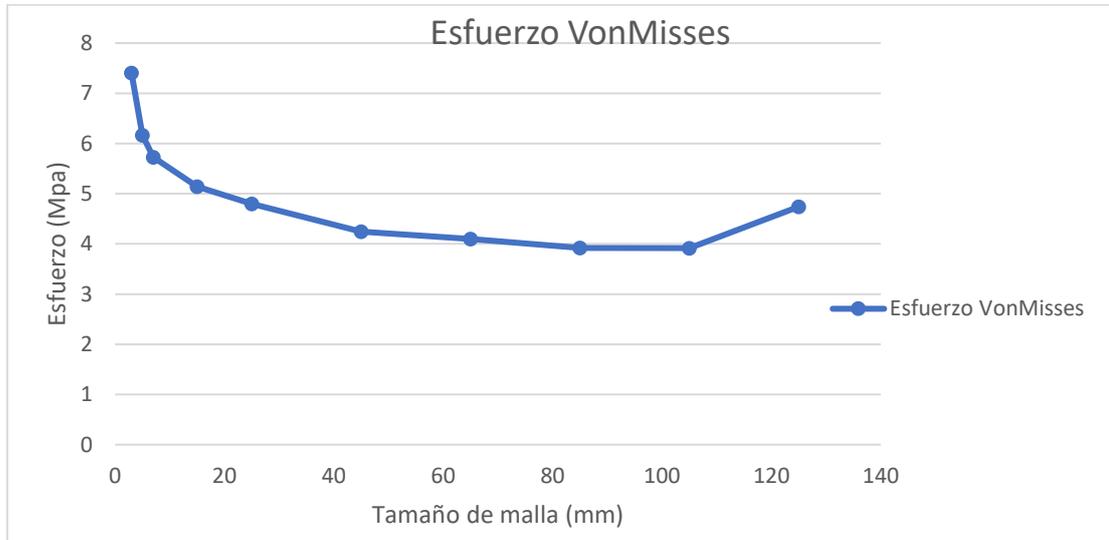
Tras realizar todas las simulaciones, se han podido obtener los siguientes resultados:

Esfuerzo VonMises (Mpa)	Desplazamiento URES (mm)(e <sup>-2</sup> )	Tamaño del mallado(mm)	Tamaño mínimo elemento(mm)	Factor de crecimiento	Número de elementos por círculo
4,74	1,296	125	automático	3	8
3,916	1,306	105	automático	3	8
3,919	1,392	85	automático	3	8
4,095	1,344	65	automático	3	8
4,245	1,319	45	automático	3	8
4,798	1,295	25	automático	3	8
5,141	1,299	15	automático	3	8
5,724	1,299	7	automático	3	8
7,052	1,299	5	automático	3	8
7,406	1,299	3	automático	3	8

Tabla 6 Resultados del estudio de mallado en viga IPE80

Vista la anterior tabla, se puede observar que el desplazamiento se mantiene prácticamente estable a partir del tamaño de malla de 25mm, no obstante, por otro lado, los resultados que arroja la simulación sobre los esfuerzos son algo diferentes, verificando que a medida que el tamaño de malla se reduce, los esfuerzos máximos obtenidos incrementan considerablemente tendiendo hacia el infinito.

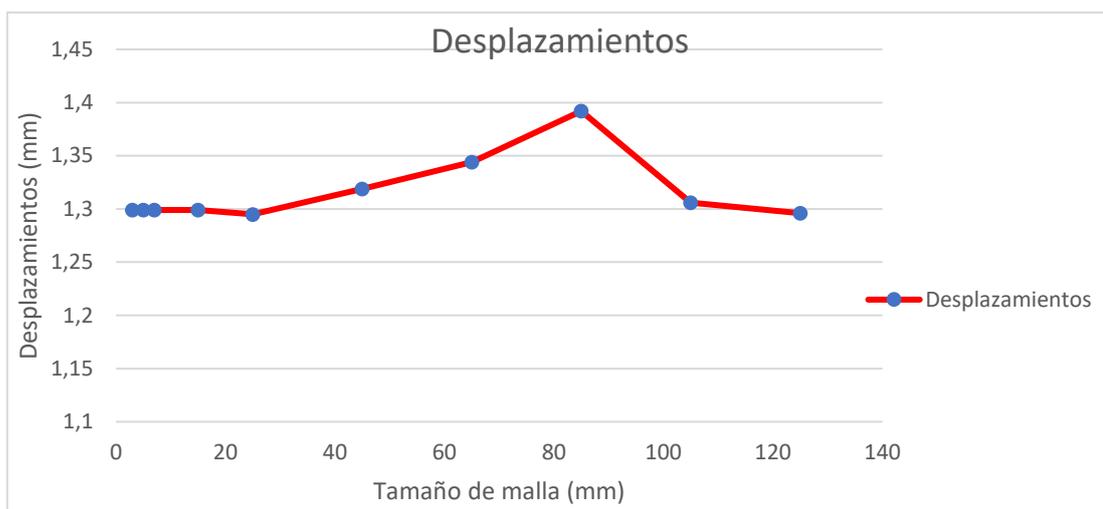
A pesar de lo anteriormente mencionado, los datos obtenidos se pueden representar gráficamente para poder verificar correctamente el tamaño de malla que mejor se adapta.



*Tabla 7 Resultados de los esfuerzos de VonMises para el estudio de malla viga IPE80*

Tras obtener los resultados de las tensiones de vonMises, podemos observar lo que hemos comentado anteriormente, es decir, que a medida que se reduce el tamaño del mallado, los resultados tienden hacia el infinito.

Dicho efecto se puede verificar a partir de un tamaño de mallado de 7 mm hasta los 3 mm, siendo este el tamaño mínimo que el mismo ordenador ha podido llegar a procesar.

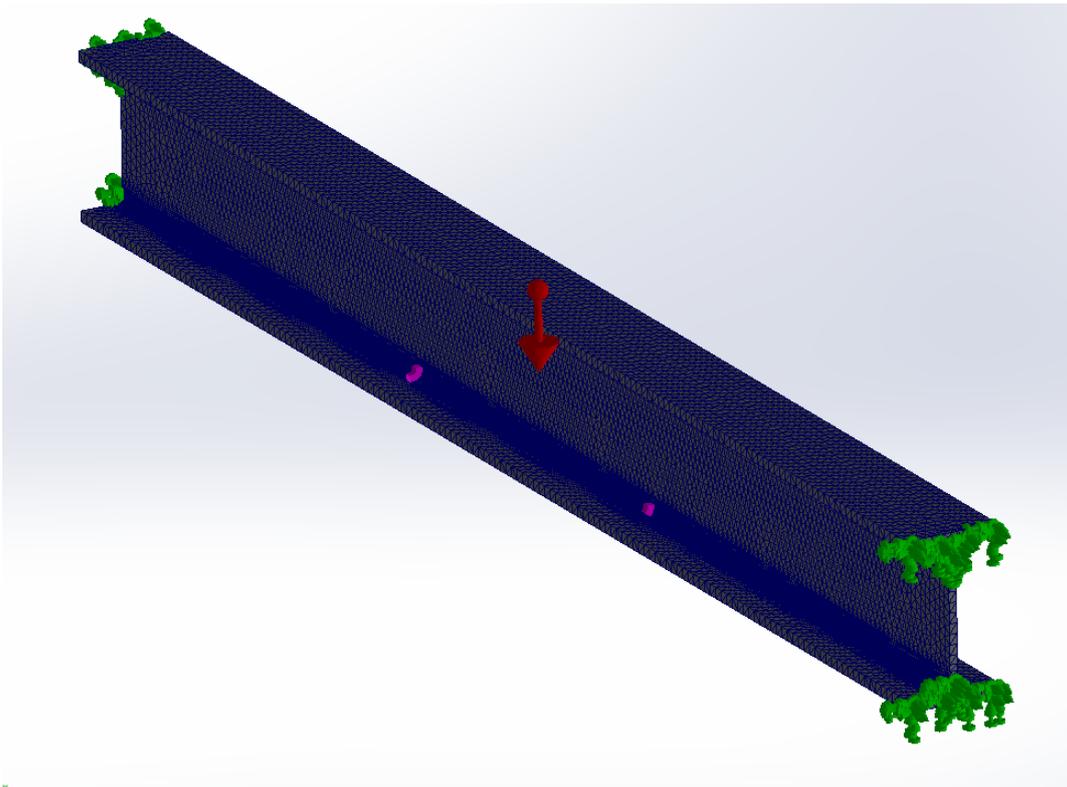


*Tabla 8 Resultados de desplazamientos máximos del estudio de malla viga IPE80*

Una vez analizados los datos obtenidos de las tensiones de vonMises, en la tabla anterior se puede ver la estabilidad de los desplazamientos en los resultados que ha arrojado la simulación realizada. A partir de un tamaño de malla de 40mm, los resultados son prácticamente los mismos que si se reduce el tamaño de mallado, exceptuando el pico de desplazamiento con un tamaño de malla de 85 mm.

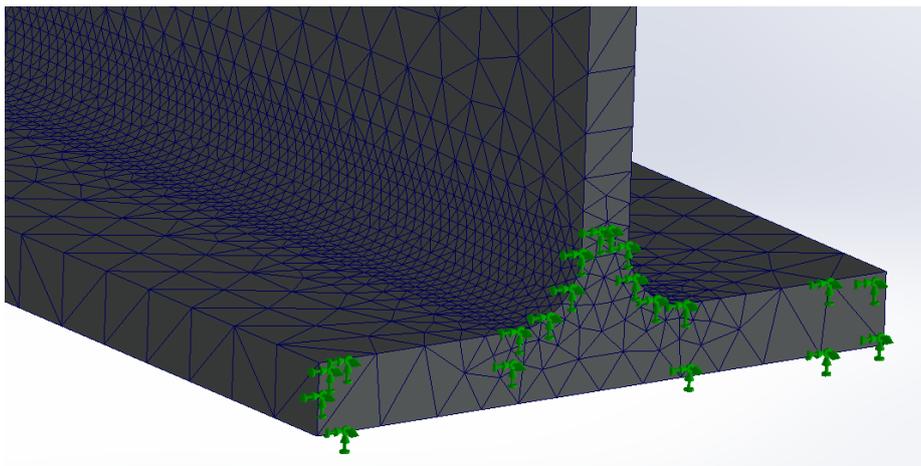
Por lo tanto, vistos los datos y el pequeño análisis realizado, se puede llegar a la conclusión que el tamaño de mallado es de vital importancia para realizar el estudio de un diseño o pieza frente a cualquier tipo de fuerza o condiciones a la que puede estar sometida, es por ello por lo que vistos los resultados, podemos verificar que escoger un tamaño de malla muy reducido como es el caso de los 3mm, no es nada recomendable, puesto que puede llegar a arrojar unos resultados que no son fiables.

Es por ello por lo que hemos observado que los resultado convergen a partir de los 7 mm, escogiendo el tamaño de 5 mm de mallado para realizar las simulaciones necesarias del perfil IPE80.



*Ilustración 48 Mallado realizado en SolidWorks de la viga IPE80 (Fuente 48)*

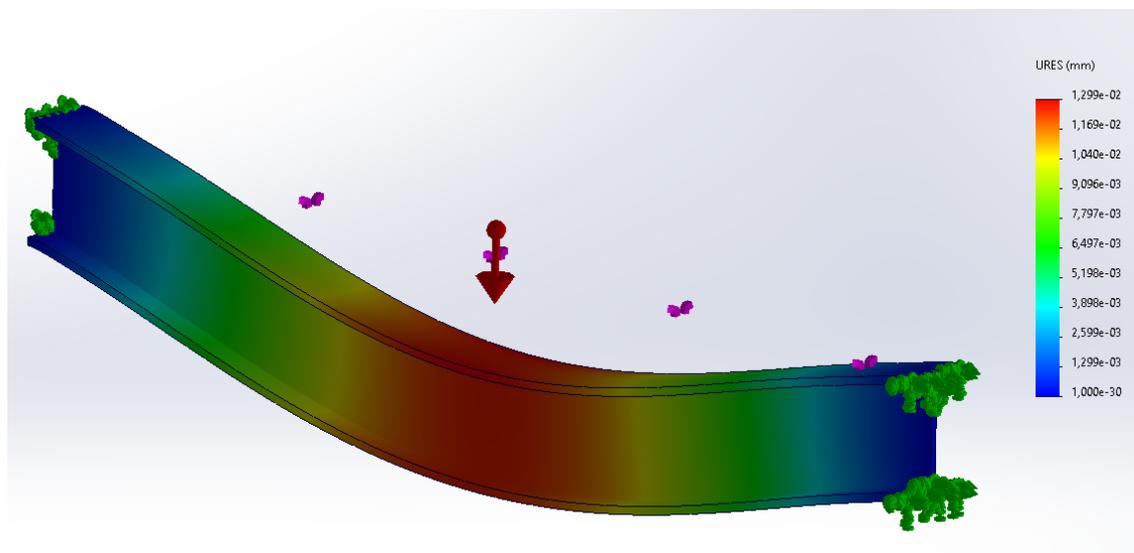
Finalizado el anterior estudio, realizamos un mallado fino (5mm) para todo el perfil, no obstante, hemos realizado un control de mallado en las zonas más conflictivas que son los radios de las alas de la vigueta. Dicho mallado se ha establecido en 1mm para poder obtener los resultados más fehacientes posibles.



*Ilustración 49 Vista detalle del control de mallado en las curvaturas de las alas de la viga IPE80 (Fuente 49)*

Finalmente se ejecuta el estudio, el cual ha arrojado los siguientes resultados:

### 1. Desplazamiento máximo (mm)



*Ilustración 50 Resultado de los desplazamientos obtenidos en el estudio de la viga IPE80 (Fuente 50)*

Como se puede observar en la ilustración 50 la zona más afectada es en la zona media, donde se ha registrado un desplazamiento máximo de  $1,299e^{-2}$  mm con respecto a la posición inicial/natural de la viga IPE80, la cual consideramos que es muy reducida, al estar hablando de una décima parte de 1mm en su máximo desplazamiento.

Tras realizar el estudio de desplazamiento máximo, hemos podido verificar que los resultados son algo distintos que, a los teóricos, donde, por un lado, la fecha máxima calculada registra un valor de 1,97mm frente a los  $1,299e^{-2}$  mm de la simulación.

No obstante, en general, los cálculos teóricos realizados son aproximados, mientras que el programa de simulación SolidWorks utiliza un análisis más detallado y complejo utilizando el método de elementos finitos (FEM) para modelar la viga con mayor precisión.

La diferencia entre los resultados puede variar, sin embargo, en la mayoría de los casos, los análisis realizados en SolidWorks tienden a ser más precisos y realistas, ya que consideran más factores y tienen en cuenta las condiciones de borde exactas del modelo, así como las propiedades materiales y las secciones transversales reales.

## 2. Tensión de “vonMises” (MPa)

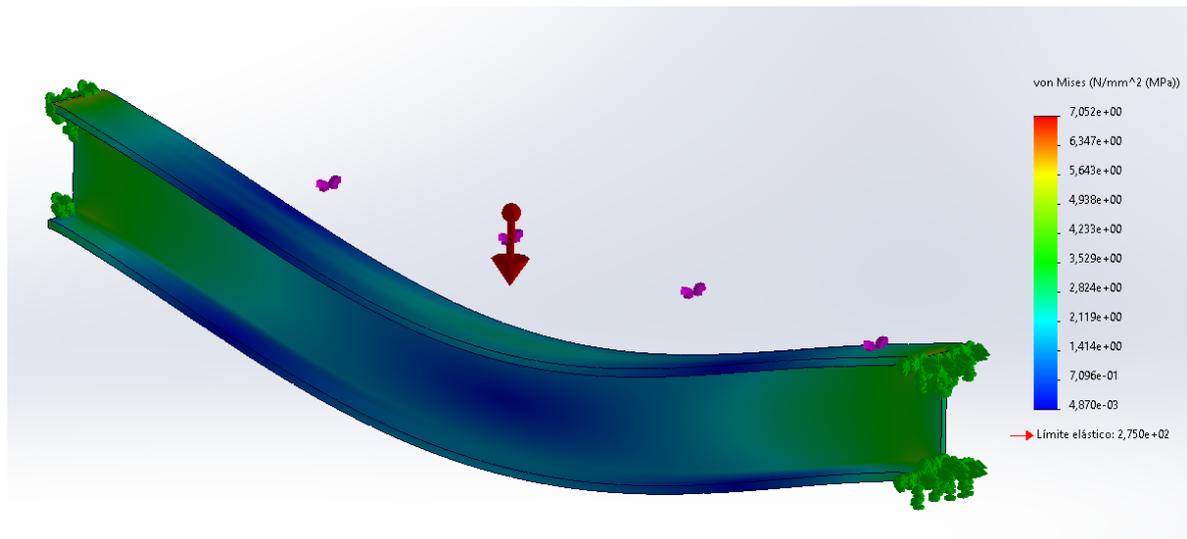


Ilustración 51 Resultado de las tensiones de "VonMises" obtenidas en el estudio de la viga IPE80 (Fuente 51)

Tras observar los resultados obtenidos de las tensiones de “vonMises”, se ha podido determinar que la máxima registrada se localiza en los extremos de la geometría del perfil, alcanzado 7,052Mpa, el cual se encuentra muy alejado del límite elástico del propio material seleccionado, estando únicamente a un 2,56% de la capacidad máxima admisible del mismo. Por lo que podemos afirmar que el tipo de perfil podrá trabajar perfectamente tanto a tracción como a compresión.

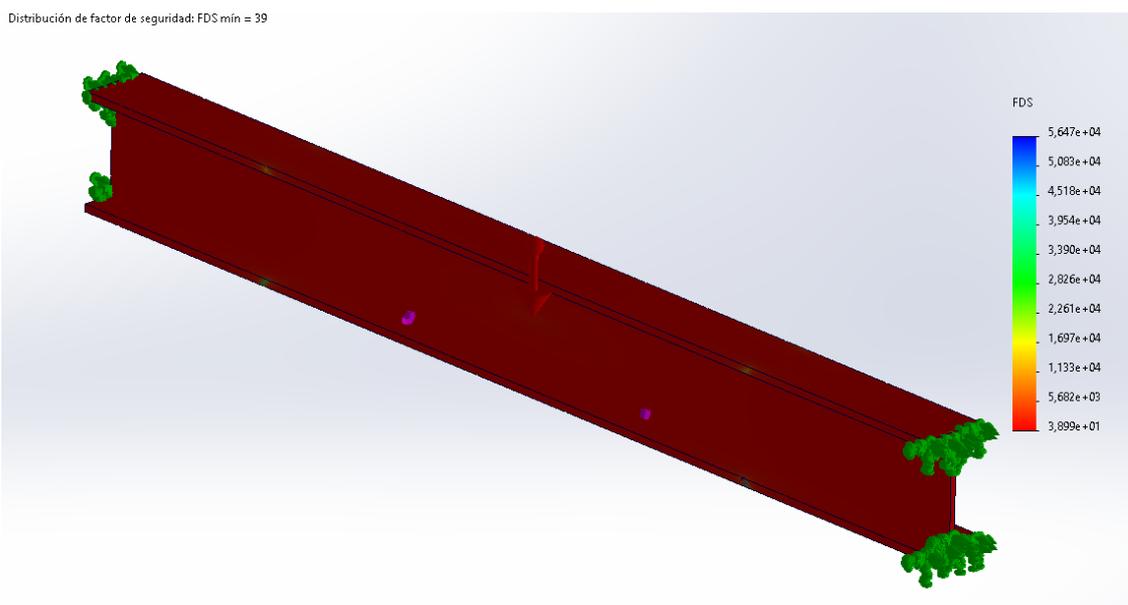
## 3. Factor de seguridad

A partir de los resultados obtenidos anteriormente, podemos calcular el Factor de seguridad en el punto más desfavorable que presentará la viga IPE80.

El factor de seguridad queda establecido según  $F_s = \frac{\sigma_{Limit}}{\sigma_{vonMises}}$ , donde:

- $\sigma_{Limit}$  = Límite elástico que presenta el material → 2,75e<sup>2</sup> MPa
- $\sigma_{vonMises}$  = Tensión en el punto más desfavorable → 7,052 Mpa

$$F_s = \frac{2,75e^2}{7,052} = 38,99 \quad (\text{ec.26})$$



*Ilustración 52 Resultado del factor de seguridad obtenido del estudio de la viga IPE80 (Fuente 52)*

Visto los resultados obtenidos del factor de seguridad tanto por el análisis, como el calculado manualmente, podemos llegar a la conclusión de que el perfil obtenido no presentará ningún tipo de inconveniente a lo largo de la vida útil del mismo.

## 8. ESTUDIO ESTÁTICO

A partir de este apartado realizaremos un pequeño estudio estático donde se plantearán 2 hipótesis en cuanto a la estructura principal se refiere, para así poder justificar el diseño final que se ha podido observar en el apartado 4 “Diseño 3D”. Es por ello por lo que nos ayudaremos con el programa de SolidWorks, más concretamente del apartado “SolidWorks Simulation” para realizar todas las simulaciones necesarias con el fin de poder estudiar los resultados obtenidos y llegar a una conclusión.

Es por ello por lo que procedemos a realizar un chasis tubular de 40x40x4mm a través del comando “Piezas Soldadas” y posteriormente de “Miembros Estructurales” donde el mismo programa integra todo tipo de perfiles según las distintas calidades, perfiles y tamaños necesarios para el diseño.

## 8.1 Convergencia del mallado

Al igual que en el apartado 7 del presente proyecto, para llegar a una calidad de mallado óptima es necesario efectuar un estudio de la malla de ambos diseños para verificar cual es la convergencia de ambos diseños, y por ende establecer un tamaño de malla que no distorsione los resultados por culpa de una calidad de mallado más fino o grueso.

A fin de alcanzar el tamaño de mallado adecuado se realizan varios ensayos tanto con el “Chasis sin arriostrar” como “Chasis arriostrado” con diferentes tamaños de malla y parámetros preestablecidos según el criterio del mismo programa SolidWorks, no obstante, dejaremos varias medidas fijadas para poder ser lo más exactos posibles durante nuestro estudio.

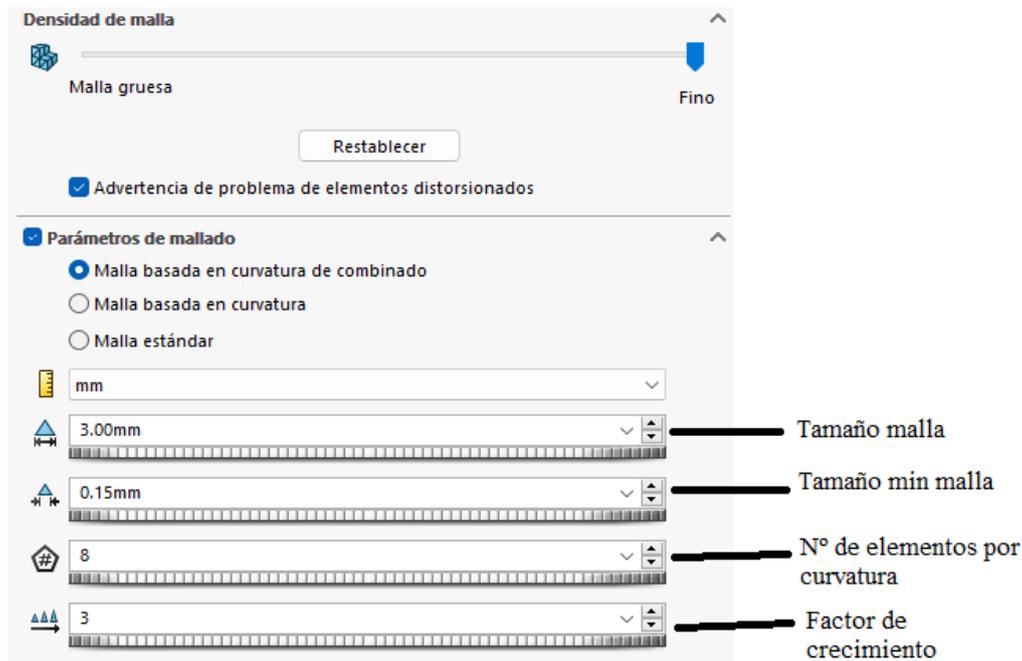


Ilustración 53 Parámetros de malla estudio estático de la estructura (Fuente 53)

Donde:

- **Tamaño de malla:** Este parámetro controla lo máximo de grande que es el triángulo que abarca una área del elemento a analizar. Esta medida está comprendida desde los 3 a los 125mm
- **Tamaño min de malla:** Este parámetro controla lo mínimo de pequeño que es el triángulo que abarca una área del elemento a analizar (este parámetro es automático)
- **Nº elementos por curvatura:** Esta medida nos indica el número de triángulos que abarca a su alrededor en el radio de un punto.

- **Factor de crecimiento:** Este parámetro indica el incremento de tamaño respecto al anterior triángulo.

Para llevar a cabo el pequeño estudio, se tiene que analizar el desplazamiento máximo que se registra en función cada tamaño de mallado, y las tensiones máximas de “vonMises” que se puedan registrar.

Se han obtenido los siguientes resultados el “Chasis sin arriostrar”:

Esfuerzo VonMises ( Mpa)(e <sup>1</sup> )	Desplazamiento URES (mm)(e <sup>-2</sup> )	Tamaño del mallado(mm)	Tamaño mínimo elemento(mm)	Factor de crecimiento	Número de elementos por círculo
1,259	4,228	125	automático	3	8
1,265	4,227	105	automático	3	8
1,263	4,225	85	automático	3	8
1,265	4,228	65	automático	3	8
1,277	4,27	45	automático	3	8
1,321	4,34	25	automático	3	8
1,272	4,365	15	automático	3	8
1,399	4,455	7	automático	3	8
1,574	4,468	5	automático	3	8
1,771	4,478	3	automático	3	8

Tabla 9 Resultados de convergencia mallado "Chasis sin arriostrar"

Y estos son los resultado obtenidos del “Chasis arriostrado”:

Esfuerzo VonMises ( Mpa)(e <sup>1</sup> )	Desplazamiento URES (mm)(e <sup>-2</sup> )	Tamaño del mallado(mm)	Tamaño mínimo elemento(mm)	Factor de crecimiento	Número de elementos por círculo
1,177	4,068	125	automático	3	8
1,059	4,093	105	automático	3	8
1,059	4,099	85	automático	3	8
1,076	4,102	65	automático	3	8
1,097	4,14	45	automático	3	8
1,208	4,197	25	automático	3	8
1,068	4,271	15	automático	3	8
1,723	4,211	7	automático	3	8
1,24	4,338	5	automático	3	8
1,486	4,346	3	automático	3	8

Tabla 10 Resultado de convergencia mallado "Chasis arriostrado"

A simple vista, estos resultados no podemos visualizar correctamente, por lo que los mismos son agregados a una gráfica, para poder contrastar muchos más los resultado obtenidos por ambos diseños.

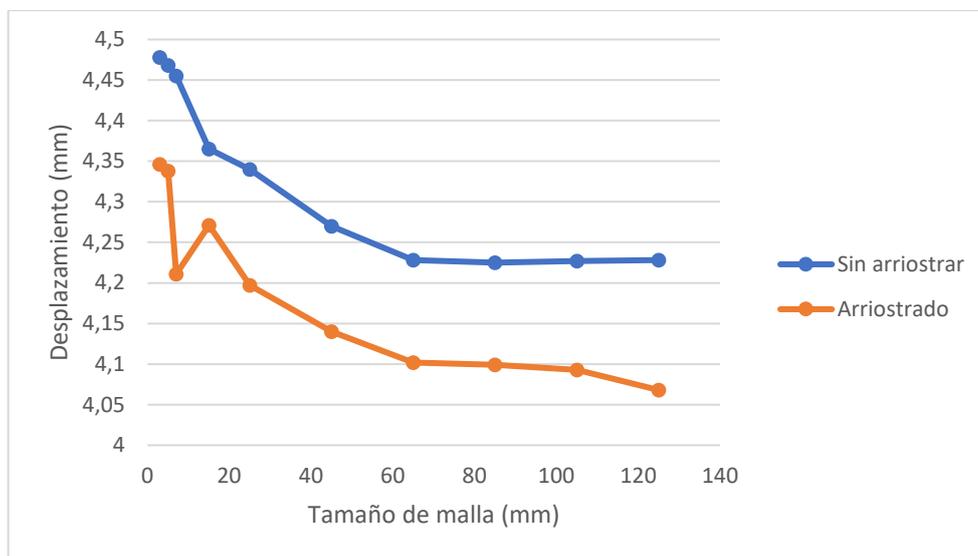


Tabla 11 Representación gráfica entre el tamaño de mallado frente al desplazamiento obtenido

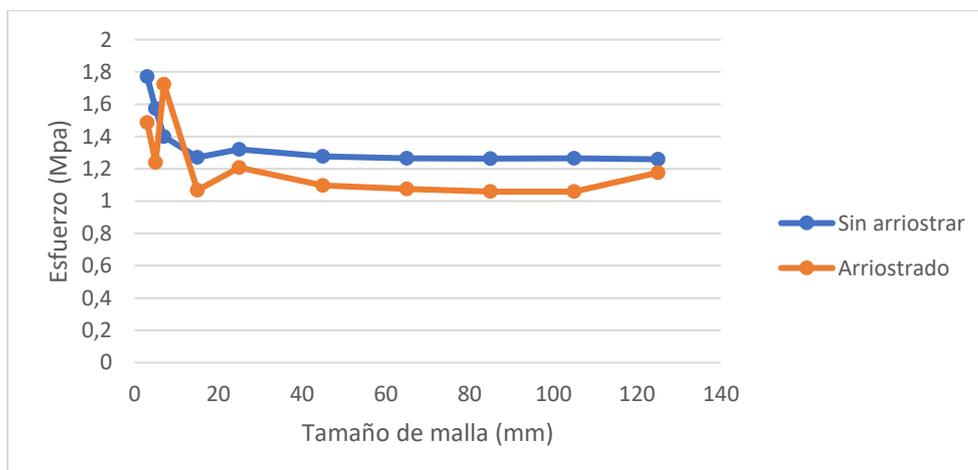


Tabla 12 Representación gráfica entre el tamaño de mallado frente al esfuerzo de "VonMises" obtenido

Tras realizar los distintos análisis hemos podido llegar a la conclusión que los resultados son algo parecidos a los obtenidos en el apartado 7, puesto que a medida que el tamaño de malla disminuye, los resultados obtenidos de las tensiones de "vonMises" aumentan hacia el infinito. De igual forma ocurre con el desplazamiento máximo, verificando que los mismo también tienden hacia el infinito

No obstante, a pesar de lo mencionado anteriormente, podemos observar que el estudio de mallado obtiene una estabilización en el caso “sin arriostrar” por debajo de los 15mm de tamaño de malla. Por lo que consideramos que el diseño si que ha llegado a converger a partir de los resultado obtenido entre los 7 y 5 mm de tamaño de malla.

Es por ello por lo que finalmente, consideramos que el mejor tamaño de mallado para el estudio de las dos hipótesis es de 5 mm, puesto que los resultados obtenidos son coherentes y razonables.

### 8.1 Hipótesis 1 “Chasis sin arriostrar”

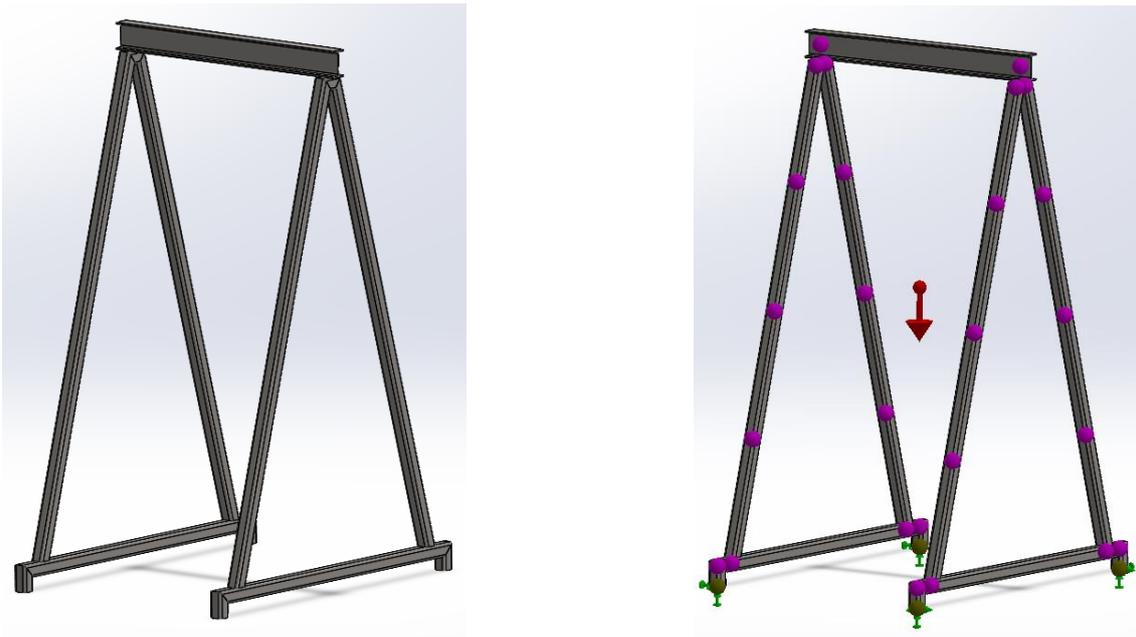
Esta hipótesis parte de la misma base que el diseño final, no obstante, carece de cualquier tipo de perfil que actúe como elemento arriostrante en los perfiles laterales, por lo que, en la teoría, cuando se proceda al análisis estático los perfiles laterales deberán flexionar sobre el plano vertical donde se sitúan.

Fuerzas que considerar en la hipótesis:

- Gravedad =  $9,81 \frac{N}{Kg}$
- Fuerza puntual ejercida en zona media =  $120 Kg \times 9,81 \frac{N}{Kg} = 1.177,20 N$

Hay que tener en cuenta que la fuerza puntual se tiene que aplicar en la zona media de la viga IPE80, puesto que es el punto más desfavorable al encontrarse a la máxima distancia de un punto de apoyo como es el caso de la perfilera vertical.

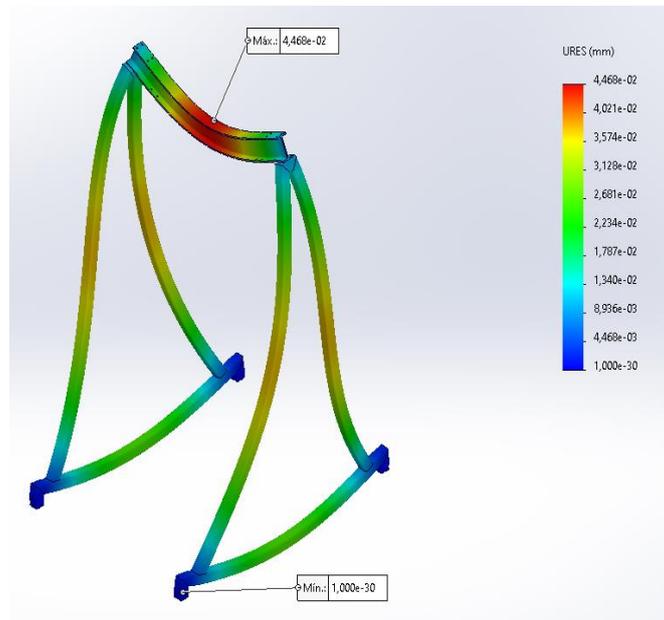
Una vez tenemos definidas las fuerzas establecidas y colocadas según nuestros criterios establecidos, procedemos a realiza un mallado fino de 5mm de la maqueta para que pueda realizar adecuadamente el análisis y posteriormente conseguir detalladamente los resultados de Desplazamiento, Factor de Seguridad y Tensiones de “vonMises” del modelo diseñado según dicha hipótesis.



*Ilustración 54 Vistas de la estructura de "chasis sin arriostrar" (Fuente 54)*

Finalmente, tras la ejecución de la malla y el estudio, obtenemos los siguientes resultados:

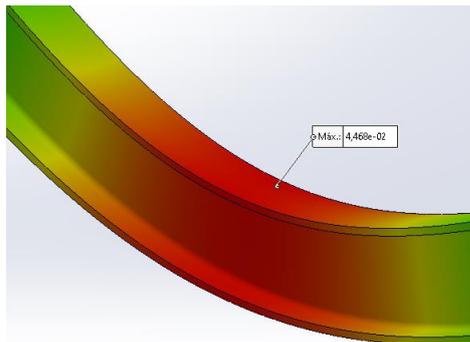
- Desplazamiento máx (mm) =  $4,468e^{-02}$
- Tensión de "vonMises"(Mpa) =  $1,574e^1$
- Factor de seguridad =17



*Ilustración 55 Resultados de los desplazamientos obtenidos del estudio del "chasis sin arriostrar" (Fuente 55)*

Se ha aumentado la escala de los resultados para poder verificar y comprobar exactamente las direcciones de los desplazamientos, así como facilitar a nivel visual todos los detalles de los resultados, puesto que las deformaciones son muy pequeñas.

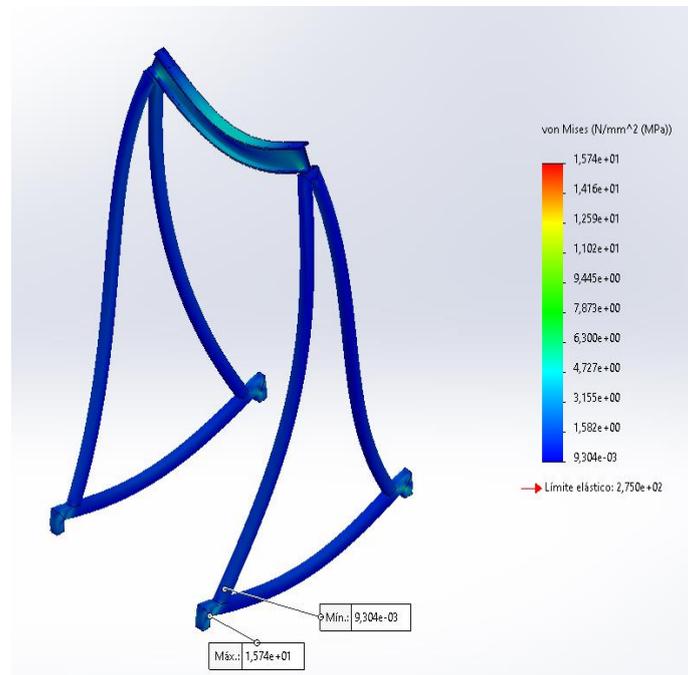
En la ilustración anteriormente expuesta se puede ver con exactitud que el máximo nivel de desplazamiento se ubica en la zona media de la viga, más concretamente, donde se aplica la fuerza puntual. Es por ello por lo que a medida que nos acercamos a la estructura de perfilera el desplazamiento disminuye considerablemente al tener una fuerza opuesta a dicho movimiento.



*Ilustración 56 Vista detalle de la viga IPE80 sobre los resultados obtenidos del estudio del "chasis sin arriostrar" (Fuente 56)*

De igual manera, si ampliamos la zona más expuesta de la viga IPE80, se puede observar más en detalle lo anteriormente expuesto, gracias al tipo de mallado escogido.

En cuanto a las tensiones de "vonMises", se han obtenido los siguientes resultados según el estudio:



*Ilustración 57 Resultado de las tensiones de "VonMises" obtenidos del estudio del "chasis sin arriostrar" (Fuente 57)*

A simple vista no podemos visualizar ningún tipo de problema en la zona de la viga IPE80, no obstante, hemos podido comprobar que la zona más expuesta a deformaciones se encuentra en la zona baja de la perfilera, más concretamente en la esquina de la pata, tal y como se muestra en la siguiente ilustración.

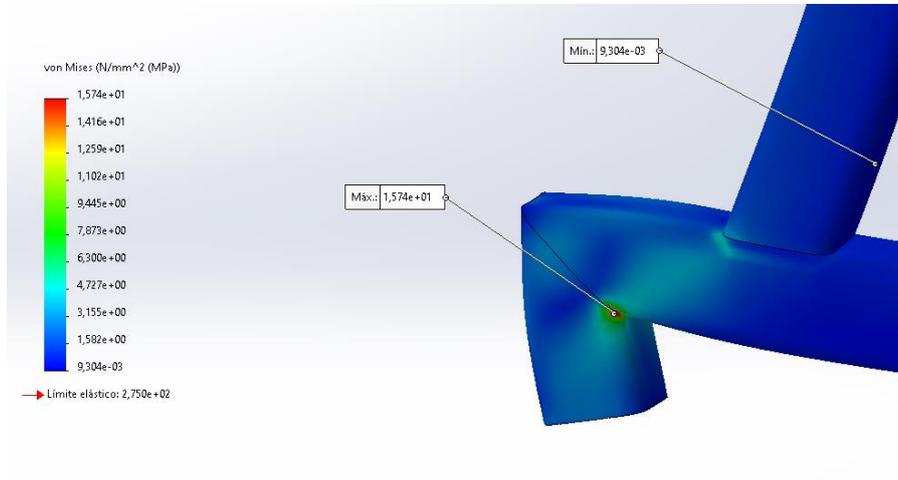


Ilustración 58 Vista detallada de las tensiones en las patas de los resultados obtenidos del "chasis sin arriostrar" (Fuente 58)

Es por ello, por lo que es de vital importancia realizar un cordón de soldadura perfecto, para así evitar cualquier tipo de problema en el futuro, puesto que es una zona en las que se concentran las tensiones de la estructura.

Estos son los resultados obtenidos del factor de seguridad:

A partir de los resultados obtenidos anteriormente, podemos calcular el Factor de seguridad en el punto más desfavorable que presentará la viga IPE80.

El factor de seguridad queda establecido según  $F_s = \frac{\sigma_{Limit}}{\sigma_{vonMises}}$ , donde:

- $\sigma_{Limit}$  = Límite elástico que presenta el material  $\rightarrow 2,75e^2$  MPa
- $\sigma_{vonMises}$  = Tensión en el punto más desfavorable  $\rightarrow 1,574e^1$  Mpa

$$F_s = \frac{2,75e^2}{1,574e^1} = 17,47 \quad (\text{ec.27})$$

Criterio: Tensiones von Mises máx.  
Distribución de factor de seguridad: FDS min = 17

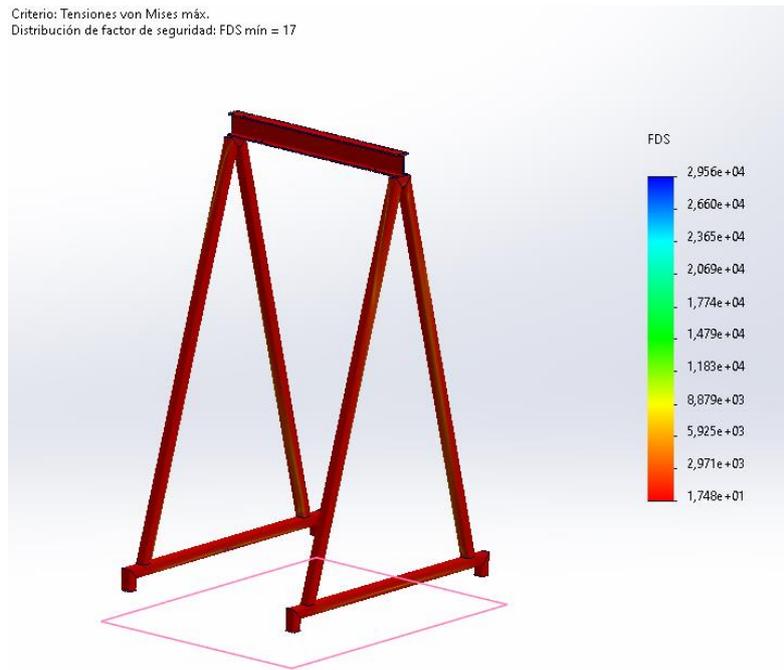


Ilustración 59 Resultado del factor de seguridad del "chasis sin arriostrar" obtenidos del estudio (Fuente 59)

Finalmente podemos observar que el Factor de Seguridad de la hipótesis 1 es un tanto elevado, teniendo claramente margen para poder atribuir mucho peso/carga en la parte superior de la viga IPE80 sabiendo que la estructura podría sobrellevarlo si aumentar el riesgo de colapso de la misma.

Por lo tanto, podemos concluir que la 1ª hipótesis presentada es completamente válida, no obstante, hemos podido detectar cierta deformidad en la perfilería vertical, verificando que la misma acumula cierta tensión en la parte superior, zona cercana a la viga IPE80, es por ello por lo que sería necesario apuntalar este diseño con algún tipo de perfil adicional para facilitar la distribución de cargas a lo largo de toda la estructura, ayudando a que las tensiones se distribuyan de la forma más lineal posible.

## 8.2 Hipótesis 2 “Chasis arriostrado”

Esta hipótesis parte de la base anterior, con un añadido de perfiles horizontales que actúan como elemento arriostrante a los perfiles verticales, por lo que, en la teoría, cuando se proceda al análisis estático los perfiles laterales deberán flexionar menos sobre el plano vertical donde se sitúan que en caso anteriormente estudiado.

Fuerzas que considerar en la hipótesis:

- Gravedad =  $9,81 \frac{N}{Kg}$
- Fuerza puntual =  $120 \text{ Kg} \times 9,81 \frac{N}{Kg} = 1.177,20 \text{ N}$

Como se ha comentado con anterioridad en el apartado 8.2, la fuerza puntual se tiene que aplicar en la zona media de la viga IPE80, puesto que es el punto más desfavorable al encontrarse a la máxima distancia de un punto de apoyo como es el caso de la perfilera vertical.

Una vez tenemos definidas las fuerzas establecidas y colocadas según nuestros criterios establecidos, procedemos a realiza un mallado fino de 5mm de la maqueta para que pueda realizar adecuadamente el análisis y posteriormente conseguir detalladamente los resultados de Desplazamiento, Factor de Seguridad y Tensiones de “vonMises” del modelo diseñado según dicha hipótesis.

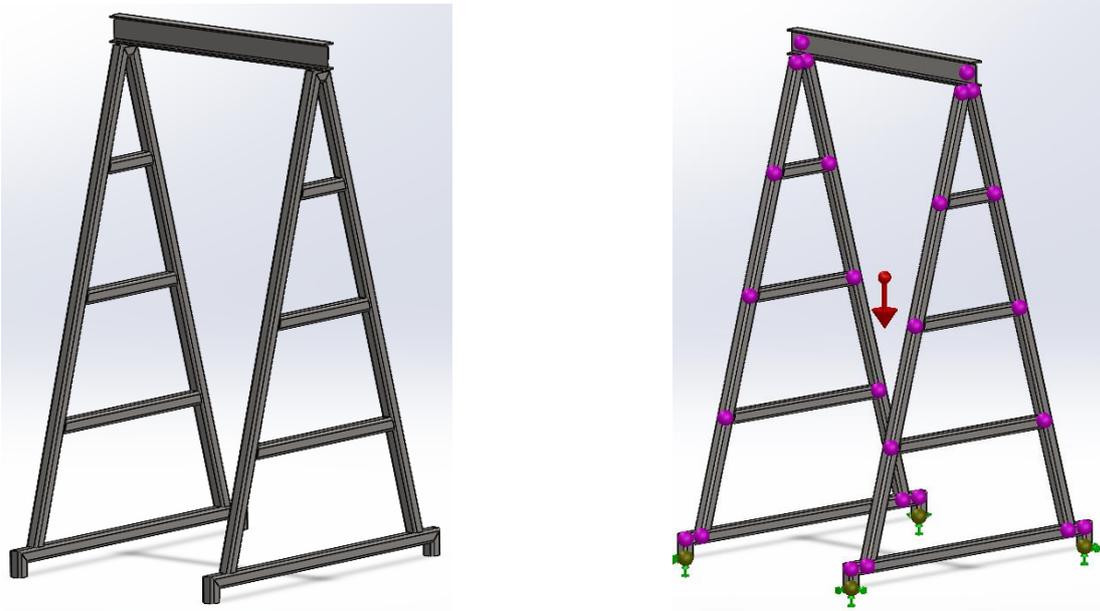
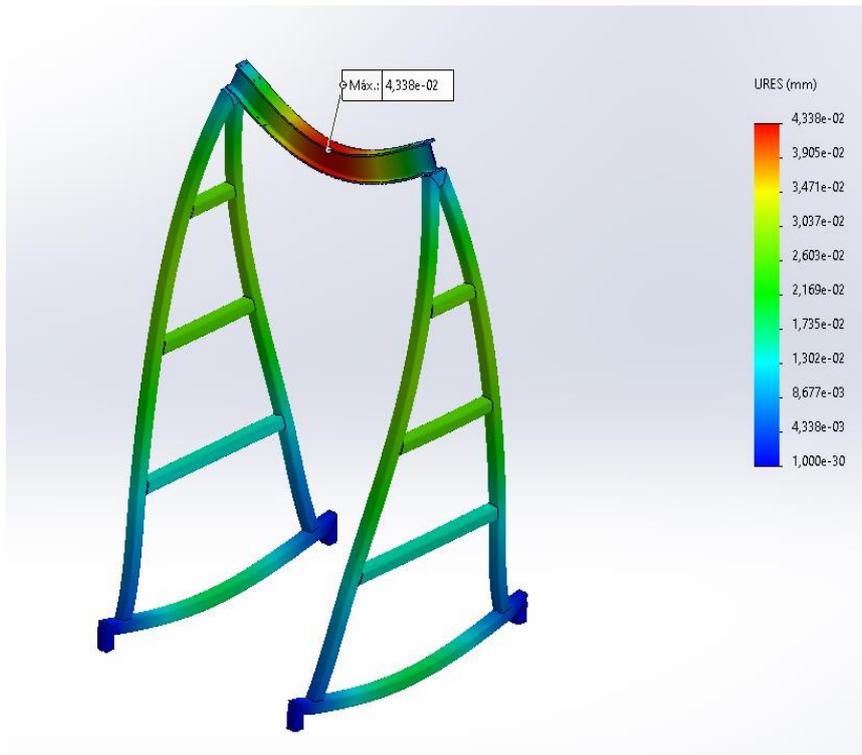


Ilustración 60 Vistas de la estructura de "chasis arriostrada" (Fuente 60)

Finalmente, tras la ejecución de la malla y el estudio, obtenemos los siguientes resultados:

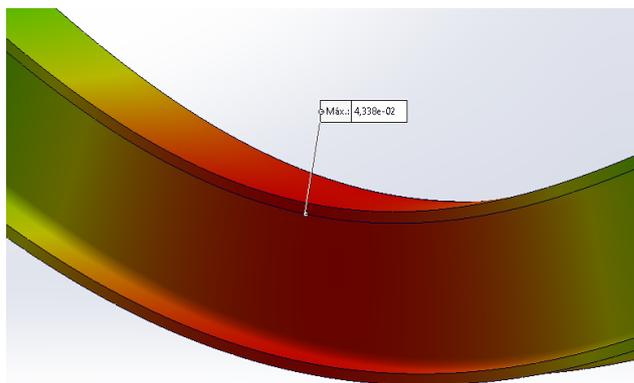
- Desplazamiento máx (mm) =  $4,338e^{-2}$
- Tensión “vonMises”(Mpa) =  $1,24e^1$
- Factor de seguridad = 22



*Ilustración 61 Resultados de los desplazamientos obtenidos del estudio del "chasis sin arriostrado" (Fuente 61)*

Se ha aumentado la escala de los resultados para poder verificar y comprobar exactamente las direcciones de los desplazamientos, así como facilitar a nivel visual todos los detalles de los resultados, puesto que las deformaciones son muy pequeñas.

En la ilustración anteriormente expuesta se puede ver con exactitud que el máximo nivel de desplazamiento se ubica en la zona media de la viga, más concretamente, donde se aplica la fuerza puntual. Es por ello por lo que a medida que nos acercamos a la estructura de perfilera el desplazamiento disminuye considerablemente al tener una fuerza opuesta a dicho movimiento.



*Ilustración 62 Vista detalle de la viga IPE80 sobre los resultados obtenidos del estudio del "chasis arriostrado" (Fuente 62)*

De igual manera, si ampliamos la zona más expuesta de la viga IPE80, se puede observar más en detalle lo anteriormente expuesto, gracias al tipo de mallado escogido.

Hacemos constar que existe una diferencia de  $-0,13e^{-2}$  mm entre las dos hipótesis.

En cuanto a las tensiones de “vonMises”, se han obtenido los siguientes resultados según el estudio:

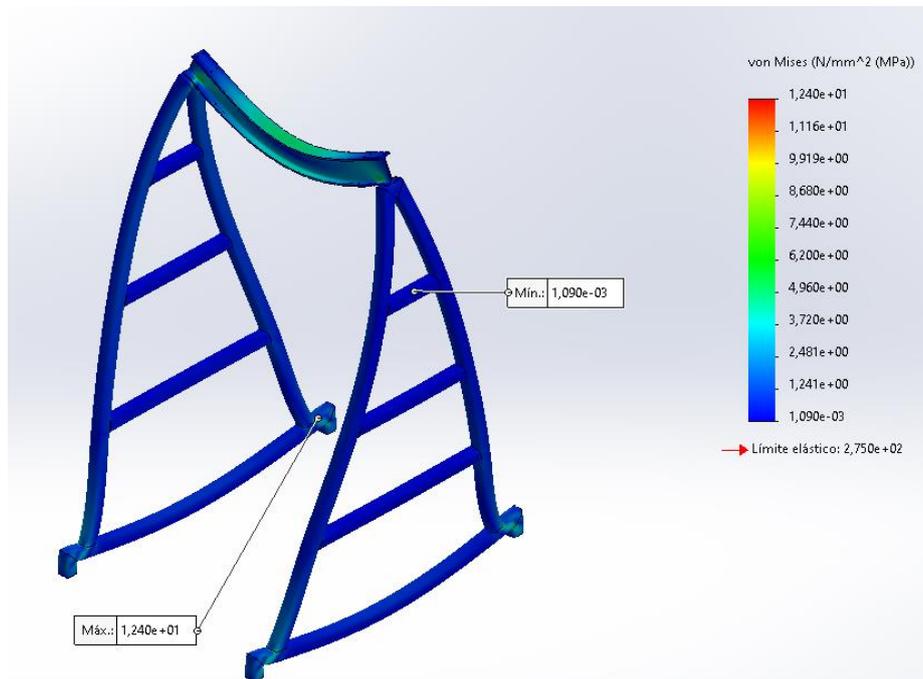


Ilustración 63 Resultado de las tensiones de "VonMises" obtenidos del estudio del "chasis arriostrado" (Fuente 63)

Seguimos teniendo la misma problemática de acumulación de tensiones en una de las patas de la perfilera baja, no obstante, el máximo registrado es bastante más bajo que el registrado en la hipótesis 1, tal y como se muestra en la siguiente ilustración:

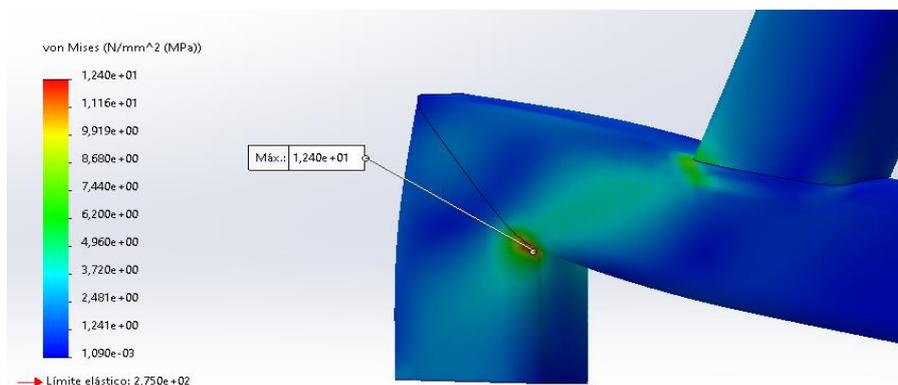


Ilustración 64 Vista detalle de las tensiones en las patas de los resultados obtenidos del "chasis arriostrado" (Fuente 64)

Es por ello, por lo que es de vital importancia realizar un cordón de soldadura perfecto, para así evitar cualquier tipo de problema en el futuro, puesto que es una zona en las que se

concentran las tensiones de la estructura, pudiendo comprometer la integridad del mismo en caso de sobrepeso.

Estos son los resultados obtenidos del factor de seguridad:

A partir de los resultados obtenidos anteriormente, podemos calcular el Factor de seguridad en el punto más desfavorable que presentará la viga IPE80.

El factor de seguridad queda establecido según  $Fs = \frac{\sigma_{Limit}}{\sigma_{vonMises}}$ , donde:

- $\sigma_{Limit}$  = Límite elástico que presenta el material  $\rightarrow 2,75e^2$  MPa
- $\sigma_{vonMises}$  = Tensión en el punto más desfavorable  $\rightarrow 1,24e^1$  Mpa

$$Fs = \frac{2,75e^2}{1,24e^1} = 22,17 \quad (\text{ec.28})$$

Criterio: Tensiones von Mises máx.  
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 22

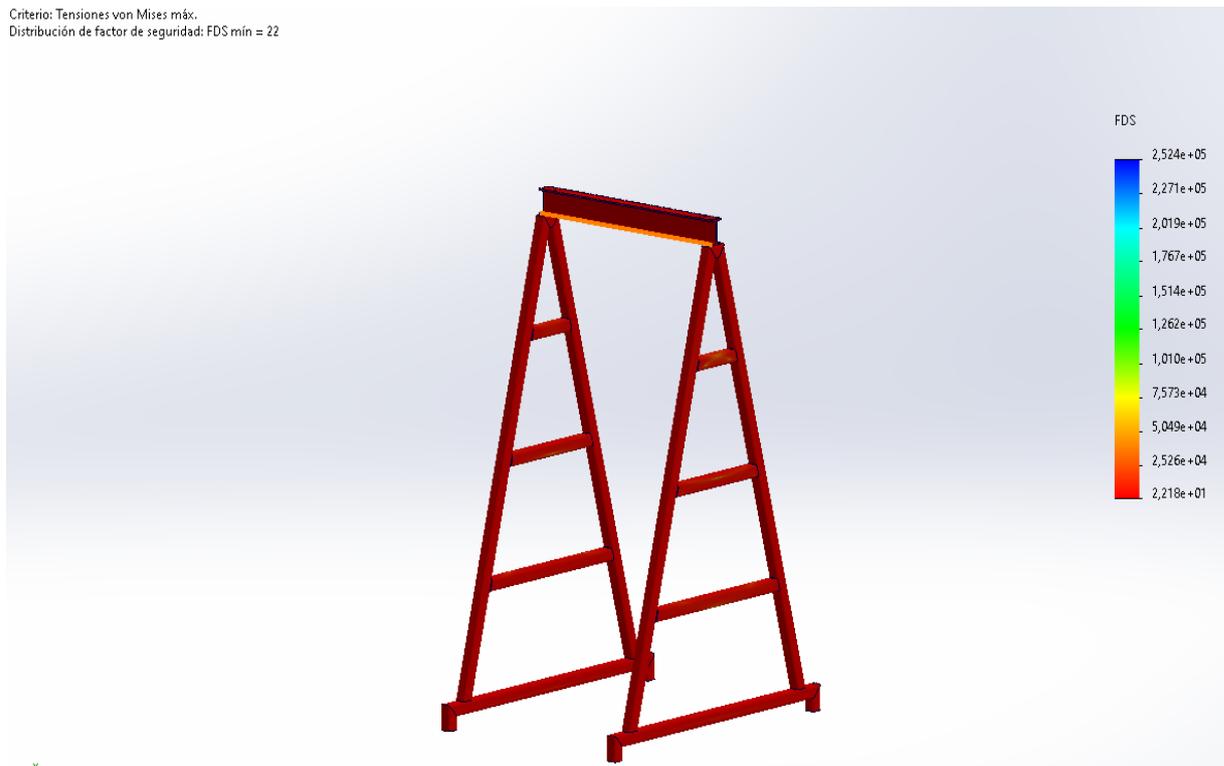


Ilustración 65 Resultado del factor de seguridad del "chasis arriostrado" obtenidos del estudio (Fuente 65)

Finalmente, observamos que el factor de seguridad ha aumentado en unos 5 puntos con respecto a la hipótesis 1, por lo que consideramos tras el análisis de ambas estructuras mediante

el programa SolidWorks, la hipótesis 2 es una estructura mucho más robusta, estable y preparada frente a una carga máxima admisible que la hipótesis 1.

Además de lo anteriormente expuesto y analizado, el arriostramiento que se ha planteado en la hipótesis nº2 presenta una ventaja adicional respecto a la nº1, siendo está a nivel de seguridad global. Mediante el arriostramiento de dicha estructura disminuye la probabilidad de que una persona pase por en medio de la perfilera, puesto que el espacio que hay entre las pletinas es muy reducido, pudiendo evitar una caída y por ende daños de carácter lesivo para la persona.

Es por ello, por lo que llegamos a la conclusión de que el diseño planteado en la hipótesis nº2 cumple completamente tanto con las características técnicas necesarias para poder soportar el peso máximo establecido, así como la mejora del mismo sobre el que se parte de la hipótesis 1.

## 9. TORNILLERÍA Y COMPLEMENTOS

### 9.1 Perno DIN 912

Para la unión de los diferentes componentes que forma la estructura hemos utilizado una gama de tornillo tipo Allen DIN 912 de M5 de distintas longitudes para facilitar tanto el montaje como el desmontaje de todas las uniones que lo conforman.

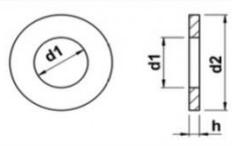


Ilustración 66 Normativa de pernos DIN 912 (Fuente 69)

### 9.2 Arandela DIN 125

Con tal de repartir las cargas de compresión que ejerce los pernos de diferentes zonas, es necesario añadir unas arandelas DIN 125 de acero para facilitar que la presión ejercida se reparta de maneras más uniforme.

ARANDELA PLANA TIPO A DIN-125   ISO-7089 / ISO-7090 (MÉTRICO)										
Cincado					Acero					
d1	Diámetro interno									
d2	Diámetro externo									
h	Espesor arandela									



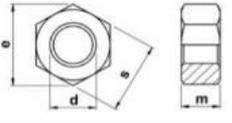
Cotas en milímetros (mm)										
	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M12	M13	M14	M16
d	4,3	5,3	6,4	7,4	8,4	10,5	13	13,5	15	17
d1	9	10	12	14	16	20	24	24	28	30
h	0,8	1	1,6	1,6	1,6	2	2,5	2,5	2,5	3

Ilustración 67 Normativa DIN 125 (Fuente 70)

### 9.3 Tuerca hexagonal DIN 934

Para la sujeción de los pernos anteriormente mencionados se eligen las tuercas hexagonales DIN 934 con la medida de M5.

TUERCA HEXAGONAL DIN-934   ISO-4032 (MÉTRICO)										
Cincado					Calidad 8					
d	Métrica tuerca									
e	Distancia entre puntas									
s	Distancia entre caras (llave)									
m	Espesor									



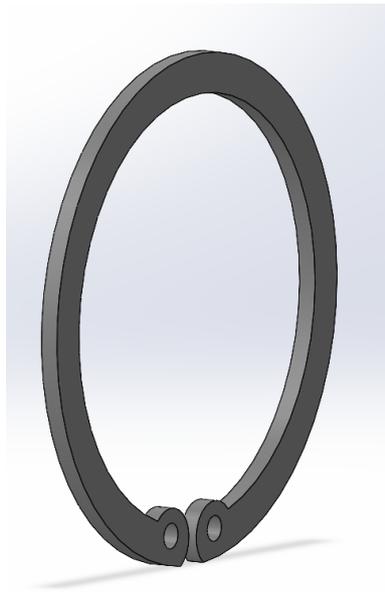
Cotas en milímetros (mm)										
	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M12	M14	M16
d	6,01	7,66	8,79	11,05	12,12	14,38	18,9	18,9	24,49	26,75
e	5,5	7	8	10	11	13	17	17	22	24
s	3,2	3,2	4	5	5,5	6,5	8	8	11	13
m	0,5	0,7	0,8	1	1	1,25	1,5	1,75	2	2

Ilustración 68 Normativa DIN 934 (Fuente 71)

#### 9.4 Circlip de seguridad DIN472

En cuanto a los circlip de seguridad, se han empleado dos tipos según el tipo de circunstancias necesarios para garantizar la sujeción de elementos, como es el caso de cojinetes.

Para salvaguardar el movimiento axial de los cojinetes SKF 6005-2RSH que se ubican en el eje de las poleas se ha utilizado un circlip de seguridad de 47 x 1,75 tal y como se muestra en la siguiente imagen.



*Ilustración 69 Modelaje del circlip para cojinetes SKF 6005-2RSH (Fuente 72)*

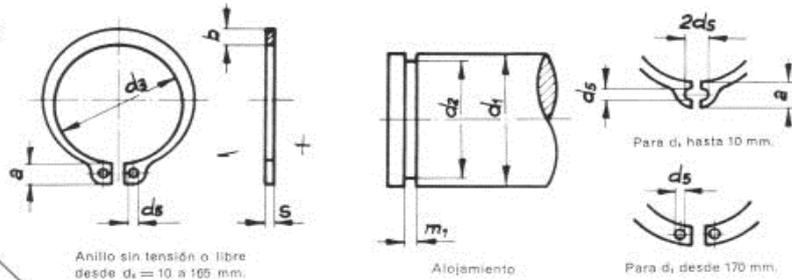
Asimismo, también ha sido necesario la utilización de otro tipo de circlip en los rodillos, para fijar así el mínimo movimiento que puedan producirse en el cojinete SKF 628/5-2Z, siendo este de las medidas 5 x 0,7 tal y como se observa en la siguiente imagen.



*Ilustración 70 Modelaje del circlip para cojinetes SKF 628/5-2Z (Fuente 73)*

Ambos circlips presentan las medidas necesarias según la norma DIN472 los cuales según si es un eje o un agujero, sus medidas internas cambian para garantizar la seguridad del elementos que se quiere fijar. Es por ello por lo que dejamos a continuación las condiciones que están estipuladas según eje interior o eje exterior

**Anillos elásticos para ejes**  
**DIN 471**  
(Ceta 30805)



Diámetro del eje $d_1$	ANILLO ELÁSTICO							ALD JAM IENTO	
	Espe sor $s$ tol. h11	$d_3$ tol.	$a$ máx.	$b$	$d_5$ mín.	Peso kgs. 1.000 piezas	$d_2$ tol.	$m_1$ tol. H13	
4	0,4	3,7		2,2	0,9	0,022	3,8	0,6	
5	0,6	4,7	+0,04	2,5	1,1	0,066	4,8	0,7	
6	0,7	5,6	+0,16	2,7	1,3	0,084	5,7	0,8	
7	0,8	6,5	+0,06	3,1	1,4	0,121	6,7	0,9	
8		7,4		3,2	1,5				0,158
9	1	8,4	-0,18	3,3	1,7	0,300	8,6	h11	
10		9,3			1,5	0,340	9,6		
11		10,2		1,7	0,410	10,5			
12		11		1,5	0,500	11,5			
13	1	11,9	+0,10	3,4	2	0,530	12,4	1,1	
14		12,9		3,5	2,1	0,640	13,4		
14,75	1,2	13,6	-0,36	3,6	2,2	0,660	14,1	h12	
15		13,8		3,6	2,2	0,670	14,3		
16		14,7		3,7	2,2	0,700	15,2		
17		15,7		3,8	2,3	0,820	16,2		
18	1,2	16,5	+0,13	3,9	2,4	1,110	17	1,3	
19		17,5		2,5	1,220	18			
20	1,2	18,5	-0,42	4	2,6	1,300	19	1,3	
21		19,5		4,1	2,7	1,420	20		
22		20,5		4,2	2,8	1,500	21		
23		21,4		4,3	2,9	1,630	22		
24	1,5	22,2	+0,21	4,4	3	1,770	22,9	h12	
25		23,2		4,4	3	1,900	23,9		
26	1,5	24,2	-0,42	4,5	3,1	1,960	24,9	1,6	
27		25		4,6	3,1	2,080	25,8		
28		25,9		4,7	3,2	2,920	26,6		
29		26,9		4,8	3,4	3,200	27,6		
30	1,5	27,9	+0,25	5	3,5	3,320	28,6	h12	
31		28,7		5,1	3,5	3,450	29,3		
32	1,75	29,6	-0,50	5,2	3,6	3,540	30,3	1,85	
33		30,5		5,2	3,7	3,690	31,3		
34		31,5		5,4	3,8	3,800	32,3		
35		32,2		5,6	3,9	4,000	33		
36	1,75	33,2	+0,39	5,6	4	5,000	34	1,85	
37		34,2		5,7	4,1	5,370	35		
38	1,75	35,2	-0,78	5,8	4,2	5,620	36	1,85	
39		36		5,9	4,3	5,850	37		
40		36,5		6	4,4	6,030	37,5		
41		37,5		6,2	4,5	6,215	38,5		
42	1,75	38,5	+0,39	6,5	4,5	6,500	39,5	1,85	
44		40,5		6,6	4,6	7,000	41,5		
45	41,5	6,7	4,7	7,500	42,5				



Designación de un anillo elástico para eje de  $d_1 = 25$  mm. y espesor 1,20 mm.:

ANILLO 25x1,2 DIN 471 o también en forma abreviada: E-25.

DUREZA:

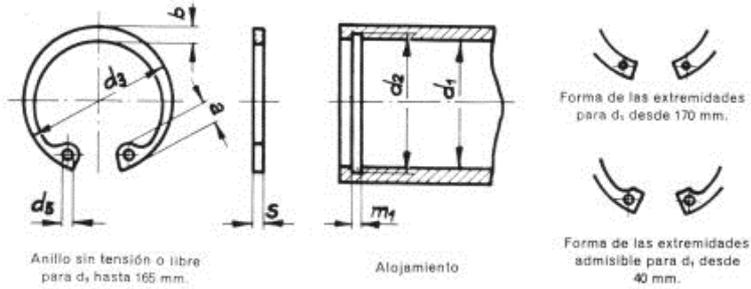
HRc = 47 ÷ 52 hasta  $d_1 = 38$  mm.

HRc = 44 ÷ 49 desde  $d_1 = 40$  mm.

Medidas en mm.

Ilustración 71 Normativa DIN 471 de circlips para eje exterior (Fuente 74)

### Anillos elásticos para agujeros o interiores DIN 472 (Ceta 30806)



Designación de un anillo de  $d_1 = 42$  mm. y espesor 1,75 mm.  
ANILLO 42x1,75 DIN 472 o simplemente en forma abreviada; I-42

**DUREZA:**

HRc = 47 ÷ 52 hasta  $d_1 = 38$  mm.  
HRc = 44 ÷ 49 desde  $d_1 = 40$  mm.

Medidas en mm.

Diámetro del agujero $d_1$	ANILLO ELÁSTICO							ALOJAMIENTO			
	Espesor $s$ tol. H11	$d_3$ tol.	$a$ máx.	$b$ -	$d_5$ mín.	Peso kgs. 1.000 piezas	$d_2$ tol.	$m_1$ tol. H13			
8	0,8	8,7	+0,36	2,4	1,1	1	0,10	8,4	0,9		
9		9,8								2,5	1,3
10	1	10,8	-0,16	3,2	1,4	1,2	0,26	10,4	H11		
11		11,8								3,3	1,5
12		13		3,4	1,7	0,37	12,5				
13		14,1		3,6	1,8	0,42	13,6				
14		15,1		3,7	1,9	0,52	14,6	1,1			
15		16,2								2	0,56
16		17,3		3,8	2	0,60	16,8	1,1			
17		18,3								1,7	0,65
18		19,5		+0,42	-0,13	4,1	2,2	0,74		19	H12
19		20,5									
20	21,5	2,4	1,10			1,34	24,1	1,3			
21	22,5								2,5	1,42	
22	23,5	4,3	2,6			1,54	26,6	1,3			
23	24,7								4,4	2,7	
24	25,9	4,5	2,8			1,75	28,3	1,3			
25	26,9								4,6	2,9	
25,4	27,3	4,7	3			1,88	30,4	1,3			
26	27,9								5,2	3,2	
27	29	5,4	3,3	2,10	32,7	1,3					
28	30,1						5,6	3,4	2,21	33,7	1,3
29	31,1	5,8	3,5	2,40	34,7	1,3					
30	32,1						5,9	3,6	3,20	35,7	1,3
31	33,4	6,1	3,7	3,54	37	1,3					
32	34,4						6,2	4,3	3,70	38	1,3
33	35,5	5,6	3,8	3,74	39	1,3					
34	36,5						5,8	3,9	3,90	40	1,3
35	37,8	5,9	4	4	41	1,3					
36	38,8						5,8	3,9	4,70	42,5	1,3
37	39,8	5,9	4	5,10	43,5	1,3					
38	40,8						6,1	4,1	5,40	44,5	1,3
39	42	6,1	4,2	5,80	46,5	1,3					
40	43,5						6,2	4,3	6	47,5	1,3
41	44,5	6,2	4,3	6,05	48,5	1,3					
42	45,5						6,4	4,4	6,10	49,5	1,3
44	47,5	6,4	4,4	6,70	50,5	1,3					
45	48,5						6,5	4,5	7	51,5	1,3
46	49,5	6,5	4,5	7,30	53	1,3					
47	50,5						6,7	4,7	8,20	55	1,3
48	51,5	6,7	4,7	8,20	55	1,3					
49	52,5						6,7	4,7	8,20	55	1,3
50	54,2	6,7	4,7	8,20	55	1,3					
52	56,2						6,7	4,7	8,20	55	1,3

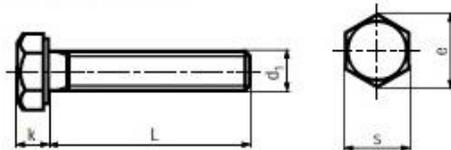
Ilustración 72 Normativa DIN 471 de circlips para eje interior (Fuente 75)

## 9.5 Tornillo de cabeza hexagonal DIN 933

Esta variante de tornillos ha sido empleada en varias circunstancias en la que se pretende garantizar la sujeción de los elementos como es el caso del eje de las poleas o el eje principal que conecta la parte de los rodillos con la de las poleas.

### Tornillo Hexagonal todo Rosca

DIN 933 / ISO 4017



DIN 933

$d_1$	M3	M4	M5	M6	(M7)	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20
b L ≤ 125	12	14	16	18	20	22	26	30	34	38	42	46
b L > 125 ≤ 200				24	26	28	32	36	40	44	48	52
b L > 200							45	49	53	57	61	65
e	6,01	7,66	8,79	11,05	12,12	14,38	18,9	21,1	24,49	26,75	30,14	33,53
k	2	2,8	3,5	4	4,8	5,3	6,4	7,5	8,8	10	11,5	12,5
s	5,5	7	8	10	11	13	17/16*	19/18*	22/21*	24	27	30
Prüfkraft in N	2920	5100	8230	11600	16800	21200	33700	48900	66700	91000	115000	147000
Charge d'épr. en N												

$d_1$	(M22)	M24	(M27)	M30	(M33)	M36	(M39)	M42	M48
b L ≤ 125	50	54	60	66	72	78	84	90	102
b L > 125 ≤ 200	56	60	66	72	78	84	90	96	108
b L > 200	69	73	79	85	91	97	103	109	121
e	35,72	39,98	45,2	50,85	55,37	60,79	66,44	71,3	82,6
k	14	15	17	18,7	21	22,5	25	26	30
s	32/34*	36	41	46	50	55	60	65	75
Prüfkraft in N	182000	212000	275000	337000	416000	490000	586000		
Charge d'épr. en N									
Richtwerte für <b>Gewichte</b> siehe Seiten 2.002 + 2.003									
Valeurs indicatives de <b>poids</b> voir aux pages 2.002 + 2.003									

<sup>1)</sup> Norm zurückgezogen und im Rahmen der Europäischen Normung durch die entsprechende ISO-Norm ersetzt.  
Norme abrogée et remplacée dans le cadre de la normalisation européenne par la norme ISO correspondante.

Ilustración 73 Normativa DIN 933 para pernos de cabeza hexagonal (Fuente 76)

## 9.6 Arandela Grower DIN 127

De igual manera que la arandela convencional DIN 125, se ha empleado la arandela Grower DIN 127 para el ajuste y apriete perfecto.

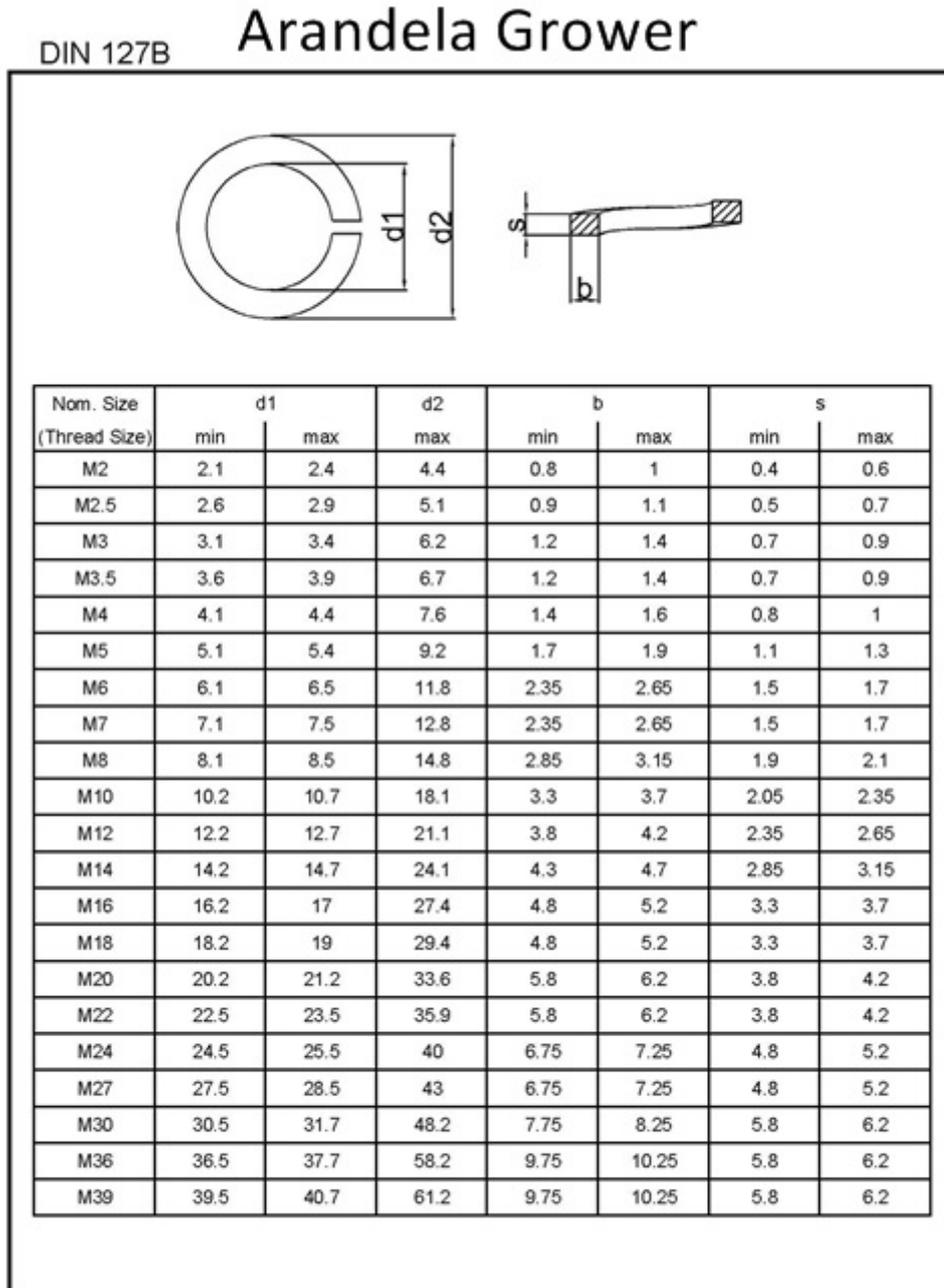


Ilustración 74 Normativa DIN 127 para arandelas Grower (Fuente 77)

## 9.7 Rodamientos de poleas SKF 6005-2RSH

Se ha escogido este tipo de rodamientos para el conjunto de poleas según especificaciones de diámetro, así como el de tener un sello a ambos lados donde se encuentran las bolas, permitiendo así que aumente la vida útil de la misma, así como la disminución del mantenimiento.



Ilustración 75 Característica básicas del rodamiento SKF 6005-2RSH (Fuente 78)

## 9.8 Rodamiento de rodillos carrete SKF 628/5-2Z

Se ha escogido este tipo de rodamientos para el conjunto del carrete según especificaciones de diámetro, así como el de tener un sello a ambos lados donde se encuentran las bolas, permitiendo así que aumente la vida útil de la misma, así como la disminución del mantenimiento.



Ilustración 76 Característica básicas del rodamiento SKF 628/5-2Z (Fuente 79)

## 10.CONCLUSIONES

Este proyecto ha conseguido positivamente tanto los objetivos planteados, realizamos una estructura móvil con un fácil montaje, permitido optimizar el tiempo y los recursos en la fase de construcción. La implementación de un diseño ingenioso y bien planificado ha reducido los tiempos de ensamblaje, lo que se traduce en una mayor eficiencia en el proceso y una reducción significativa de costos asociados con la mano de obra y el equipo necesario.

Por otro lado, la selección de materiales óptimos y de bajo coste ha sido clave para lograr una estructura de alta calidad sin comprometer la viabilidad económica del proyecto. El análisis minucioso de diferentes opciones de materiales y proveedores ha permitido obtener componentes de alto rendimiento a precios competitivos, optimizando así el presupuesto y permitiendo un retorno de inversión más rápido.

También se ha logrado la incorporación de los requisitos mínimos de seguridad establecidos por el Real Decreto 1215/1997 ha garantizado un alto nivel de protección tanto para los trabajadores involucrados en el montaje y operación, como para los usuarios finales de la estructura. La adhesión a las regulaciones y estándares de seguridad ha sido una prioridad en cada etapa del proceso de diseño y fabricación, lo que garantiza que en el futuro existan posibles sanciones o incidentes.

Es por ello por lo que finalmente, tras haber llegado hasta el final del proyecto, hemos podido alcanzar varias de las competencias que quedan reflejadas en el CIN 351/2009, como es el caso de:

- Conocimientos y capacidades para el cálculo, diseño y ensayo de máquinas
- Conocimientos y capacidades para aplicar las técnicas de ingeniería gráfica
- Conocimientos y capacidad para el cálculo y diseño de estructuras y construcciones industriales.
- Conocimiento aplicado de sistemas y procesos de fabricación, metrología y control de calidad.

# 11. BIBLIOGRAFIA

- [1] Polea, «Wikipedia,» [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Polea>.
- [2] T. d. Polipastos, «Granvertical,» [En línea]. Available: <http://www.granvertical.com/2015/05/23/98/>.
- [3] C. d. tensiones. [En línea]. Available:  
[http://www.mecapedia.uji.es/pages/factor\\_de\\_concentracion\\_de\\_tensiones.html](http://www.mecapedia.uji.es/pages/factor_de_concentracion_de_tensiones.html).
- [4] D. d. polipastos. [En línea]. Available:  
[http://www.espeleokandil.org/espeleologia/como\\_practicar/polipasto.htm](http://www.espeleokandil.org/espeleologia/como_practicar/polipasto.htm).
- [5] R. D. 1215/1997. [En línea]. Available: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1997-17824>.
- [6] E. d. r. laborables. [En línea]. Available:  
[https://www.educarex.es/pub/cont/com/0055/documentos/14\\_Gestion/Metodo\\_Evaluacion\\_de\\_Riesgos.pdf](https://www.educarex.es/pub/cont/com/0055/documentos/14_Gestion/Metodo_Evaluacion_de_Riesgos.pdf).
- [7] M. CE. [En línea]. Available: [https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index\\_es.htm](https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index_es.htm).
- [8] S. industrial. [En línea]. Available: <https://industria.gob.es/es-es/Servicios/calidad/Paginas/seguridad-industrial.aspx?Faq=Marcado%20CE%20de%20productos..>
- [9] F. d. s. V. SolidWorks. [En línea]. Available:  
[https://help.solidworks.com/2013/spanish/solidworks/cworks/r\\_maximum\\_von\\_mises\\_stress\\_criterion.htm](https://help.solidworks.com/2013/spanish/solidworks/cworks/r_maximum_von_mises_stress_criterion.htm).

## 12.FUENTES DE ILUSTRACIONES

1. Fuente 1 → [www.ghcranes.com](http://www.ghcranes.com)
2. Fuente 2 → [www.google.com/maps](http://www.google.com/maps)
3. Fuente 3 → [www.interempresas.net](http://www.interempresas.net)
4. Fuente 4 → [www.ferreteriaautomotriz.cl](http://www.ferreteriaautomotriz.cl)
5. Fuente 5 → [www.viambox.com](http://www.viambox.com)
6. Fuente 6 → [www.gruasyaparejos.comc](http://www.gruasyaparejos.comc)
7. Fuente 7 → Elaboración propia
8. Fuente 8 → [www.eetlconesa.neocities.org](http://www.eetlconesa.neocities.org)
9. Fuente 9 → [concurso.cnice.mec.es](http://concurso.cnice.mec.es)
10. Fuente 10 → [www.areatecnologia.com](http://www.areatecnologia.com)
11. Fuente 11 → [www.definicion.de/polipasto/](http://www.definicion.de/polipasto/)
12. Fuente 12 → Elaboración propia
13. Fuente 13 → Elaboración propia
14. Fuente 14 → [www.ejemplos.cc/](http://www.ejemplos.cc/)
15. Fuente 15 → [www.wordpress.com](http://www.wordpress.com)
16. Fuente 16 → [www.pelandintecno.blogspot.com](http://www.pelandintecno.blogspot.com)
17. Fuente 17 → [www.bruschenko-t2.blogspot.com](http://www.bruschenko-t2.blogspot.com)
18. Fuente 18 → [www.apuntesmareaverde.org.es](http://www.apuntesmareaverde.org.es)
19. Fuente 19 → Elaboración propia
20. Fuente 20 → Elaboración propia
21. Fuente 21 → Elaboración propia
22. Fuente 22 → Elaboración propia
23. Fuente 23 → Elaboración propia
24. Fuente 24 → Elaboración propia
25. Fuente 25 → Elaboración propia
26. Fuente 26 → Elaboración propia
27. Fuente 27 → Elaboración propia
28. Fuente 28 → Elaboración propia
29. Fuente 29 → Elaboración propia
30. Fuente 30 → [www.skf.com](http://www.skf.com)
31. Fuente 31 → Elaboración propia
32. Fuente 32 → Elaboración propia

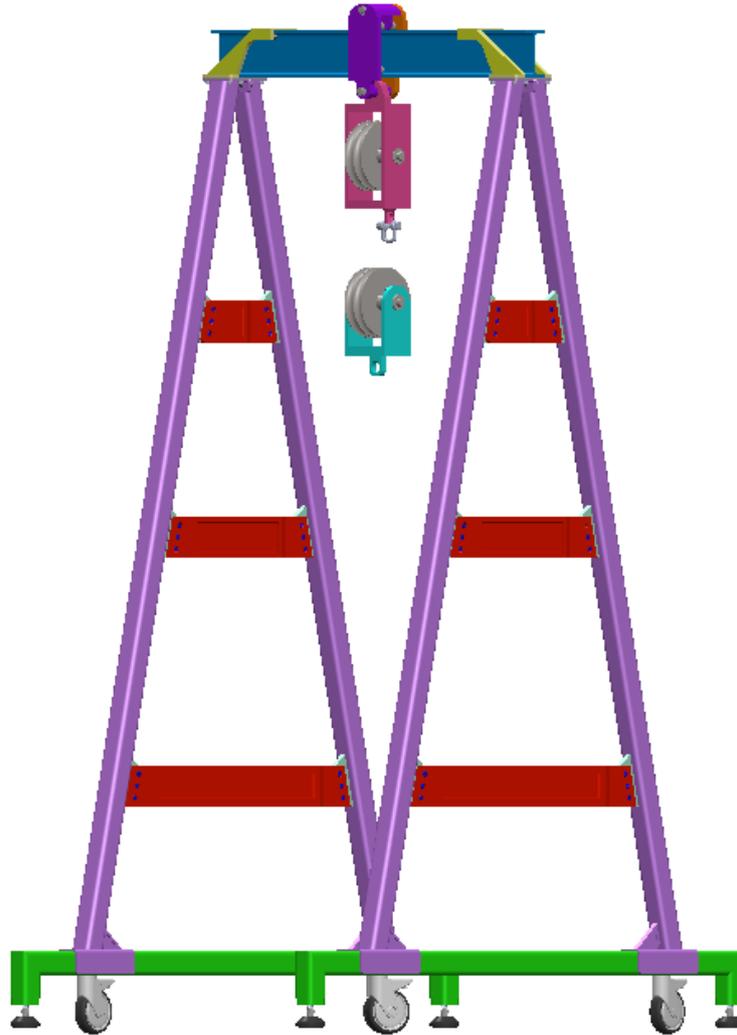
33. Fuente 33 → Elaboración propia
34. Fuente 34 → Elaboración propia
35. Fuente 35 → Elaboración propia
36. Fuente 36 → Elaboración propia
37. Fuente 37 → [www.amazon.com](http://www.amazon.com)
38. Fuente 38 → Elaboración propia
39. Fuente 39 → Elaboración propia
40. Fuente 40 → Elaboración propia
41. Fuente 41 → [www.skf.com](http://www.skf.com)
42. Fuente 42 → Elaboración propia
43. Fuente 43 → Elaboración propia
44. Fuente 44 → Elaboración propia
45. Fuente 45 → Elaboración propia
46. Fuente 46 → Elaboración propia
47. Fuente 47 → Elaboración propia
48. Fuente 48 → Elaboración propia
49. Fuente 49 → Elaboración propia
50. Fuente 50 → Elaboración propia
51. Fuente 51 → Elaboración propia
52. Fuente 52 → Elaboración propia
53. Fuente 53 → Elaboración propia
54. Fuente 54 → Elaboración propia
55. Fuente 55 → Elaboración propia
56. Fuente 56 → Elaboración propia
57. Fuente 57 → Elaboración propia
58. Fuente 58 → Elaboración propia
59. Fuente 59 → Elaboración propia
60. Fuente 60 → Elaboración propia
61. Fuente 61 → Elaboración propia
62. Fuente 62 → Elaboración propia
63. Fuente 63 → Elaboración propia
64. Fuente 64 → Elaboración propia
65. Fuente 65 → Elaboración propia
66. Fuente 66 → [www.devicesistemas.com/](http://www.devicesistemas.com/)

67. Fuente 67 → [www.wwww.insst.es](http://www.wwww.insst.es)
68. Fuente 68 → [www.wwww.insst.es](http://www.wwww.insst.es)
69. Fuente 69 → [www.shop.torvigo.es](http://www.shop.torvigo.es)
70. Fuente 70 → [www.entaban.es](http://www.entaban.es)
71. Fuente 71 → [www.entaban.es](http://www.entaban.es)
72. Fuente 72 → Elaboración propia
73. Fuente 73 → Elaboración propia
74. Fuente 74 → [www.rodalsa.net/](http://www.rodalsa.net/)
75. Fuente 75 → [www.rodalsa.net/](http://www.rodalsa.net/)
76. Fuente 76 → [www.shop.torvigo.es](http://www.shop.torvigo.es)
77. Fuente 77 → [www.shop.torvigo.es](http://www.shop.torvigo.es)
78. Fuente 78 → [www.skf.com](http://www.skf.com)
79. Fuente 79 → [www.skf.com](http://www.skf.com)
80. Fuente 80 → SolidWorks
81. Fuente 81 → [www.paisavhsa.wixsite.com](http://www.paisavhsa.wixsite.com)
82. Fuente 82 → [www.rosmil.com/](http://www.rosmil.com/)
83. Fuente 83 → Elaboración propia
84. Fuente 84 → Elaboración propia
85. Fuente 85 → Elaboración propia
86. Fuente 86 → Elaboración propia
87. Fuente 87 → Elaboración propia
88. Fuente 88 → Elaboración propia
89. Fuente 89 → Elaboración propia
90. Fuente 90 → Elaboración propia
91. Fuente 91 → Elaboración propia
92. Fuente 92 → Elaboración propia
93. Fuente 93 → Elaboración propia
94. Fuente 94 → Elaboración propia
95. Fuente 95 → Elaboración propia
96. Fuente 96 → Elaboración propia
97. Fuente 97 → Elaboración propia
98. Fuente 98 → Elaboración propia
99. Fuente 99 → Elaboración propia
100. Fuente 100 → Elaboración propia

101. Fuente 101 → Elaboración propia
102. Fuente 102 → Elaboración propia
103. Fuente 103 → Elaboración propia
104. Fuente 104 → Elaboración propia
105. Fuente 105 → Elaboración propia
106. Fuente 106 → Elaboración propia
107. Fuente 107 → Elaboración propia
108. Fuente 108 → Elaboración propia
109. Fuente 109 → Elaboración propia
110. Fuente 110 → Elaboración propia
111. Fuente 111 → Elaboración propia

## 13.REFERENCIAS

- [1] S. Vich, «El pequeño 1912 Larousse 2012 Ilustrado,» Mallorca, Larousse Editorial, S.L, 2011, p. 813.
- [2] Plutarco, «Wikipedia,» 13 Noviembre 2022. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Plutarco>. [Último acceso: 25 Marzo 2023].
- [3] Arquímedes, «Wikipedia,» 14 Marzo 2023. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Arqu%C3%ADmedes>. [Último acceso: 20 Marzo 2023].
- [4] H. d. Siracusa, «Wikipedia,» 22 Diciembre 2022. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Hier%C3%B3nimo>. [Último acceso: 22 Marzo 2023].
- [5] CE, «Wikipedia,» 18 Agosto 2022. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Mercado\\_CE](https://es.wikipedia.org/wiki/Mercado_CE). [Último acceso: 13 Junio 2023].
- [6] R. Decreto, «Conceptos Jurídicos,» Conceptos Jurídicos, [En línea]. Available: <https://www.conceptosjuridicos.com/real-decreto/>. [Último acceso: 13 Junio 2023].



<b>GRADO</b>	Ingeniería Mecánica
<b>TÍTULO</b>	Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas
<b>TUTOR</b>	Carlos Micó Reche
<b>AUTOR</b>	Jordi Hernández Barrachina
<b>FECHA</b>	Julio 2023
<b>NOMBRE</b>	ANEXO N.º 1 – SELECCIÓN DE MATERIALES Y PROCESO DE FABRICACIÓN

# SELECCIÓN DE MATERIALES

## Opciones validas

Como ya se ha comentado con anterioridad, la estructura base y demás complementos deben seguir la filosofía de fiabilidad, resistencia y económico. Es por ello por lo que la gran mayoría de las partes de la estructura presentará un mismo material y acabado, para poder abaratar en la medida de lo posible tanto los costes de materia prima, así como los de fabricación/mecanizado.

Para la construcción de la estructura base, que está conformado por el perfil cuadrado 40x40x4mm la calidad que ofrecen la gran mayoría de proveedores locales es S275, siendo una calidad más que normalizada en el sector, haciendo que el suministro de este tipo de materiales sea mucho más fácil que cualquier otro tipo de materiales, los cuales puede aumentar el precio debido a su poca rotación y exclusividad por parte de pocas empresas suministradoras.

La calidad S275 no presenta un tratado contra la oxidación, no obstante, sí que es posible que se realicen revestimientos del material una vez se finalice la estructura para poder disminuir la influencia del oxígeno frente al acero. Esta problemática no se contempla como un impedimento a la hora de desarrollar y fabricar nuestra estructura puesto que no estará expuesta a agentes oxidantes directos.

Existen varias alternativas al acero S275 que se utilizan en diferentes aplicaciones debido a sus propiedades y características específicas. Algunas de las alternativas comunes al acero S275 son el acero S355, donde tiene una mayor resistencia a la tracción y al límite elástico en comparación con el S275, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que requieren una mayor capacidad de carga o mayor resistencia. El acero S355 también puede tener una mayor tenacidad, lo que lo hace más adecuado para aplicaciones estructurales en entornos de temperatura más bajas.

Cabe destacar que el tipo de acero S355 presenta un aumento económico considerable en comparación al S275 al no estar tan comercializado, siendo necesario que lo fabriquen bajo demanda y petición, por lo que encarece considerablemente el presupuesto final de fabricación. Asimismo, tras el análisis realizado en el apartado 8 consideramos que no es necesario un material que presente mayor capacidad de carga, puesto que el preseleccionado S275 alcanza un alto grado de seguridad.

Otra variante sería los aceros de alta resistencia micro-aleados (HSLA), donde brindan una resistencia y dureza superiores en comparación con el acero S275. Estos aceros están diseñados para tener una relación favorable entre resistencia y peso, lo que los hace adecuados para aplicaciones donde se requiere una alta resistencia con un menor peso.

No obstante, a pesar de las buenas características que presenta también es un material altamentepreciado, de poca rotación y un elevado de precio con respecto al S275. Asimismo, también hemos podido comprobar que el peso global de la estructura no es muy elevado, por lo que si optamos por estos materiales, el peso de la estructura disminuirá considerablemente, provocando que la misma no tenga estabilidad, aumentando la posibilidad de vuelco de la estructura.

Además de lo anteriormente indicado, hacemos constar que el presente proyecto busca la sinergia entre el presupuesto y unos buenos acabados según nuestras necesidades, es por ello por lo que a pesar de que tanto el acero S355 y lo HSLA son mucho mejores en cuanto a prestaciones y rendimiento, la estructura no precisa de dichas características o que soporte los pesos superiores

La última opción con cierta viabilidad sería el aluminio, siendo este un metal liviano, teniendo una densidad aproximadamente un tercio menor que el acero convencional.

Además, el aluminio forma una capa de óxido natural en su superficie que lo protege de la corrosión. Esta capa de óxido se forma rápidamente cuando el aluminio está expuesto al aire y evita que se oxide aún más. Esta característica es una ventaja frente al acero S275, el cual sería necesario realizarle un tratamiento/recubrimiento anticorrosivo.

No obstante, hemos podido comprobar mediante los proveedores locales de la zona de Alicante y Valencia, que el precio del aluminio para perfiles es algo más elevado en comparación al mismo tipo de perfil, pero de acero, por lo que a pesar de ser una muy buena opción, el acero S275 es la mejor candidata para conformar la estructura de nuestro proyecto expuesto.

Es por ello por lo que el material del 80% de la estructura móvil se escogerá de calidad S275 y el resto dependerá de las piezas comerciales, así como la composición de la cuerda de la polea, la cual será de nylon o yute

## Acero con calidad S275

Una vez establecido el material final de la estructura global, procedemos a describir la características técnicas que presenta.

El acero S275 es un tipo de acero estructural de baja aleación que cumple con la directriz europea EN 10025, donde presenta las siguientes principales características:

- **Resistencia a la tracción:** El acero S275 tiene una resistencia a la tracción mínima de 275 megapascales (MPa). Esta particularidad indica la capacidad del acero para resistir fuerzas de tracción antes de deformarse o romperse.
- **Alta tenacidad:** Material conocido por su buena tenacidad, lo que significa que puede absorber energía antes de fracturarse. Esto lo hace adecuado para aplicaciones estructurales donde se requiere resistencia y seguridad.
- **Ductilidad:** Este tipo de acero es altamente dúctil, lo que significa que puede deformarse plásticamente sin romperse cuando se somete a cargas o fuerzas. Esta característica facilita su procesamiento y fabricación en diferentes formas y perfiles.
- **Soldabilidad:** Se considera fácilmente soldable mediante diversos métodos de soldadura, lo que lo hace versátil en la fabricación y construcción.
- **Resistencia a la corrosión:** Como ya hemos comentado anteriormente, el acero S275 no es inherentemente resistente a la corrosión, se le puede aplicar recubrimientos protectores para mejorar su resistencia a la corrosión y prolongar su vida útil en entornos expuestos.

Dentro de la serie de aceros estructurales EN 10025, existen diferentes grados de acero S275, como S275JR, S275J0 y S275J2, que tienen ligeras variaciones en las propiedades mecánicas. Estos grados ofrecen opciones para adaptarse a requisitos específicos de resistencia y finalidad dependiendo la necesidad del entorno.

En resumen, el acero S275 es un material estructural comúnmente utilizado en aplicaciones de construcción y fabricación debido a su resistencia, tenacidad y facilidad de procesamiento.

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2.100000031e+11	N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	0.28	N/D
Módulo cortante	7.9e+10	N/m <sup>2</sup>
Densidad de masa	7800	kg/m <sup>3</sup>
Límite de tracción	410000000	N/m <sup>2</sup>
Límite de compresión		N/m <sup>2</sup>
Límite elástico	275000000	N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de expansión térmica	1.1e-05	/K
Conductividad térmica	14	W/(m·K)
Calor específico	440	J/(kg·K)

*Ilustración 77 Características técnicas del acero con calidad S275 (Fuente 80)*

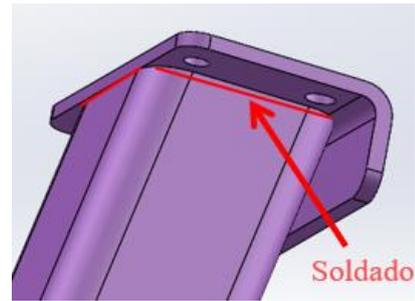
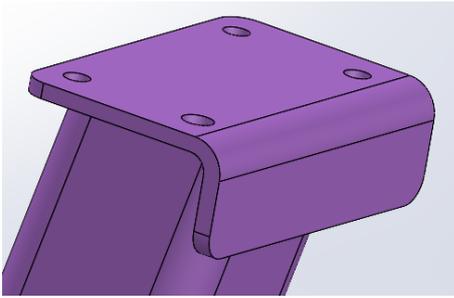
## GUÍA DE FABRICACIÓN

En este apartado procederemos a describir según el presupuesto aportado con anterioridad los procesos que serán necesarios para la fabricación de cada pieza diseñada para posteriormente proceder a su montaje.

### Pieza N°1

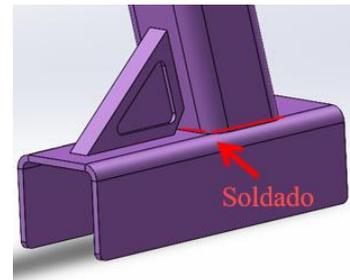
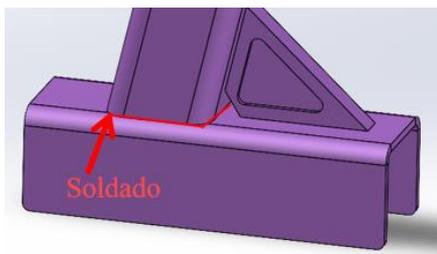
Esta pieza está conformada por un perfil tubular de 40x40x4mm y 3 pletinas de diferentes medidas, donde sería necesario lo siguiente:

1. Cortado de 4 piezas del perfil tubular 40x40x4mm según las medidas
2. Cortado de pletina superior 70x60x3mm a partir de la chapa de capada 2000x1000x3mm
3. Doblado de la pletina superior según radio de 6,5mm
4. Taladrado de la pletina superior según las medidas "Plano 1"
5. Soldado con SMAW por parte inferior de la pletina superior con el perfil tubular 40x40x4mm



*Ilustración 78 Vistas de soldado superior de pieza N°1 (Fuente 83)*

6. Cortado de pletina inferior en forma de “U” invertida 46x112x3mm a partir de la chapa de capada 2000x1000x3mm
7. Doblado de la pletina inferior en forma de “U” invertida según radio de 6,5mm
8. Soldado por parte superior de la pletina inferior en forma de “U” invertida con el perfil tubular 40x40x4mm “Aprovechar el hueco con la cuña”



*Ilustración 79 Vistas de soldado inferior de pieza N°1 (Fuente 84)*

9. Cortado de cuña perfil según indicaciones de “Plano 1”
10. Perfilado interior con fresadora de la cuña según indicaciones de “Plano 1” como máximo 2 mm de profundidad
11. Soldar la cuña al perfil 40x40x4mm y la pletina inferior en forma de “U” invertida a lo largo de toda la superficie de contacto de ambas partes

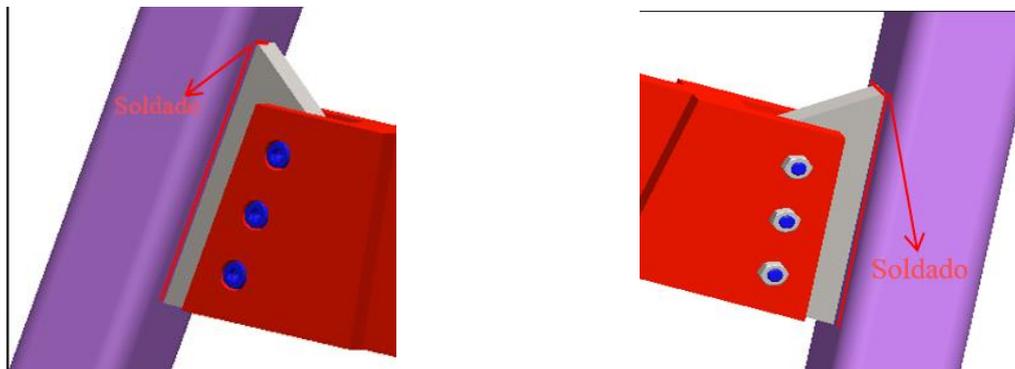


*Ilustración 80 Vistas de soldado de cuñas de pieza N°1 (Fuente 85)*

## Pieza N°2

Esta pieza está conformada por una pletina de 10mm de espesor, donde sería necesario lo siguiente:

1. Cortar 12 piezas de 95x45x10mm a partir de la pletina 100x15mm
2. Realizar una reducción de espesor hasta los 10mm con la fresadora
3. Cortar las 12 piezas según medidas del “Plano 2”
4. Taladrar los 3 agujeros pasantes según medidas del “Plano 2”
5. Soldar a la altura determinada toda la superficie de contacto con el perfil tubular 40x40x4mm (Pieza 1) según “Plano montaje 1”

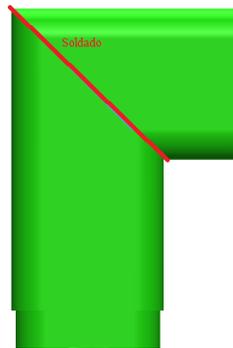


*Ilustración 81 Vistas de soldado pieza N°2 (Fuente 86)*

### Pieza N°3

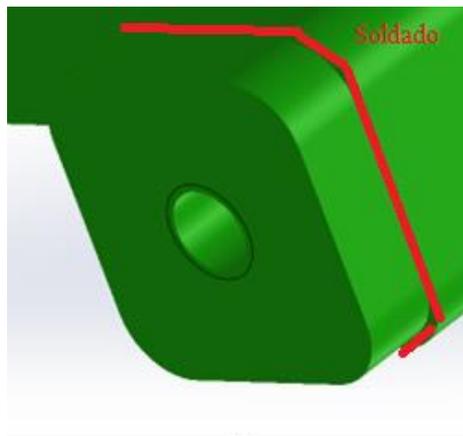
Esta pieza está conformada por un perfil tubular de 40x40x4mm y 2 pletinas cuadradas según medidas, donde sería necesario lo siguiente:

1. Cortar 2 piezas de perfil tubular de 40x40x4mm de 1040mm de largo y otras 4 de 80mm de largo
2. Realizar 2 cortes a 45° en los extremos de las 2 piezas de 1040mm
3. Realizar 4 cortes a 45° en los extremos de las 4 piezas de 80mm
4. Soldar 2 patas de 80mm con el perfil más largo para conformar un ángulo de 90°



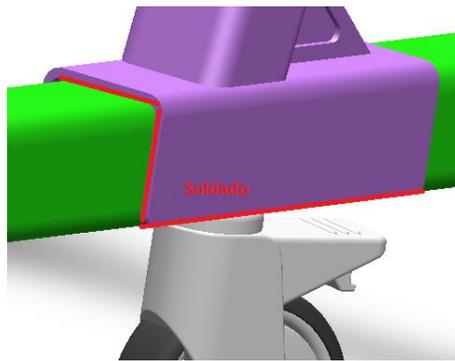
*Ilustración 82 Vista de soldado de pieza N°3 para conforma la pata (Fuente 87)*

5. Cortar 4 piezas de 38x38x10 a partir de pletina calibrada de 80x10mm
6. Realizar redondeos según “Plano 3”
7. Realizar taladro roscado según M12 para añadir posteriormente las patas niveladoras
8. Soldar cada una de las 4 piezas a los extremos de los perfiles



*Ilustración 83 Vista detalla de soldado de pieza N°3 (Fuente 88)*

9. Una vez terminadas, soldar las patas a la “Pieza N°1” por toda su superficie de contacto según “Plano de Montaje 1” tal y como se muestra



*Ilustración 84 Vista de soldado de pieza N°3 con pieza N°1 (Fuente 89)*

### **Pieza N°4**

Esta pieza está conformada por una chapa de 3mm de espesor, donde sería necesario lo siguiente:

1. Cortar 2 piezas de 70x89x3mm a partir de la chapa de capada de 2000x1000x3mm
2. Taladrar según medidas de “Plano 3”
3. Realizar redondeos de 5mm en las 4 esquinas para no acumular tensiones
4. Colocar la pieza a lo ancho en la parte alta del perfil tubular 40x40x4mm



*Ilustración 85 Vista de montaje de pieza N°4 en la parte superior de la estructura (Fuente 90)*

### **Pieza N°5**

Esta pieza está conformada por una viga IPE de 80mm de altura, donde sería necesario lo siguiente:

1. Cortar una pieza de 750mm de longitud
2. Realizar taladros según medidas de “Plano N°5”
3. Colocar la viga en la parte alta del perfil 40x40x4 tal y como se muestra a continuación

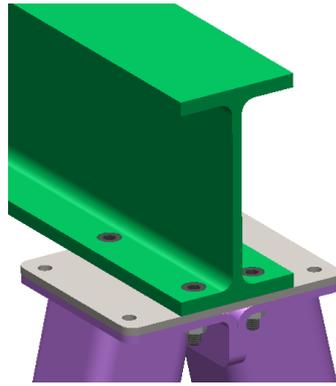


Ilustración 86 Vista de montaje de pieza N°5 en la parte superior de la estructura (Fuente 91)

4. Instalar 4 tornillos DIN 912 M5x16 con sus respectiva arandela DIN125 y tuerca M5

### Pieza N°6

Esta pieza está conformada por varias pletinas de 10mm de espesor, donde sería necesario lo siguiente:

1. Cortar 2 piezas de 63x48mm, 73,5x153mm y 21x70mm a partir de la pletina calibrada de 80x10mm
2. Rebajar con la fresadora espesor de las piezas de 63x48mm de 10mm a 5mm
3. Rebajar con la fresadora espesor de las piezas de 73,5x153mm de 10mm a 8,5mm
4. Rebajar con la fresadora espesor de las piezas de 21x70mm de 10mm a 6,5mm
5. Realizar corte de pieza de 73,5x153mm según diseño y medidas de "Plano 6"
6. Soldar todas las piezas hasta conformar el soporte superior de viga IPE80, tal y como se muestra en la siguiente imagen
7. Realizar taladros según "Plano 6"
8. Colocar dicho soporte con tornillos Allen DIN 912 M5x14 con sus respectiva arandela DIN125 y tuerca M5 en la parte baja que se sujeta con el perfil de 40x40x4 y tornillos Allen DIN 912 M5x16 en la parte que se una con la viga IPE80

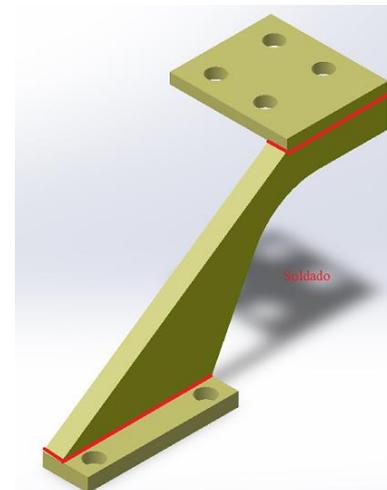
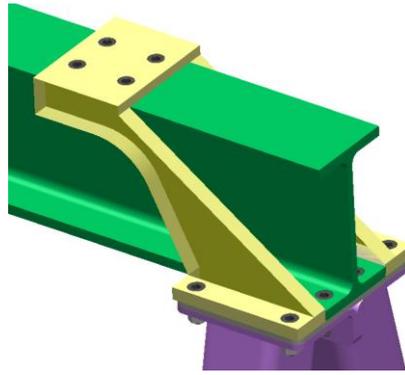


Ilustración 87 Vista de soldado de pieza N°6 (Fuente 92)

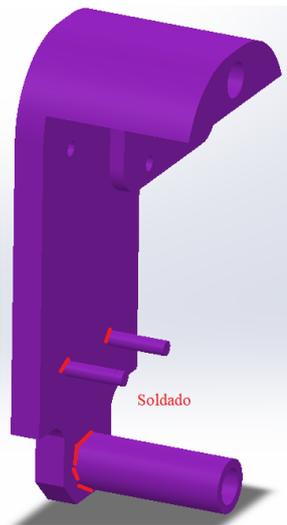


*Ilustración 88 Vista de montaje de pieza N°6 en la parte superior de la estructura (Fuente 93)*

### **Pieza N°7**

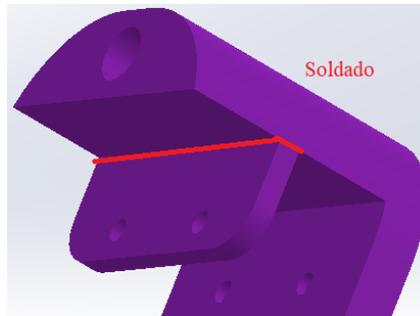
Esta pieza está conformada a partir del perfil cuadrado 70x70, donde sería necesario lo siguiente:

1. Realizar cortes con la fresadora según “Plano 7” para conseguir la forma adecuada.
2. Taladrar la pieza según indicaciones de “Plano 7”
3. A partir del redondo calibrado de 25 Ø mm se realiza un tubo perforado de 50mm de largo
4. Sondar dicho tubo en la posición indicada según “Plano 7”
5. A partir del redondo calibrado de 5 Ø mm se realiza unas 4 piezas de 20mm
6. Soldar 2 en la posición indicada según “Plano 7”



*Ilustración 89 Vista de soldado de pieza N°7 (Fuente 94)*

7. Mediante la chapa de capada de 2000x1000x3mm se realiza un corte de una pieza de 67x24mm
8. Taladrar y redondear en la posición indicada según “Plano 7”
9. Soldar dicha pletina en la posición indicada según “Plano 7”

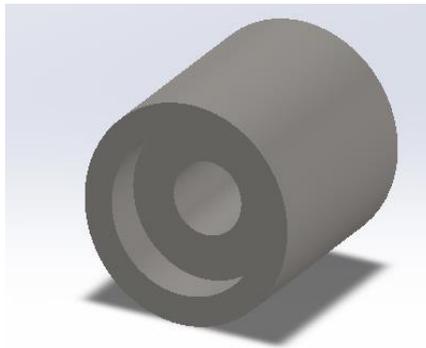


*Ilustración 90 Vista detalle de soldado de pieza N°7 (Fuente 95)*

### **Piezas N°8 y N°8.2**

Esta pieza está conformada a partir del redondo calibrado de 15 Ø mm , donde sería necesario lo siguiente:

1. A partir del redondo calibrado de 15 Ø mm cortar 8 piezas de 17mm de largo
2. Realizar taladros y acabados a 4 piezas según indicaciones de “Plano 8”
3. Realizar taladros y acabados a 4 piezas según indicaciones de “Plano 8.2”



*Ilustración 91 Vista de pieza N°8 (Fuente 96)*

## Pieza N°9.2

Esta pieza está conformada a partir de la pletina de 80x10mm, donde sería necesario lo siguiente:

1. Realizar corte de una pieza de 80x162mm
2. Con la fresadora, dar forma según indicaciones de “Plano 9.2”
3. Realizar taladros en posiciones indicadas en “Plano 9.2”
4. Soldar 2 varillas previamente cortadas y mecanizadas en el apartado 12.7 en las posición indicada en el “Plano 9.2”

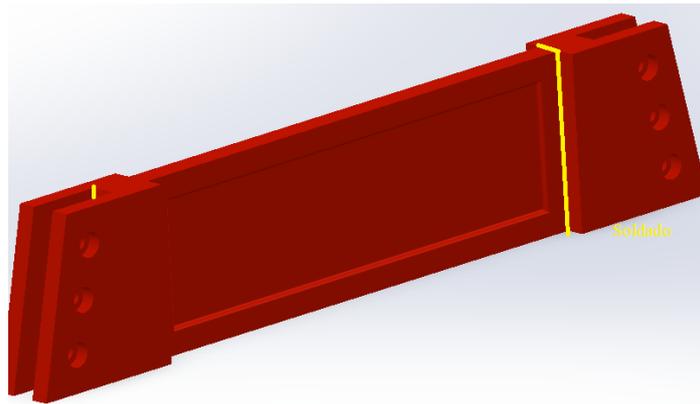


*Ilustración 92 Vista de soldado de pieza N°9.2  
(Fuente 97)*

## Pieza N°10

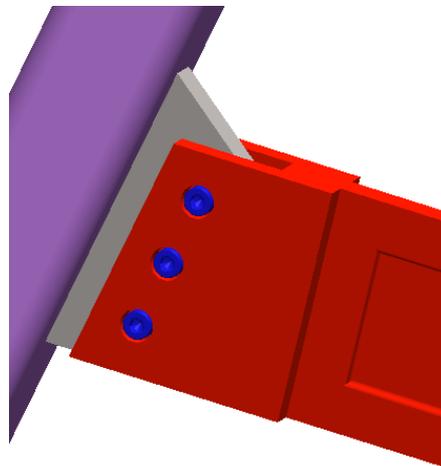
Esta pieza está conformada por varias pletinas de 10mm de espesor, donde sería necesario lo siguiente:

1. Realizar 24 cortes de 64x71mm a partir de la pletina de 80x10mm
2. Con la fresadora dar forma según indicaciones de “Plano 10”
3. Taladrar las 24 piezas según indicaciones de “Plano 10”
4. Realizar 2 cortes de 117x71mm, 2 cortes de 282x71mm y 2 cortes de 469x71mm a partir de la pletina de 80x10mm.
5. Mecanizar con la fresadora para dar forma según indicaciones de “Plano 10”
6. Soldar 2 piezas de 64x71 mecanizadas y taladradas a los extremos de cada una de las pletinas largas de 117x71mm, 282x71mm y 469x71mm para conformar las piezas finales según indicaciones de “Plano 10”



*Ilustración 93 Vista de soldado de pieza N°10 (Fuente 98)*

7. Atornillar con tornillos Allen M5x25 y sus respectivas tuercas M5 a las Pieza N°2 según tamaño e indicaciones de montaje de “Plano Montaje 1”



*Ilustración 94 Vista de montaje de pieza N°10 con pieza N°2 (Fuente 99)*

## **Pieza N°12**

Esta pieza está conformada un redondo calibrado de 130 Ø mm, donde sería necesario lo siguiente:

1. Cortar 2 piezas de 40mm cada una a partir del redondo calibrado de 130 Ø mm
2. Rebajar el diámetro de 130mm a 120mm con el torno
3. Realizar los taladros, alojamiento de circlip DIN 472 y canalón para la cuerda según indicaciones del “Plano 12”

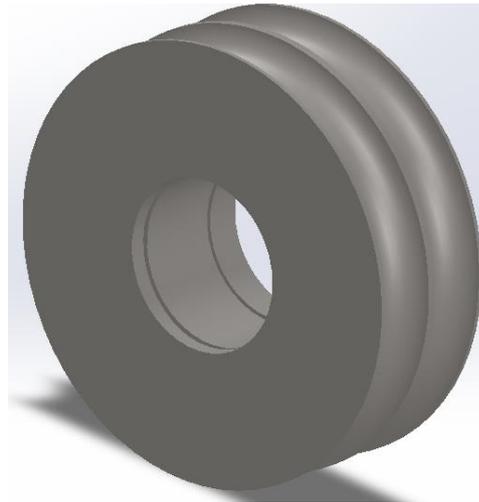


Ilustración 95 Vista de pieza N°12 (Fuente 100)

### Pieza N°13

Esta pieza está conformada por varias pletinas de 10-15mm de espesor y redondo calibrado de 25 Ø mm , donde sería necesario lo siguiente:

1. A partir de la pletina de 80x10mm realizar 2 cortes de 60x180mm y a partir de la pletina de 100x15mm realizar 2 cortes de 96x60mm y 1 corte de 38x50mm
2. Realizar cortes a 60° en los extremos de las piezas para facilitar el encaje y el soldado
3. Taladrar las 2 piezas de 60x180 según indicaciones de “Plano 13”
4. A partir de la pieza de 38x50 dar forma con la y soldar según indicaciones de “Plano 13”
5. A partir del redondo calibrado de 25 Ømm cortar una pieza de 25mm de largo



Ilustración 96 Vista de soldado de pieza N°13 (Fuente 101)

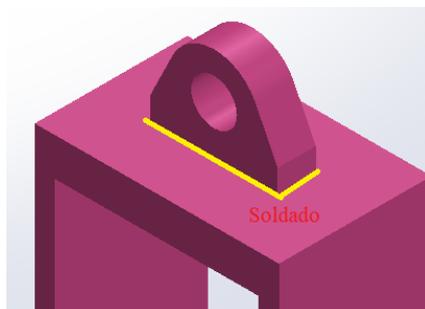
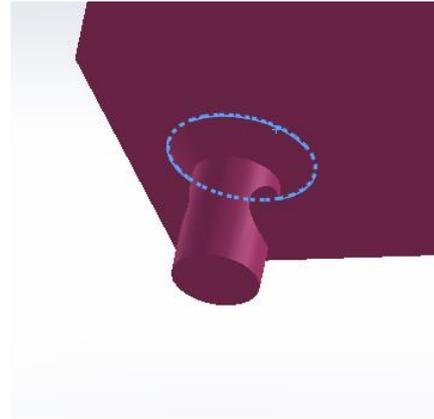


Ilustración 97 Vista detalle de soldado de pieza N°13 parte superior (Fuente 102)

6. Dar forma con el torno según indicaciones de “Plano 13”
7. Soldar a la parte baja de la carcasa polea fija según indicaciones de “Plano 13”

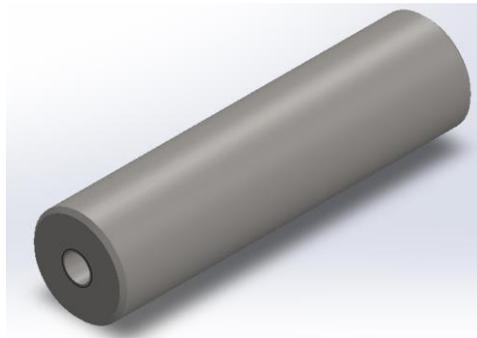


*Ilustración 98 Vista detalle de soldado de pieza N°13 parte inferior (Fuente 103)*

### **Pieza N°14**

Esta pieza está conformada por redondo calibrado de 25 Ø mm , donde sería necesario lo siguiente:

1. Cortar 2 piezas a partir del redondo calibrado de 25 Ø mm de 94mm de largo
2. Tornear y taladrar según indicaciones establecidas en el “Plano N°14”



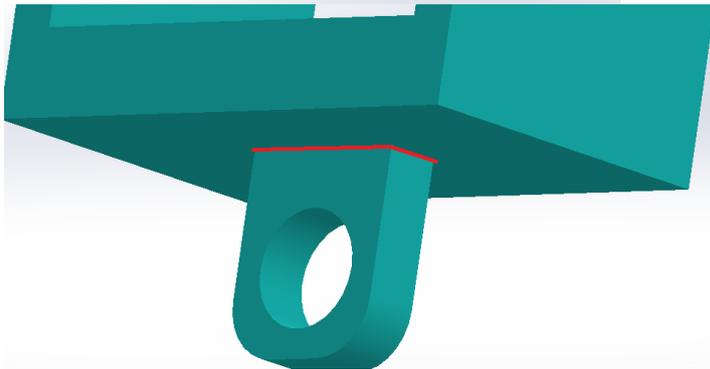
*Ilustración 99 Vista de pieza N°14 (Fuente 104)*

### **Pieza N°15**

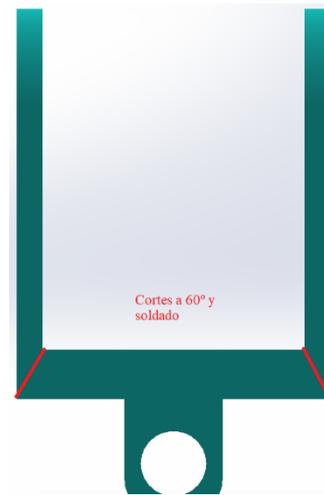
Esta pieza está conformada por varias pletinas de 10-15mm de espesor, donde sería necesario lo siguiente:

1. A partir de pletina de 80x10 realizar 2 cortes de 120x60mm y a partir de la pletina de 100x15mm realizar un corte de 96x60mm
2. Realizar cortes a 60° en los extremos de las piezas para facilitar el encaje y el soldado
3. A partir de la pletina de 80x10mm realizar un corte de 30x35
4. Realizar acabados y taladrado según indicaciones de “Plano 15”

5. Soldar a la parte baixa de la carcasa de polea mòvil segùn indicacions de “Plano 15”



Il·lustració 100 Vista detallada de soldadura de peça N°15 (Fuente 105)

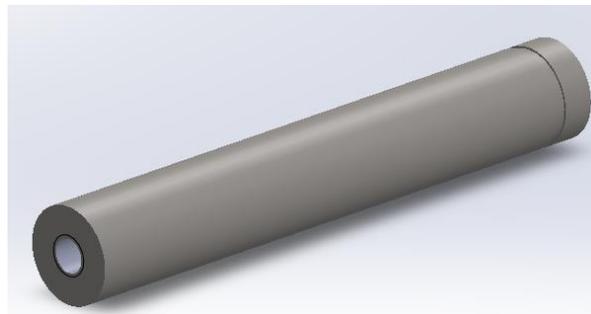


Il·lustració 101 Vista de soldadura de peça N°15 (Fuente 106)

### Pieza N°19

Esta pieza está conformada por redondo calibrado de 12 Ø mm, donde sería necesario lo siguiente:

1. Cortar 1 pieza a partir del redondo calibrado de 12 Ø mm de 75mm de largo
2. Tornear y taladrar segùn indicaciones establecidas en el “Plano N°19”



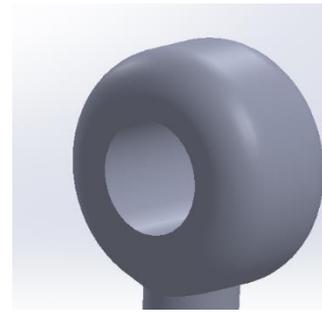
Il·lustració 102 Vista de peça N°19 (Fuente 107)

### Pieza N°70

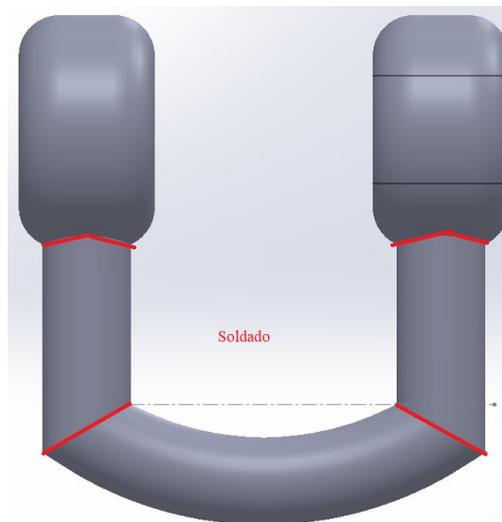
Esta pieza está conformada por redondo calibrado de 12 Ø mm, donde sería necesario lo siguiente:

1. Cortar 2 piezas a partir del redondo calibrado de 12 Ø mm de 10mm de ancho

2. Tornear hasta rebajar el diámetro hasta 8,5mm y taladrar según indicaciones establecidas en el “Plano N°70”
3. Cortar 2 piezas a partir del redondo calibrado de 12 Ø mm de 15,5mm de largo y otra de 33mm
4. Realizar cortes a 30° en uno de los extremos de las piezas de 15,5mm de largo y en los 2 extremos de la de 33mm de largo
5. Doblar la varilla de 33mm de largo hasta conseguir que coincida con las otras 2 carillas
6. Soldar las varillas por toda la superficie de contacto con los pequeño bulones de 10mm de ancho



*Ilustración 103 Vista detalle de mosquetón pieza N°70 parte superior (Fuente 108)*

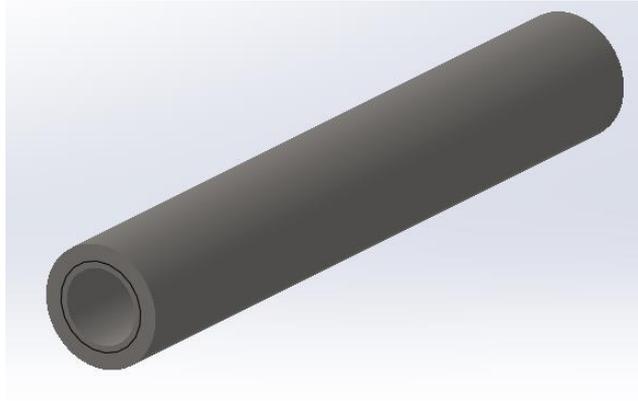


*Ilustración 104 Vista de soldado de mosquetón pieza N°70 (Fuente 109)*

## **Pieza eje 12**

Esta pieza está conformada por redondo calibrado de 12 Ø mm, donde sería necesario lo siguiente:

1. Cortar 1 pieza a partir del redondo calibrado de 12 Ø mm de 68mm de largo
2. Tornear y taladrar según indicaciones establecidas en el “Plano EJE 12”

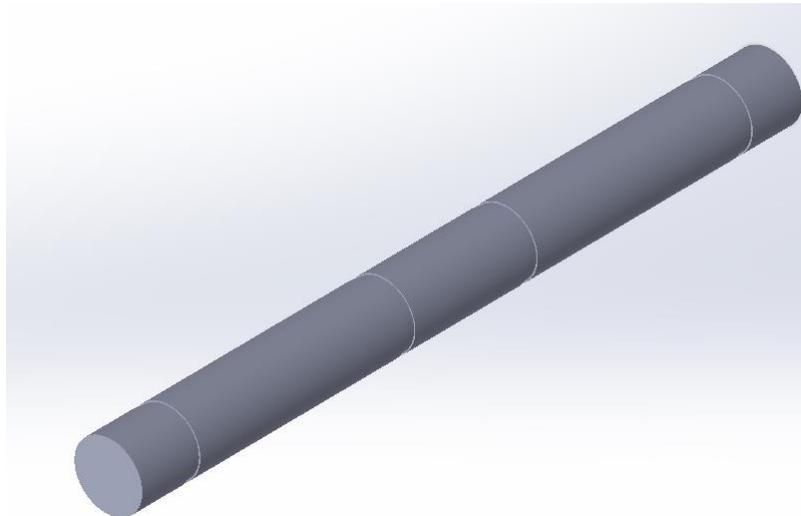


*Ilustración 105 Vista de pieza eje 12 (Fuente 110)*

### **Pieza N°21**

Esta pieza está conformada por redondo calibrado de 5 Ø mm, donde sería necesario lo siguiente:

1. Cortar 1 pieza a partir del redondo calibrado de 5 Ø mm de 75mm de largo
2. Tornear según indicaciones establecidas en el “Plano N°21”



*Ilustración 106 Vista de pieza N°21 (Fuente 111)*

## Soldadura

En el ámbito de la soldadura convencional, hay diversas técnicas y herramientas empleadas para llevar a cabo el trabajo en distintos entornos. En particular, existen tres tipos principales recomendables para trabajar con aceros:

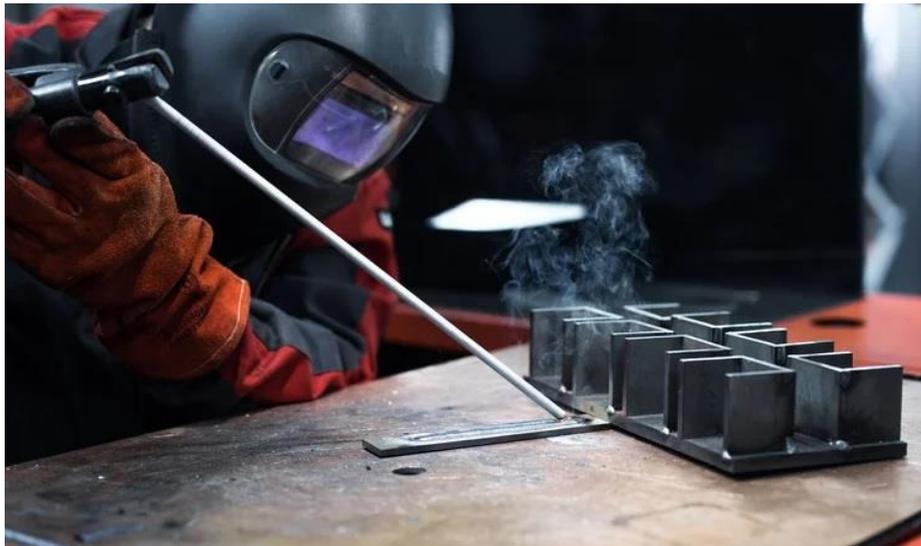
1. **Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW):** Es una técnica común de soldadura que utiliza un electrodo revestido que se funde para formar la soldadura. Es versátil y se puede utilizar en una amplia gama de espesores.
2. **Soldadura por arco sumergido (SAW):** Esta técnica utiliza un electrodo continuo y un polvo de fundente para proteger la soldadura. Es adecuada para soldar espesores más grandes y se utiliza comúnmente en aplicaciones de fabricación y construcción.
3. **Soldadura MIG/MAG (GMAW):** Esta técnica de soldadura utiliza un gas de protección y un alambre de aporte continuo para realizar la soldadura. Es eficiente y adecuada para una amplia variedad de aplicaciones en acero.
4. **Soldadura TIG (GTAW):** Esta técnica utiliza un electrodo de tungsteno y un gas de protección para generar la soldadura. Es adecuada para soldaduras de alta calidad y precisión, pero puede ser más lenta y requerir mayor habilidad del soldador.

Una vez presentadas todas las técnicas de soldado, hemos de recordar que el presente proyecto busca el equilibrio entre lo económico y fiabilidad, por lo que en este apartado es recomendable descartar las técnicas más costosas o que requieran de mayor experiencia por parte del soldador, puesto que implica un mayor coste al final de la fabricación. Asimismo, también hay que tener en cuenta que dependiendo de la técnica de soldado, se necesita un equipo u otro para realizar la operación, es por ello por lo que también incrementará el presupuesto al contabilizar con un equipo de soldado diferente.

Finalmente, consideramos que la mejor opción de soldado es la **soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW)**, puesto que no requiere de un equipo excesivamente costoso, además de que la técnica de soldado la conocen casi todos los soldadores, por lo que habrá mucha más oferta que demanda, lo cual implica que el costo de la fabricación disminuirá considerablemente en comparación a las demás técnicas expuestas anteriormente.

## Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW)

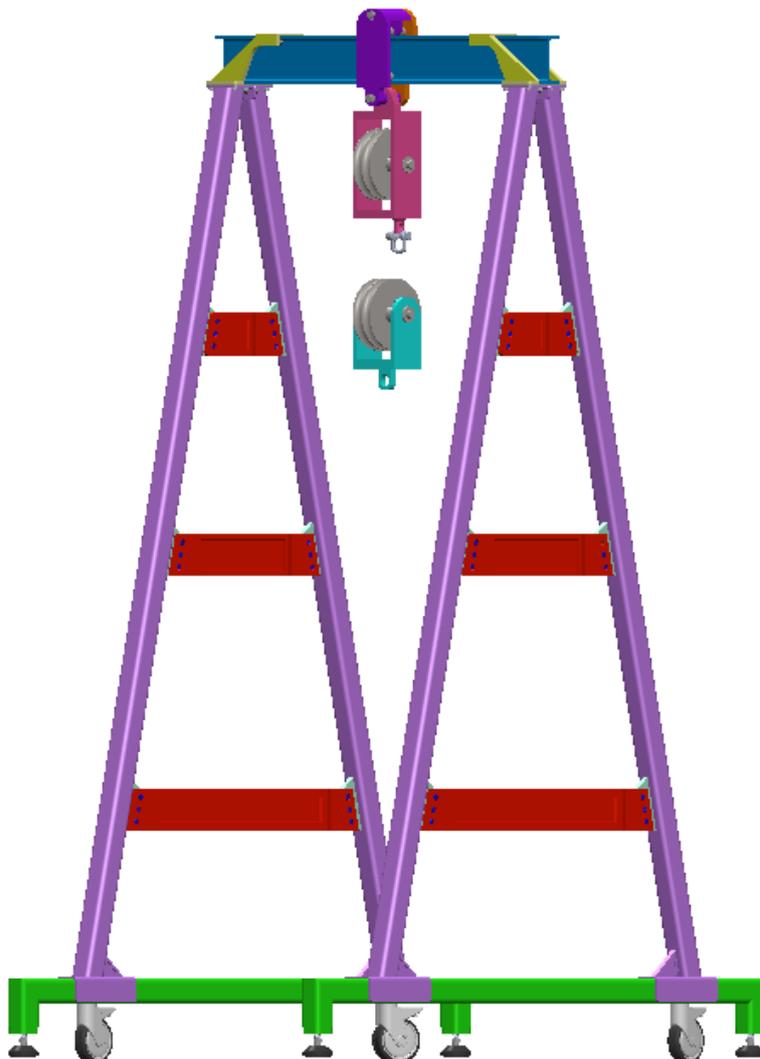
La soldadura SMAW (Shielded Metal Arc Welding), también conocida como soldadura con electrodo revestido, es un proceso de soldadura por arco eléctrico ampliamente utilizado. Es un método en el que se utiliza un electrodo revestido que se consume durante el proceso de soldadura para proporcionar el metal de relleno entre una pieza y otra.



*Ilustración 107 Ejemplo de soldadura por arco revestido (Fuente 112)*

En la soldadura SMAW, se crea un arco eléctrico entre el electrodo revestido y la pieza de trabajo. El calor generado por el arco funde el electrodo y la pieza de trabajo, formando un baño de metal líquido. A medida que el electrodo se consume, su revestimiento se descompone, creando un gas que protege el cordón de soldadura de la contaminación atmosférica y una escoria que flota en la superficie de la soldadura para protegerla y permitir que se enfríe lentamente.

Para llevar a cabo la soldadura SMAW, se requiere un equipo básico, que incluye una fuente de alimentación (máquina de soldar), cables de soldadura, pinza de masa, porta-electrodos y electrodos revestidos. La máquina de soldar suministra la corriente necesaria para generar el arco y controlar la soldadura.



<b>GRADO</b>	Ingeniería Mecánica
<b>TÍTULO</b>	Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas
<b>TUTOR</b>	Carlos Micó Reche
<b>AUTOR</b>	Jordi Hernández Barrachina
<b>FECHA</b>	Julio 2023
<b>NOMBRE</b>	ANEXO N.º 2 – ESTUDIO ECONÓMICO/PRESUPUESTO

# ESTUDIO ECONÓMICO/PRESUPUESTO

Dado que este proyecto es de carácter público y no pertenece a ninguna empresa, se dará prioridad a los proveedores habituales de la zona de Alicante y Valencia. Asimismo, podemos asegurar un apoyo al pequeño proveedor.

Un apartado importante de este proyecto es realizar un estudio económico exhaustivo que garantice su viabilidad financiera. A fin de conseguir una comprensión adecuada del proyecto, se detallarán minuciosamente cada apartado relevante.

En esta sección, se prestará especial atención a los siguientes costos: los costos de trabajo de ingeniería de diseño, los costos de la materia prima, los costos de mecanizado, los costos de montaje, los costos de transporte y los costos adicionales que puedan surgir.

Todos estos elementos serán cuidadosamente evaluados y presentados para una completa comprensión del estudio económico.

## Trabajos de ingeniería

A pesar de que estos trabajos no estén facturados por un posible comprador de la estructura móvil, consideramos que es necesario realizar un pequeño recopilatorio de todo los trabajos que han llevado a la fabricación del presente proyecto, a efectos completamente orientativos y estimativos.

Descripción	Horas	Coste Unitario (€/h)	Precio total(€)
Investigación	7	25,00 €	175,00 €
Cálculos	8	25,00 €	200,00 €
Diseño 3D SolidWorks	19	25,00 €	475,00 €
Planos	11	25,00 €	275,00 €
<b>Total</b>			<b>1.125,00 €</b>

*Tabla 14 Costo de los trabajos de ingeniería*

TOTAL TRABAJOS DE INGENIERIA .....1.125,00 €

### Piezas comerciales

En esta sección se proporcionará un desglose de todas las piezas adquiridas a proveedores externos. Se dará especial consideración a aquellos proveedores que se encuentran relativamente cerca de la ciudad de Alcoy

Descripción	Unidades	Precio Unitario(€/Med)	Precio total (€)
Tornillo Allen M5X014 DIN 912	8	0,05 €	0,40 €
Tornillo Allen M5X016 DIN 912	17	0,06 €	1,02 €
Tornillo Allen M5X025 DIN 912	36	0,05 €	1,80 €
Tuerca Hexagonal M5 DIN 912	61	0,06 €	3,66 €
Tornillo cabeza hexagonal M8x030 DIN 933	6	0,10 €	0,60 €
Tornillo cabeza hexagonal M6x045 DIN 933	1	0,06 €	0,06 €
Tuerca Hexagonal M6 DIN 933	1	0,07 €	0,07 €
Tuerca Hexagonal M8 DIN 933	6	0,12 €	0,72 €
Circlip de seguridad para eje de 12Ø	1	2,24 €	2,24 €
Circlip de seguridad para eje de 5Ø	16	0,65 €	10,40 €
Circlip de seguridad para eje interior de 47Ø	2	0,98 €	1,96 €
Arandela DIN 125	24	0,01 €	0,24 €
Arandela Grower M8 DIN 127	4	0,01 €	0,04 €
Pata Niveladora M12	4	4,67 €	18,68 €
Cojinete SKF 628/5-2Z	16	13,92 €	222,72 €
Cojinete SKF 6005-2RSH	4	8,48 €	33,92 €
Ruedas giro 75mm 360º M12	4	9,45 €	37,80 €
Cuerda de Yute 10Ø 2,50m	2,5	1,30 €	3,25 €
<b>TOTAL</b>			<b>339,58 €</b>

Tabla 15 Costo de piezas comerciales

**TOTAL, PIEZAS COMERCIALES.....339,58 €**

## Piezas diseñadas

Esta sección se enfoca en las piezas diseñadas utilizando software 3D mediante el programa SolidWorks. Aquí se proporcionará un desglose del costo de la materia prima, seguido por el costo de mecanizado y fabricación requerido.

## Materia Prima

El proceso de adquisición de la materia prima generalmente implica la compra de piezas predefinidas suministradas por el proveedor. Por ejemplo, se puede considerar un tubo cuadrado de 40x40x4 con una longitud de 6000mm. En esta situación, supondremos que las partes sobrantes son aprovechadas en las fabricaciones futuras. Para el análisis económico, solo se tomarán en cuenta las dimensiones precisas de las piezas.

Descripción	Unidades	Medición	Precio Unitario(€/Med)	Precio total med (€)	Precio completo(€)
Tubo cuadrado 40x40x4 S275JR	8,274	m	8,2	67,85 €	49,20 €
Redondo calibrado 130 Ømm F-114	0,08	m	22,63	1,81 €	135,78 €
Redondo calibrado 15 Ømm F-114	0,47	m	4,24	1,99 €	25,44 €
Redondo calibrado 25Ømm F-114	0,188	m	9,68	1,82 €	58,08 €
Redondo calibrado 12Ømm F-114	0,143	m	2,33	0,33 €	13,98 €
Redondo calibrado 5Ømm F-114	0,2	m	0,605	0,12 €	3,63 €
Pletina calibrada de 80x10mm S275	3,688	m	10,7	39,46 €	64,20 €
Pletina calibrada de 100x15mm S275	0,805	m	19,97	16,08 €	119,82 €
Cuadrado calibrado 70x70mm S275	0,163	m	23,45	3,82 €	140,70 €
Chapa decapada caliente 2000x1000x3mm S235	0,064	m2	94,38	6,04 €	94,38 €
Viga IPE80 S275JR	0,75	m	10,09	7,57 €	60,54 €
			<b>TOTAL</b>	<b>146,89 €</b>	765,75 €

Tabla 16 Costo de la materia prima piezas diseñadas

TOTAL, MATERIA PRIMA.....146,89€

## Mano de obra

En este subpartado se tendrán en cuenta todas las operaciones necesarias para la fabricación de todas las piezas diseñadas mediante el programa “SolidWorks”.

Las operaciones necesarias para la fabricación del proyecto serían las siguientes:

- Cortado → 20€/h
- Taladrado → 33€/h
- Doblado → 25€/h
- Soldado → 30€/h
- Mecanizado → 45€/h
- Acabado final → 11€/h

Todos los precios anteriormente mencionados, se han ponderado según precios medios de mercado actual, así como de los comercios locales de la zona Alcoy-Cocentaina-Muro de Alcoy, considerando los trabajos necesarios para la fabricación de todas las piezas anteriormente expuestas.

### Viga IPE80 “Pieza 5”

Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Precio (€)	Total (€)
Cortado	0,35	20	7	7
Taladrado	0,5	33	16,5	16,5
Acabado final	0,2	11	2,2	2,2
			TOTAL =	25,70 €

Tabla 17 Mano de obra Viga IPE80

TOTAL, MANO DE OBRA VIGA IPE80.....25,70€

### Estructura base perfil 40x40x4 “Pieza 1 y 3”

Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Precio (€)	Total (€)
Cortado	0,3	20	6	6
Soldado	0,25	30	7,5	7,5
Acabado final	0,2	11	2,2	2,2
Taladrado	0,35	33	11,55	11,55
			TOTAL =	27,25 €

Tabla 18 Mano de obra estructura base perfil 40x40x4

TOTAL, MANO DE OBRA ESTRUCTURA BASE PERFIL 40X40X4.....27,25 €

TOTAL, M.O x CANTIDAD = 27,25 € x 4 = 109,00 €

TOTAL, MANO DE OBRA ESTRUCTURA BASE PERFIL 40X40X4.....109,00 €

### Soportes viga IPE 80 “Pieza 6”

Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Precio (€)	Total (€)
Acabado final	0,4	11	4,4	4,4
Cortado	0,4	20	8	8
Taladrado	0,2	33	6,6	6,6
Soldado	0,3	30	9	9
			TOTAL =	28,00 €

Tabla 19 Mano de obra soportes viga IPE80

TOTAL, MANO DE OBRA SOPORTES VIGA IPE 80.....28,00 €

TOTAL, M.O x CANTIDAD = 28,00 € x 2 = 56,00 €

TOTAL, MANO DE OBRA SOPORTES VIGA IPE 80.....56,00 €

### Soportes laterales de estructura “Pieza 10”

Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Precio (€)	Total (€)
Soldado	0,5	30	15	15
Taladrado	0,3	33	9,9	9,9
Acabado final	0,6	11	6,6	6,6
Cortado	0,4	20	8	8
			TOTAL =	39,50 €

Tabla 20 Mano de obra de los soportes laterales de estructura

TOTAL, MANO DE OBRA SOPORTES LATERALES DE ESTRUCTURA ..... 39,50 €

TOTAL, M.O x CANTIDAD = 39,50 € x 6 = 237,00 €

TOTAL, MANO DE OBRA SOPORTES LATERALES DE ESTRUCTURA .....237,00 €

### Cuñas laterales de estructura “Pieza 2”

Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Precio (€)	Total (€)
Soldado	0,2	30	6	6
Taladrado	0,3	33	9,9	9,9
Acabado final	0,1	11	1,1	1,1
Cortado	0,2	20	4	4

TOTAL = 21,00 €

Tabla 21 Mano de obra cuñas laterales de estructura

TOTAL, MANO DE OBRA 4 CUÑAS LATERALES DE ESTRUCTURA .....21,00 €

TOTAL, M.O x CANTIDAD =21,00 € x 12 = 252,00 €

TOTAL, MANO DE OBRA CUÑAS LATERALES DE ESTRUCTURA .....252,00 €

### Pletina intermedia “Pieza 4”

Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Precio (€)	Total (€)
Taladrado	0,2	33	6,6	6,6
Acabado final	0,1	11	1,1	1,1
Cortado	0,3	20	6	6

TOTAL = 13,70 €

Tabla 22 Mano de obra pletina intermedia

TOTAL, MANO DE OBRA PLETINA INTERMEDIA .....13,70 €

TOTAL, M.O x CANTIDAD =13,70 € x 2 = 27,40 €

TOTAL, MANO DE OBRA PLETINA INTERMEDIA .....27,40 €

### Rodillo carrete “Pieza 8.1 y 8.2”

Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Precio (€)	Total (€)
Mecanizado	0,15	45	6,75	6,75
Acabado final	0,2	11	2,2	2,2
Cortado	0,15	20	3	3
Taladrado	0,1	33	3,3	3,3

TOTAL = 15,25 €

Tabla 23 Mano de obra rodillo carrete

TOTAL, MANO DE OBRA RODILLO CARRETE .....15,25 €

TOTAL, M.O x CANTIDAD =18,25 € x 8 = 122,00 €

TOTAL, MANO DE OBRA RODILLO CARRETE .....122,00 €

### Polea “Pieza 12”

Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Precio (€)	Total (€)
Mecanizado	0,4	45	18	18
Acabado final	0,2	11	2,2	2,2
Cortado	0,15	20	3	3
Taladrado	0,2	33	6,6	6,6

TOTAL = 29,80 €

*Tabla 24 Mano de obra de polea*

TOTAL, MANO DE OBRA POLEA .....29,80 €

TOTAL, M.O x CANTIDAD =29,80 € x 2 = 59,60 €

TOTAL, MANO DE OBRA POLEA .....59,60 €

### Eje polea “Pieza 14”

Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Precio (€)	Total (€)
Mecanizado	0,2	45	9	9
Acabado final	0,1	11	1,1	1,1
Cortado	0,25	20	5	5
Taladrado	0,3	33	9,9	9,9

TOTAL = 25,00 €

*Tabla 25 Mano de obra eje polea*

TOTAL, MANO DE OBRA EJE POLEA .....25,00 €

TOTAL, M.O x CANTIDAD =25,00€ x 2 = 50,00 €

TOTAL, MANO DE OBRA EJE POLEA .....50,00 €

### Cuerpo carrete “Pieza 7”

Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Precio (€)	Total (€)
Mecanizado	0,3	45	13,5	13,5
Acabado final	0,4	11	4,4	4,4
Cortado	0,5	20	10	10
Taladrado	0,5	33	16,5	16,5
Soldado	0,4	30	12	12
TOTAL =				56,40 €

Tabla 26 Mano de obra cuerpo carrete

TOTAL, MANO DE OBRA CUERPO CARRETE .....56,40 €

### Tapa carrete “Pieza 9.2”

Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Precio (€)	Total (€)
Mecanizado	0,4	45	18	18
Acabado final	0,2	11	2,2	2,2
Cortado	0,5	20	10	10
Taladrado	0,3	33	9,9	9,9
Soldado	0,1	30	3	3
TOTAL =				43,10 €

Tabla 27 Mano de obra tapa carrete

TOTAL, MANO DE OBRA TAPA CARRETE .....43,10 €

### Eje inferior carrete “Pieza eje 12”

Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Precio (€)	Total (€)
Mecanizado	0,15	45	6,75	6,75
Acabado final	0,1	11	1,1	1,1
Cortado	0,2	20	4	4
Taladrado	0,2	33	6,6	6,6
TOTAL =				18,45 €

Tabla 28 Mano de obra eje inferior carrete

TOTAL, MANO DE OBRA EJE INFERIOR CARRETE .....18,45 €

### Eje superior carrete “Pieza 19”

Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Precio (€)	Total (€)
Mecanizado	0,2	45	9	9
Acabado final	0,1	11	1,1	1,1
Cortado	0,2	20	4	4
Taladrado	0,2	33	6,6	6,6

TOTAL = 20,70 €

Tabla 29 Mano de obra eje superior carrete

TOTAL, MANO DE OBRA EJE SUPERIOR CARRETE .....20,70 €

### Estructura poleas fijas “Pieza 13”

Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Precio (€)	Total (€)
Mecanizado	0,4	45	18	18
Acabado final	0,3	11	3,3	3,3
Cortado	0,5	20	10	10
Taladrado	0,3	33	9,9	9,9
Soldado	0,4	30	12	12

TOTAL = 53,20 €

Tabla 30 Mano de obra estructura poleas fija

TOTAL, MANO DE OBRA ESTRUCTURA POLEAS FIJAS .....53,20 €

### Estructura poleas móviles “Pieza 15”

Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Precio (€)	Total (€)
Mecanizado	0,2	45	9	9
Acabado final	0,3	11	3,3	3,3
Cortado	0,4	20	8	8
Taladrado	0,3	33	9,9	9,9
Soldado	0,3	30	9	9

TOTAL = 39,20 €

Tabla 31 Mano de obra estructuras poleas móviles

TOTAL, MANO DE OBRA ESTRUCTURA POLEAS MÓVILES .....39,20 €

### Mosquetón polea fija “Pieza 70”

Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Precio (€)	Total (€)
Mecanizado	0,3	45	13,5	13,5
Acabado final	0,3	11	3,3	3,3
Cortado	0,4	20	8	8
Taladrado	0,3	33	9,9	9,9
Soldado	0,2	30	6	6
Doblado	0,3	25	7,5	7,5
			<b>TOTAL =</b>	<b>48,20 €</b>

Tabla 32 Mano de obra mosquetón polea fija

TOTAL, MANO DE OBRA MOSQUETÓN POLEA FIJA .....48,20 €

TOTAL MANO DE OBRA .....1.247,75 €

### Montaje y puesta a punto

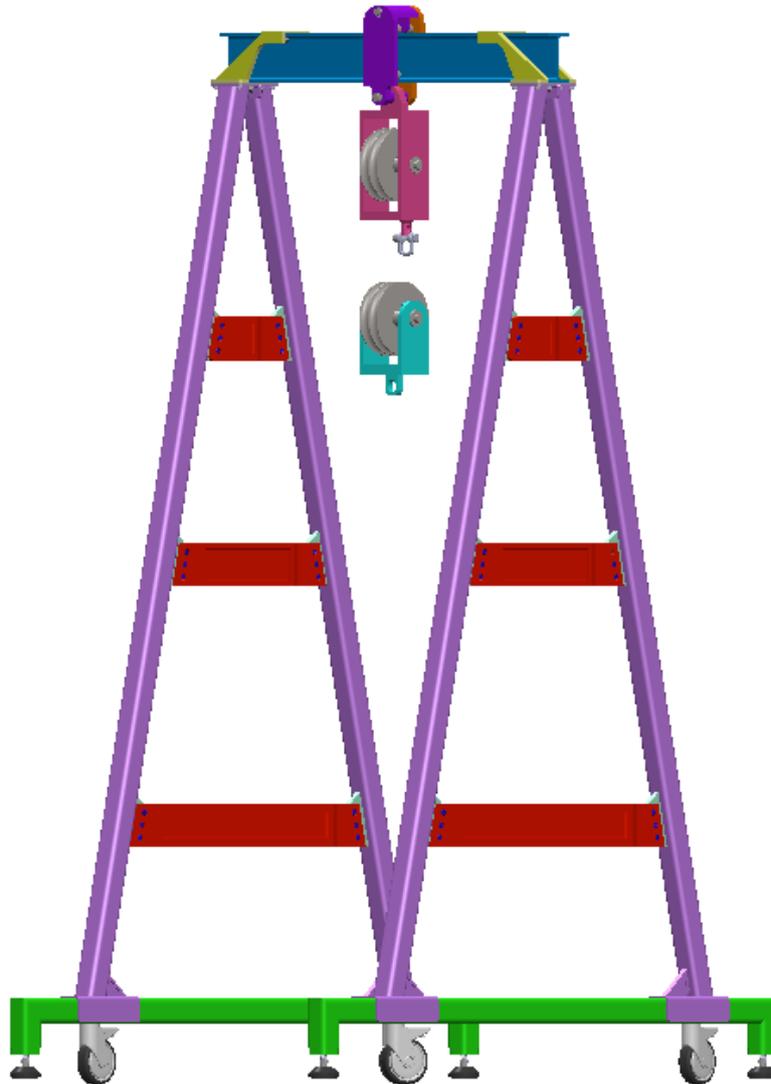
Descripción	Unidades (h)	Coste Unitario (€/h)	Total (€)
Montaje	3	35,00 €	105,00 €
Acabado final	1	15,00 €	15,00 €
Puesta a punto	1,5	25,00 €	37,50 €
<b>Total</b>			<b>157,50 €</b>

Tabla 33 Costo de montaje y puesta a punto

TOTAL, MONTAJE Y PUESTA A PUNTO .....157,50 €

## Resumen del presupuesto

▪ TOTAL, TRABAJOS DE INGENIERIA .....	1.125,00 €
▪ TOTAL, PIEZAS COMERCIALES.....	339,58 €
▪ TOTAL, PIEZAS DISEÑADAS.....	1.394,64€
❖ TOTAL, MATERIA PRIMA.....	146,89 €
❖ TOTAL, MANO DE OBRA.....	1.247,75 €
▪ TOTAL, MONTAJE Y PUESTA A PUNTO .....	157,50 €
▪ <u>TOTAL, DE EJECUCIÓN</u> .....	3.016,72 €
▪ 13% GASTOS GENERALES.....	392,17 €
▪ 6% BENEFICIO INDUSTRIAL.....	181,00 €
▪ <u>TOTAL, DE EJECUCION CON GASTOS Y BENEFICIOS</u> .....	3.589,89 €
▪ 21% I.V.A.....	753,87 €
▪ <u>TOTAL PRESUPUESTO C/IVA</u> .....	4.343,76 €



<b>GRADO</b>	Ingeniería Mecánica
<b>TÍTULO</b>	Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas
<b>TUTOR</b>	Carlos Micó Reche
<b>AUTOR</b>	Jordi Hernández Barrachina
<b>FECHA</b>	Julio 2023
<b>NOMBRE</b>	PLIEGO DE CONDICIONES

## OBJETO DEL PLIEGO

El objeto de este pliego es el de establecer las condiciones técnicas y legales para la obtención marcado CE, así como crear una guía de par de apriete de todos los tornillos que envuelven a la estructura.

## Normativa aplicable

Hacemos constar que la normativa relacionada con una estructura móvil está regulada por las leyes de seguridad laboral y de prevención de riesgos laborales de España. En este caso, se aplican las disposiciones establecidas en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, siendo esto sujeto al Real Decreto 1215/1997 [6] sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

## Descripción manipuladores de la máquina

- **Responsable de dirección de la empresa.**

Autoriza la dotación de recursos necesaria para la elaboración y puesta en marcha de los sistemas de seguridad y medidas preventivas.

- **Jefe de taller de la empresa.**

Pone los medios necesarios para conocer e identificar los riesgos potenciales existentes y adopta las acciones necesarias y adecuadas para su prevención y/o corrección.

- **Operario de cada máquina.**

Coopera con la dirección y el jefe taller para que éstos puedan garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos en su puesto de trabajo mediante la realización de propuestas de mejora.

## Inspección y análisis máquina

Inspección y análisis de los equipos mencionados mediante el estudio de su construcción y funcionamiento con el fin de determinar los siguientes puntos:

- Identificación de las fuentes de peligro.
- Evaluación de riesgos.
- Estudio de las medidas de seguridad a adoptar. Grado de cumplimiento de las exigencias establecidas en la normativa aplicable: R.D. 1215/1997.
- Recomendaciones de las medidas a adoptar en los riesgos remanentes y en aquellos puntos de peligro con medidas de seguridad insuficientes.

## Evaluación de los riesgos

La evaluación de riesgos comprende su identificación, su valoración con establecimiento de prioridades y la propuesta de las medidas preventivas que corresponda en cada caso.

El proceso de valoración seguido ha consistido en la estimación del riesgo mediante la combinación de los dos factores siguientes:

PROBABILIDAD	
Muy alta	1 vez por semana
Alta	1 vez al mes
Media	1 vez cada 6 meses
Baja	1 vez al año
Muy baja	1 vez cada 10 años

a) Probabilidad de que se produzca una lesión o daño para la salud. Esta probabilidad está relacionada con la frecuencia de acceso, o con el tiempo de permanencia de las personas en zonas peligrosas, denominada exposición al peligro.

Severidad	
Muy alta	Muerte o incapacidad permanente.
Alta	Discapacidad continua grave o incapacidad transitoria mayor que un mes.
Media	Lesiones que requieren intervención médica. Incapacidad transitoria menor que un mes
Baja	Más de un día.
Muy baja	Menos de 1 día o sin baja.

b) Severidad máxima previsible de esta lesión o daño para la salud. En una situación peligrosa particular, la gravedad de una lesión o daño para la salud puede variar en función de numerosos factores que sólo se pueden prever parcialmente. Cuando se procede a la evaluación del riesgo, se debe tener en cuenta la más grave lesión o daño para la salud susceptible de resultar de cada peligro identificado, incluso aunque la probabilidad de tal lesión o daño para la salud no sea elevada.

En función de la probabilidad y de la severidad previsible, los diferentes riesgos se valoran de acuerdo con las combinaciones siguientes:

S E V E R I D A D	VALORACIÓN RIESGO		PROBABILIDAD			
	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta	
Muy Baja	Trivial	Trivial	Tolerable	Tolerable	Moderado	
Baja	Trivial	Tolerable	Moderado	Moderado	Importante	
Media	Tolerable	Moderado	Importante	Importante	Grave e inminente	
Alta	Tolerable	Moderado	Importante	Grave e inminente	Grave e inminente	
Muy Alta	Moderado	Importante	Grave e inminente	Grave e inminente	Grave e inminente	

Ilustración 108 Variación de riesgo en función de la probabilidad y la severidad (Fuente 67)

Respecto de la planificación de la actividad preventiva, en función de la valoración del riesgo, se asigna la prioridad de ejecución de la medida preventiva correspondiente. De esta forma se utilizan las correspondencias siguientes:

V. Riesgo	Prioridad
Grave e inminente	Inmediato plazo
Importante	Corto plazo
Moderado	Medio plazo
Tolerable	Largo Plazo
Trivial	No intervención

*Ilustración 109 Variación de la prioridad  
 en función de la valoración de riesgo  
 (Fuente 68)*

## Lista de verificación.

El diseño de la lista de verificación responde a la formulación de una serie de cuestiones que facilitan la obtención de información de la maquinaria. Estas cuestiones corresponden con cada uno de los apartados del ANEXO I del Real Decreto 1215/1997 en el que se establecen las “DISPOSICIONES MÍNIMAS APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO”.

### 1. Riesgo: Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.

Probabilidad: Baja      Severidad: Media      Nivel del riesgo: Moderado

Causa: Movimiento elementos de transmisión, puesta en marcha intempestiva, rotación de poleas y ruedas.

Medidas preventivas: Se debe instalar un resguardo a la zona de las poleas para no tener acceso fácilmente al movimiento rotatorio de las mismas.

## **2.Riesgo: Golpes y cortes por objetos o herramientas.**

Probabilidad: Media    Severidad: Muy Baja    Nivel del riesgo: Tolerable

Causa: Desprendimiento de la cuerda que discurre por las poleas

Medidas preventivas:

Se debe instalar resguardo para afianzar la cuerda a un lateral del perfil

## **3.Riesgo: Proyección de fragmentos o partículas.**

Probabilidad: Muy Baja    Severidad: Muy Baja    Nivel del riesgo: Trivial

Causa: Ninguna

Medidas preventivas: La estructura carece de elementos que formen fragmentos, partículas o virutas.

## **4.Riesgo: Contactos térmicos.**

Probabilidad: Muy Baja    Severidad: Muy Baja    Nivel del riesgo: Trivial

Causa: Piezas a transportar calientes

Medidas preventivas: Utilización de guantes de trabajo con riesgo mecánicos que cumplan con la normativa EN88

## **2.Riesgo: Contacto eléctrico.**

Probabilidad: Muy Baja    Severidad: Muy Baja    Nivel del riesgo: Trivial

Causa: Contacto con partes activas o conexiones

Medidas preventivas: La estructura carece de parte eléctrica

### 3.Riesgo: Exposición a ruidos.

Probabilidad: Muy Baja

Severidad: Muy Baja

Nivel del riesgo: Trivial

Causa: Elementos móviles, superficies rozando y rotación de elementos

Medidas preventivas: Lubricación de las partes móviles para evitar forzamientos y altos coeficientes de fricción que generan ruidos.

<b>EQUIPO DE TRABAJO: Estructura móvil</b>		<b>FECHA:</b> 14/06/2023		
<b>R.D. 1215/97 – PRESCRIPCIONES DE CUMPLIMIENTO</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>N/A</b>
<b>1. Órganos de accionamiento</b>				
1.1. Visibles e identificables		X		
1.2. Identificados con señalización adecuada			X	
1.3. Situado fuera de zonas peligrosas		X		
1.4. No acarrea riesgos por manipulación involuntaria		X		
1.5. Desde el puesto de mando se ve la ausencia de personas en zonas peligrosas		X		
1.6. Alerta acústica o visual en puesta marcha - paro				X
<b>2. Puesta en marcha</b>				
2.1. Accionamiento voluntario		X		
2.2. Protección de la puesta en marcha por parada imprevista				X
<b>3. Parada de emergencia</b>				
3.1. Parada normal en cada puesto de trabajo			X	
3.2. La orden de parada tiene prioridad sobre las de puesta en marcha			X	
3.3. Una vez parado el equipo, se interrumpe el suministro de energía a los órganos de accionamiento				X
3.4. Dispone de parada de emergencia			X	

<b>4. Dispositivos de protección</b>			
4.1. Existiendo riesgo de caída de objetos o de proyecciones, ¿dispone de dispositivos de protección adecuados?		X	
4.2. Sujeción de elementos con riesgo de caída (sistema anticaída)		X	
4.3. Sujeción de piezas a trabajar (mordaza)			X
4.4. Apantallamiento contra proyecciones		X	
<b>5. Dispositivos de captación o extracción</b>			
5.1. Existiendo riesgo de emanación de gases, polvo, etc. ¿dispone de dispositivos de captación o extracción cerca de la fuente emisora?			X

<b>6. Equipos de trabajo sobre los que se sitúan trabajadores</b>			
6.1. Disponen de medios adecuados para garantizar que el acceso y permanencia en los mismos no suponga un riesgo	X		
6.2. Si hay riesgo de caída de más de 2 metros, ¿dispone de barandillas rígidas de 90cm de altura u otro sistema equivalente?		X	
<b>7. Riesgos de estallido o rotura de elementos de un equipo de trabajo</b>			
7.1. Dispone de medios de protección adecuados		X	
<b>8. Riesgos de accidente por contacto mecánico con elementos móviles</b>			
8.1. Están equipados con resguardos		X	
8.2. Los resguardos impiden el acceso a zonas peligrosas		X	
8.3. Los resguardos detienen las maniobras peligrosas ante el acceso a dichas zonas		X	
8.4. Los resguardos son de fabricación sólida y resistente		X	
8.5. Los resguardos, ¿no ocasionan riesgos suplementarios?		X	
8.6. Es imposible anular o poner fuera de funcionamiento fácilmente los resguardos		X	
8.7. Los resguardos están situados a suficiente distancia de las zonas peligrosas		X	

8.8 Limitan los resguardos lo mínimo imprescindible la observación del ciclo de trabajo		X	
8.9 Permiten los resguardos intervenciones indispensables de cambio de herramientas y mantenimiento		X	
<b>9. Iluminación</b>			
9.1. Dispone de un sistema de iluminación adecuada para el trabajo a realizar		X	

<b>10. Partes del equipo de trabajo con temperaturas elevadas o muy bajas</b>			
10.1. Estas partes se encuentran protegidas contra riesgos de contacto con los trabajadores			X
<b>11. Dispositivos de alarma</b>			
11.1. Dichos dispositivos son perceptibles y comprensibles sin ambigüedades			X
<b>12. Dispositivos de separación de fuentes de energía</b>			
12.1. Disponen de dispositivos claramente identificables para separarlos de sus fuentes de energía			X
<b>13. Señalización</b>			
13.1. El equipo de trabajo dispone de las advertencias y señalizaciones que garanticen la seguridad de los trabajadores			X
<b>14. Equipo de trabajo a utilizar en condiciones climatológicas agresivas</b>			
14.1. Se encuentra acondicionado para el trabajo en dichos ambientes (cabinas, etc.)			X
<b>15. Riesgos de explosión</b>			
15.1. El equipo de trabajo es adecuado para prevenir los riesgos de explosión provocados tanto por él mismo como por las sustancias almacenadas, producidas o utilizadas			X
<b>16. Riesgos eléctricos</b>			
16.1. Inaccesibilidad a partes activas			X
16.2 Protecciones eléctricas (diferencial/magnetotérmico)			X
16.3. Toma de tierra de máquina, cuadro y puerta			X

16.4. Identificación de conductores			X
16.5. Aislamiento de conductores			X
16.6. Ajuste a Normativa específica			X
<b>17. Ruidos, vibraciones y radiaciones</b>			
17.1. Dispone de medios para limitar la generación y propagación del ruido, vibraciones y radiaciones			X
<b>18. Líquidos corrosivos o a alta temperatura</b>			
18.1. Los equipos de trabajo que operan con estas sustancias, ¿disponen de protecciones adecuadas para evitar el contacto accidental con los mismos?			X

Tabla 13 Estudio de la estructura móvil para el mercado CE

## GUÍA DE APRIETES

El par de apriete de un tornillo es la fuerza aplicada para ajustar el tornillo en una unión roscada con la cantidad de torsión adecuada. Se expresa en unidades de fuerza por unidad de longitud, como Nm (Newton metro)

El par de apriete es esencial para garantizar una conexión segura y adecuada entre las piezas unidas por el tornillo. Si el par de apriete es insuficiente, la unión puede aflojarse, lo que puede provocar fallas o pérdida de funcionalidad. Por otro lado, si el par de apriete es demasiado alto, se corre el riesgo de dañar las roscas o las piezas que se están uniendo.

El valor del par de apriete necesario para un tornillo específico depende de varios factores, como el tamaño y el tipo de rosca, el material de las piezas a unir y las recomendaciones del fabricante. En muchos casos, los fabricantes proporcionan tablas o especificaciones que indican el rango de par de apriete recomendado para sus tornillos.

Es importante seguir las indicaciones del fabricante y utilizar herramientas de apriete, como llaves dinamométricas, para aplicar el par de apriete adecuado de manera precisa y

controlada. Esto garantiza una conexión segura y confiable, evitando tanto el subapriete como el sobreapriete del tornillo.

Es por ello por lo que los tornillos se ordenan según su calidad, la cual viene especificada normalmente con la norma EN ISO 898-1, estableciendo las siguientes categorías: 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8, 10.9 y 12.9.

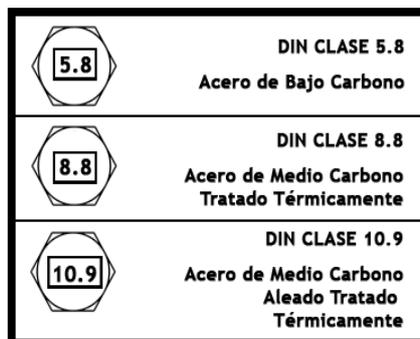


Ilustración 110 Tipos de calidades de tornillos y pernos según norma EN ISO 898-1 (Fuente 81)

De igual manera, la calidad estándar comercial de la gran mayoría de los proveedores de tornillería se establece con la calidad DIN 8.8, teniendo una composición de acero con medio carbono.

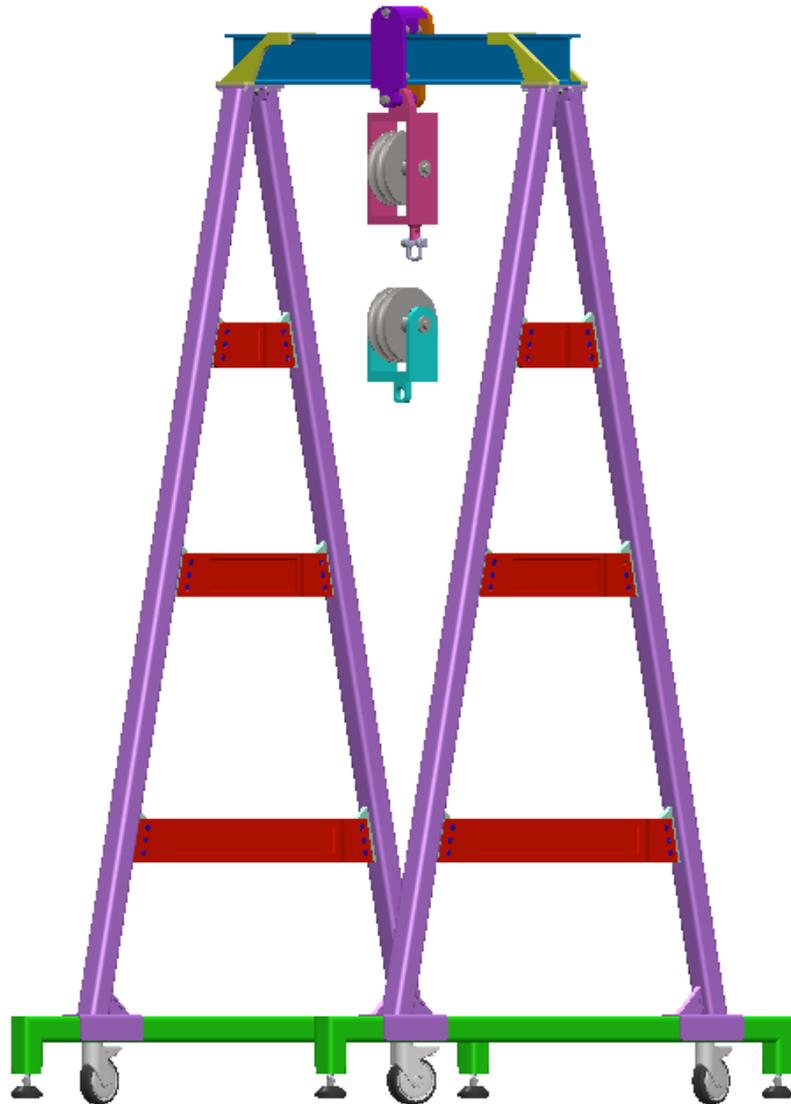
Dimensiones		Sección de tensión	Fuerza de pretensión (cifras de precarga) $F_v(N) = 0,7 \times R_{p0,2} \times A_s$					Par de apriete $M_A$ (Nm)				
Diámetro	P	$A_s/mm^2$	4.6	5.6	8.8	10.9	12.9	4.6	5.6	8.8	10.9	12.9
M 4	0,7	8,78	1.280	1.710	3.900	5.700	6.700	1,02	1,37	3,0	4,4	5,1
M 5	0,8	14,2	2.100	2.790	6.400	9.300	10.900	2,0	2,7	5,9	8,7	10
M 6	1,0	20,1	2.960	3.940	9.000	13.200	15.400	3,5	4,6	10	15	18
M 8	1,25	36,6	5.420	7.230	16.500	24.200	28.500	8,4	11	25	36	43
M 10	1,5	58,0	8.640	11.500	26.000	38.500	45.000	17	22	49	72	84
M 12	1,75	84,3	12.600	16.800	38.500	56.000	66.000	29	39	85	125	145
M 14	2,0	115	17.300	23.100	53.000	77.000	90.000	46	62	135	200	235
M 16	2,0	157	23.800	31.700	72.000	106.000	124.000	71	95	210	310	365
M 18	2,5	193	28.900	38.600	91.000	129.000	151.000	97	130	300	430	500
M 20	2,5	245	37.200	49.600	117.000	166.000	194.000	138	184	425	610	710
M 22	2,5	303	46.500	62.000	146.000	208.000	243.000	186	250	580	830	970
M 24	3,0	353	53.600	71.400	168.000	239.000	280.000	235	315	730	1.050	1.220
M 27	3,0	459	70.600	94.100	221.000	315.000	370.000	350	470	1.100	1.550	1.800
M 30	3,5	561	85.700	114.500	270.000	385.000	450.000	475	635	1.450	2.100	2.450
M 33	3,5	694	107.000	142.500	335.000	480.000	560.000	645	865	2.000	2.800	3.400
M 36	4,0	817	125.500	167.500	395.000	560.000	660.000	1.080	1.440	2.600	3.700	4.300
M 39	4,0	976	151.000	201.000	475.000	670.000	790.000	1.330	1.780	3.400	4.800	5.600

Ilustración 111 Tabla de par de apriete según métrica y calidad del tornillo o perno (Fuente 82)

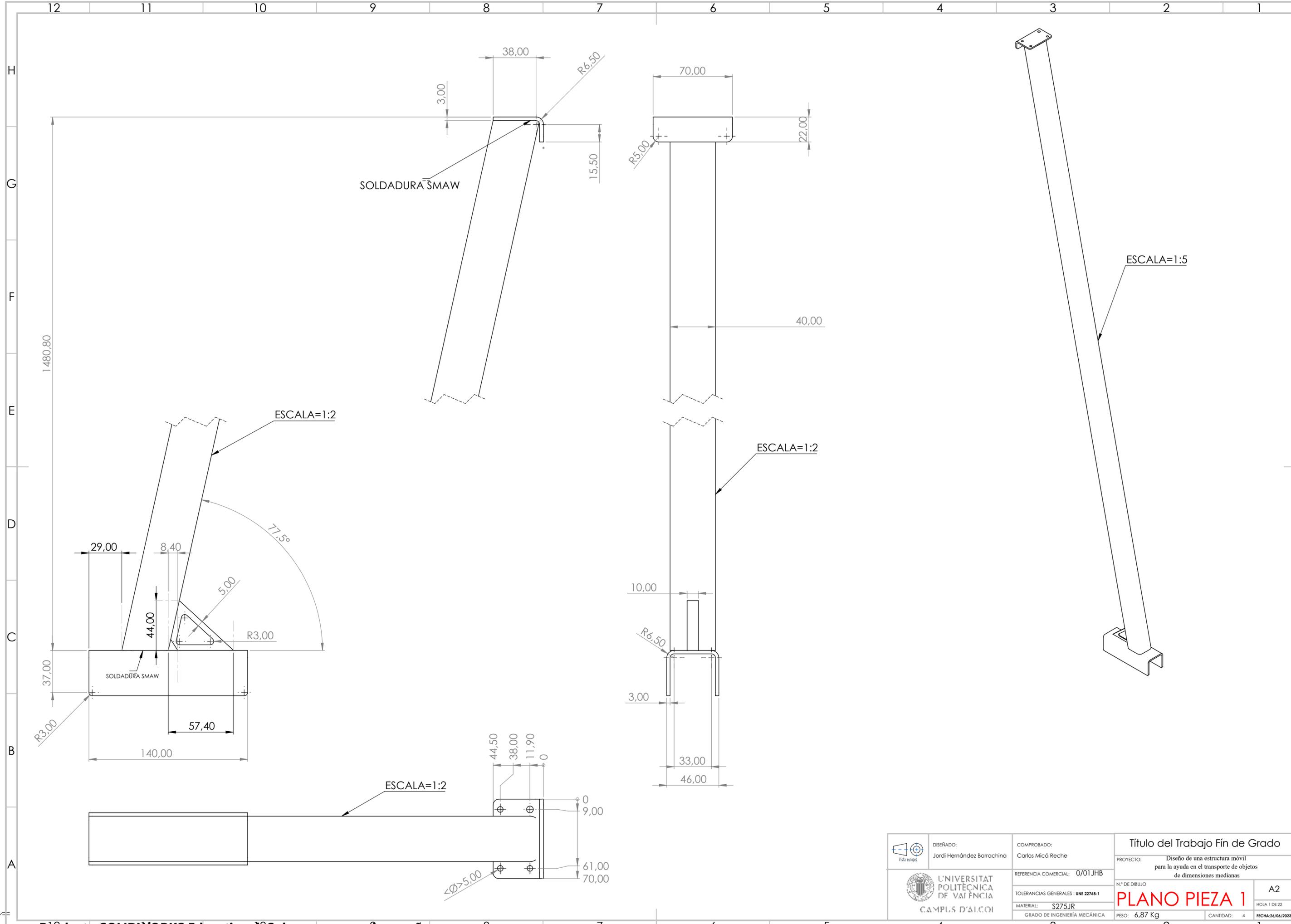
Es por ello por lo que según nuestras necesidades hemos establecido distintas calidades de los tornillos o elementos de sujeción en función del trabajo que tiene que ejercer el tornillo en la posición establecida en la estructura.

Descripción	Calidad	Par de apriete recomendado (N/m)
Tornillo Allen M5X014 DIN 912	10.9	8,7
Tornillo Allen M5X016 DIN 912	10.9	8,7
Tornillo Allen M5X025 DIN 912	10.9	8,7
Tuerca Hexagonal M8X030 DIN 933	8.8	25
Tuerca Hexagonal M6X045 DIN 933	8.8	10

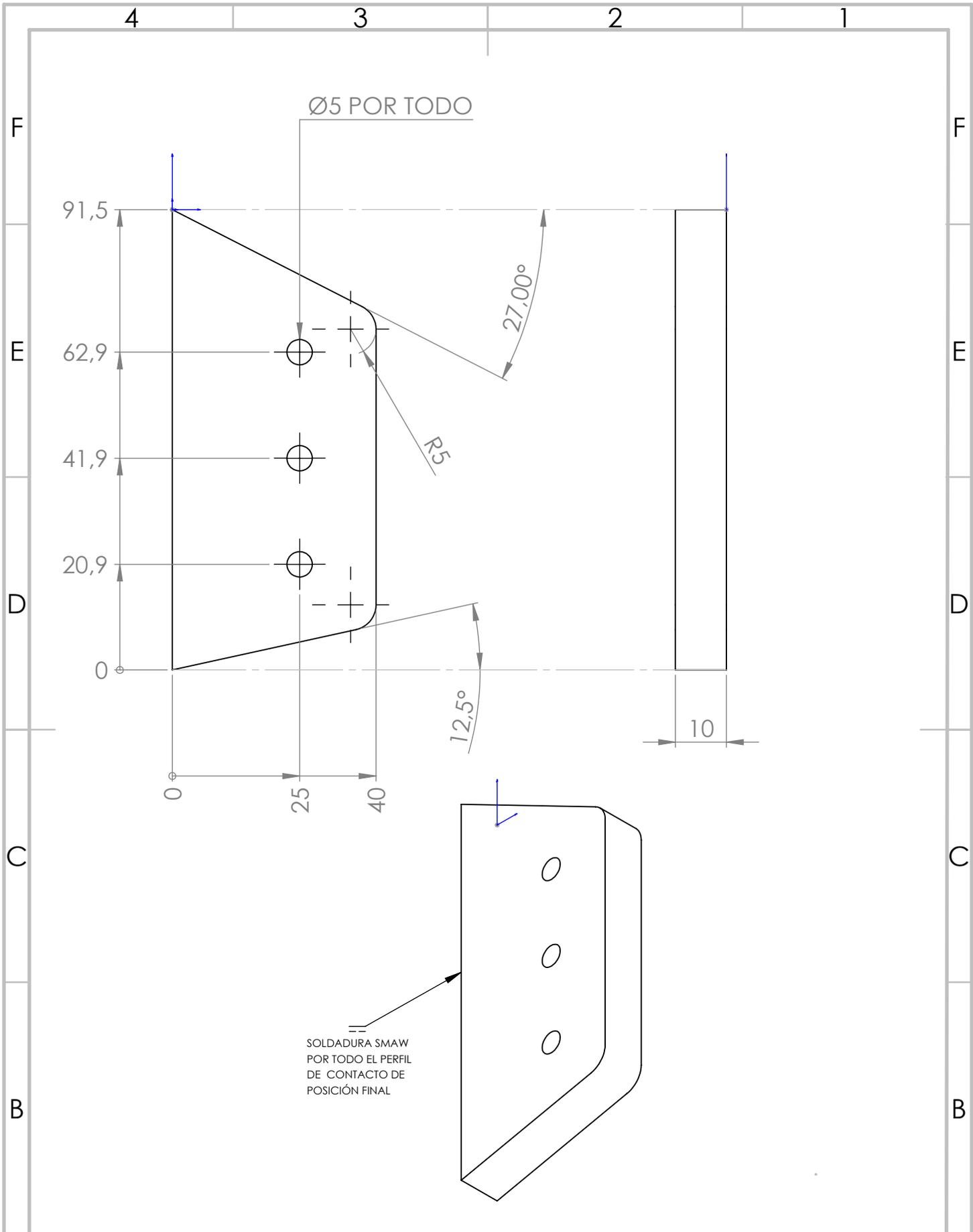
*Tabla 34 Desglose de par de apriete recomendable*



<b>GRADO</b>	Ingeniería Mecánica
<b>TÍTULO</b>	Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas
<b>TUTOR</b>	Carlos Micó Reche
<b>AUTOR</b>	Jordi Hernández Barrachina
<b>FECHA</b>	Julio 2023
<b>NOMBRE</b>	PLANOS

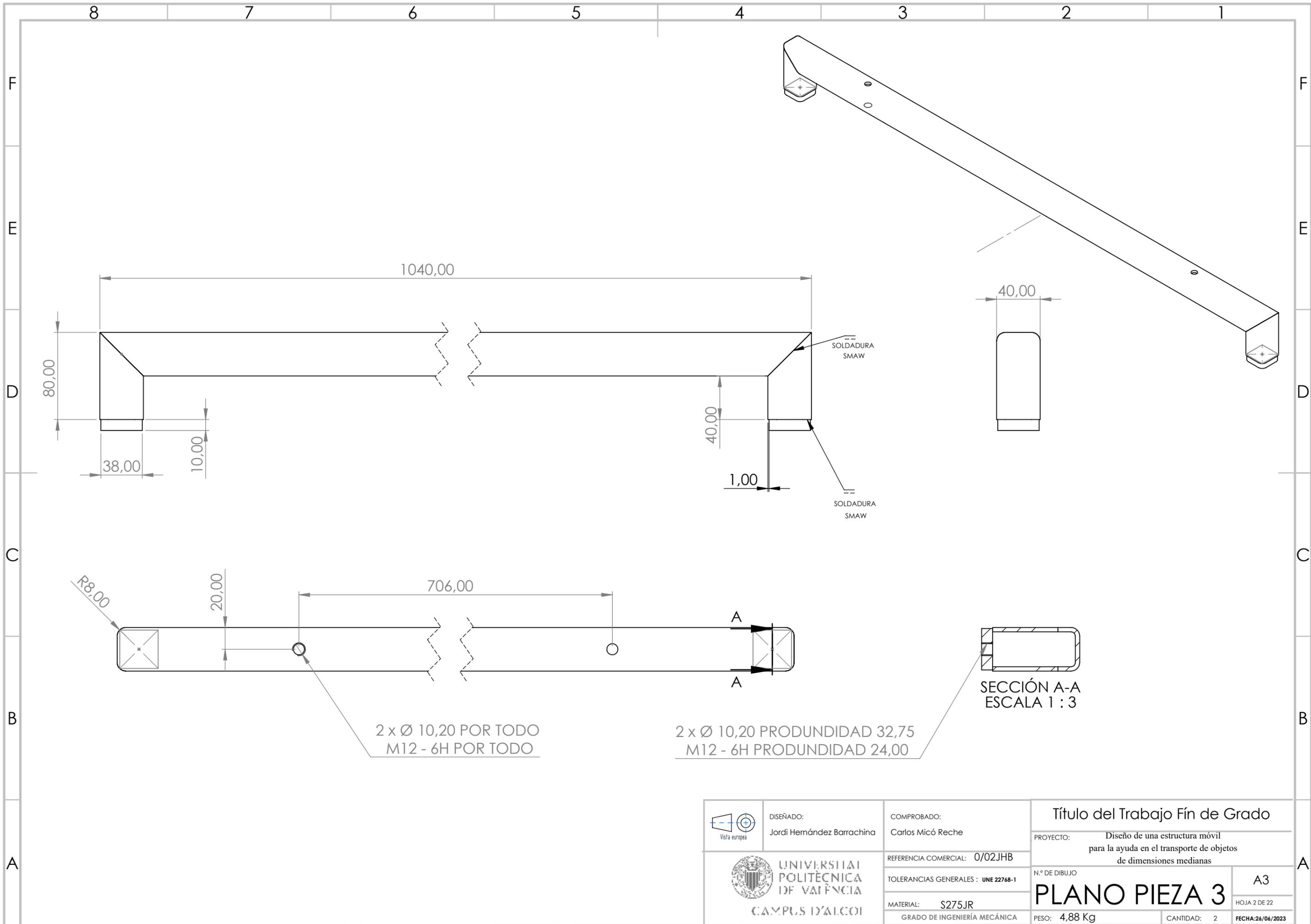


	DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	Título del Trabajo Fin de Grado	
	REFERENCIA COMERCIAL: 0/01JHB		PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas	
TOLERANCIAS GENERALES: UNE 22768-1		N.º DE DIBUJO		A2
MATERIAL: S275JR		PESO: 6,87 Kg		HOJA 1 DE 22
GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		CANTIDAD: 4	FECHA: 26/06/2023	



SOLDADURA SMAW  
 POR TODO EL PERFIL  
 DE CONTACTO DE  
 POSICIÓN FINAL

 <b>UNIVERSITAT        POLITÈCNICA        DE VALÈNCIA</b> CAMPUS D'ALCOI	DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	<b>Título del Trabajo Fin de Grado</b>	
	REFERENCIA COMERCIAL: 0/05JHB		PROYECTO: <b>Diseño de una estructura móvil        para la ayuda en el transporte de objetos        de dimensiones medianas</b>	
	TOLERANCIAS GENERALES : UNE 22768-1		N.º DE DIBUJO	
	MATERIAL: S275JR		<b>PLANO PIEZA 2</b>	
GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		PESO: 0,23 Kg	CANTIDAD: 12	A4 HOJA 5 DE 22 FECHA: 26/06/2023

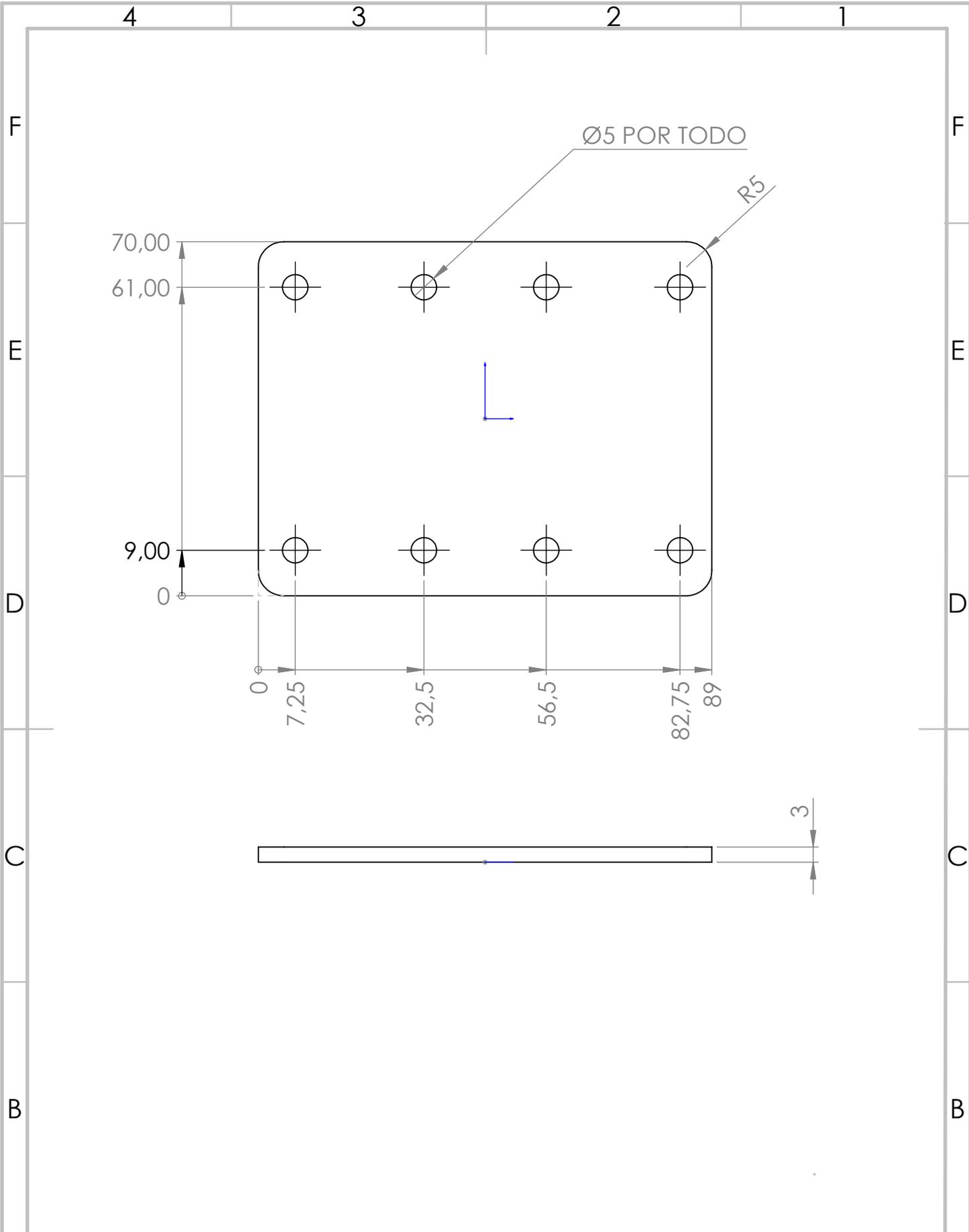


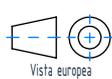
2 x Ø 10,20 POR TODO  
M12 - 6H POR TODO

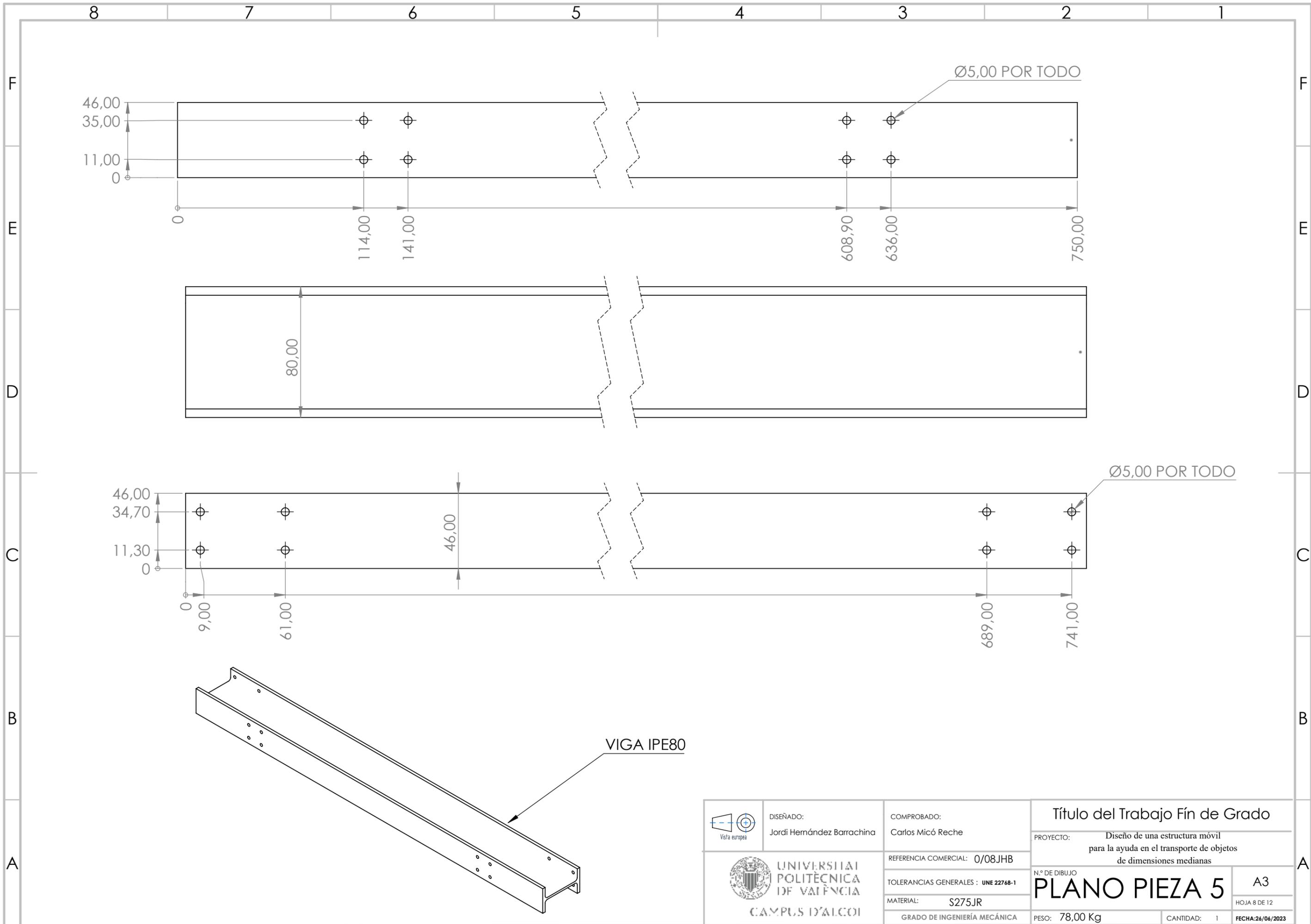
2 x Ø 10,20 PRODUNDIDAD 32,75  
M12 - 6H PRODUNDIDAD 24,00

SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 3

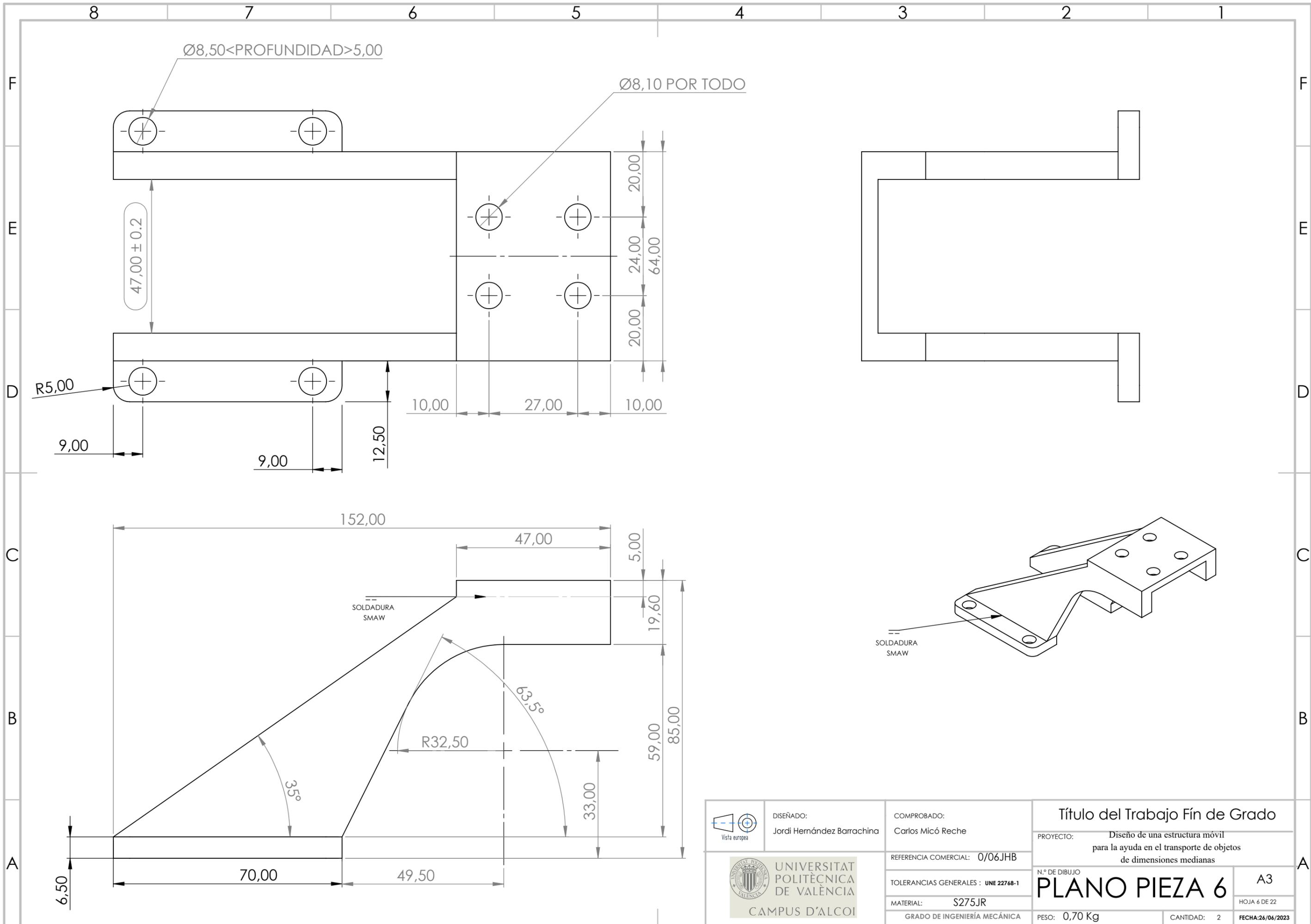
 Vista europea	DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	Título del Trabajo Fín de Grado	
	REFERENCIA COMERCIAL: 0/02JHB		PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	TOLERANCIAS GENERALES : UNE 22768-1	MATERIAL: S275JR	N.º DE DIBUJO <b>PLANO PIEZA 3</b>	A3 HOJA 2 DE 22
	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA	PESO: 4,88 Kg	CANTIDAD: 2	FECHA: 26/06/2023



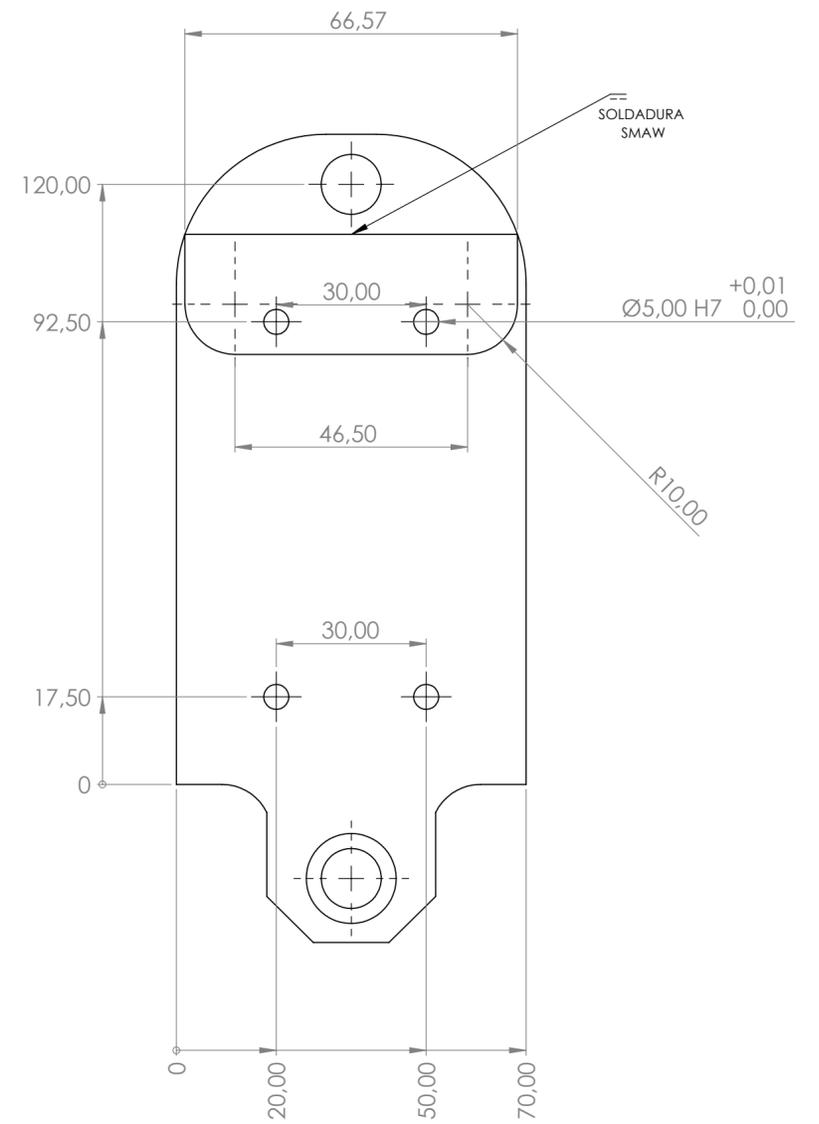
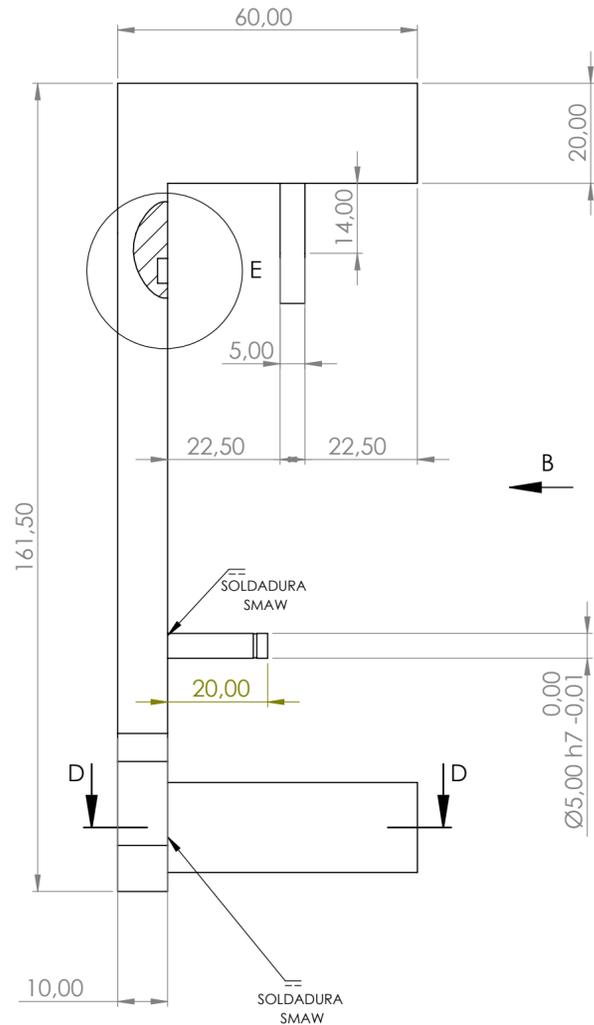
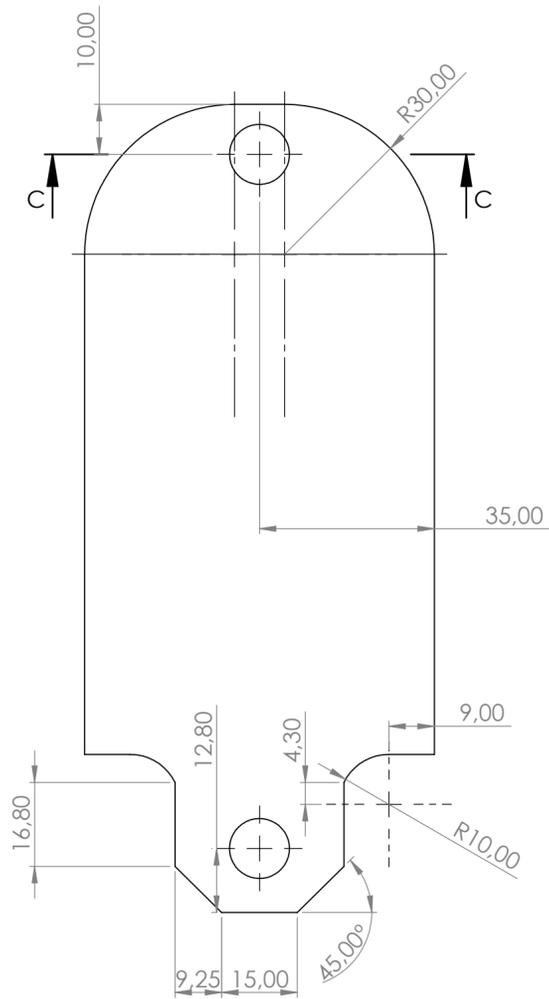
	DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	<b>Título del Trabajo Fin de Grado</b>	
	REFERENCIA COMERCIAL: 0/17JHB		PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	TOLERANCIAS GENERALES : UNE 22768-1		<b>PLANO PIEZA 4</b>	N.º DE DIBUJO A4
	MATERIAL: S275JR			HOJA 17 DE 22
	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		PESO: 0,14 Kg	CANTIDAD: 2



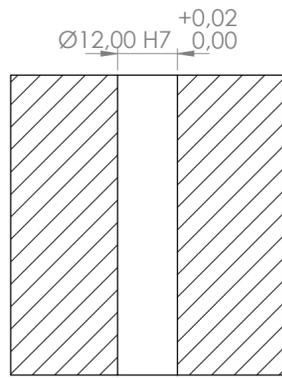
 DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	Título del Trabajo Fín de Grado	
		PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	REFERENCIA COMERCIAL: 0/08JHB	N.º DE DIBUJO <b>PLANO PIEZA 5</b>	
	TOLERANCIAS GENERALES : UNE 22768-1	A3 <small>HOJA 8 DE 12</small>	
	MATERIAL: S275JR	PESO: 78,00 Kg	CANTIDAD: 1
GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA			



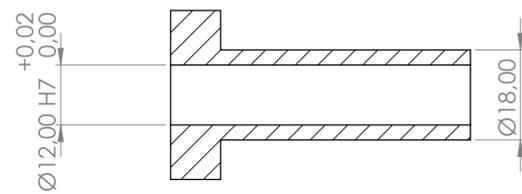
	DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	<b>Título del Trabajo Fín de Grado</b>	
	REFERENCIA COMERCIAL: 0/06JHB		PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas	
TOLERANCIAS GENERALES : UNE 22768-1		N.º DE DIBUJO <b>PLANO PIEZA 6</b>		A3
MATERIAL: S275JR		PESO: 0,70 Kg		HOJA 6 DE 22
GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		CANTIDAD: 2		FECHA: 26/06/2023



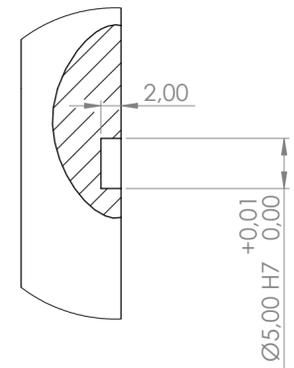
VISTA B  
ESCALA 1 : 1



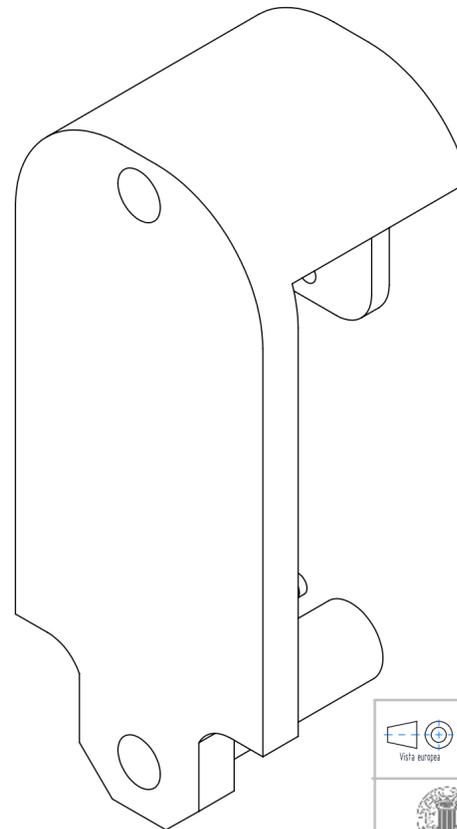
SECCIÓN C-C  
ESCALA 1 : 1



SECCIÓN D-D  
ESCALA 1 : 1



DETALLE E  
ESCALA 2 : 1



	DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	Título del Trabajo Fin de Grado	
	REFERENCIA COMERCIAL: 0/15JHB		PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas	
	TOLERANCIAS GENERALES : UNE 22748-1	N.º DE DIBUJO	A2	
	MATERIAL: S275JR	PLANO PIEZA 7		HOJA 15 DE 22
	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA	PESO: 1,22 Kg	CANTIDAD: 1	FECHA: 26/06/2023

4 3 2 1

F

F

E

E

D

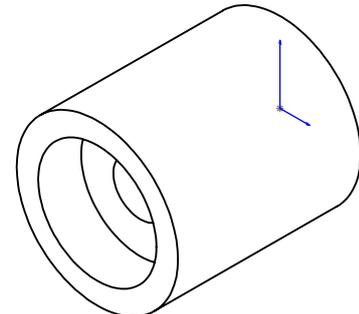
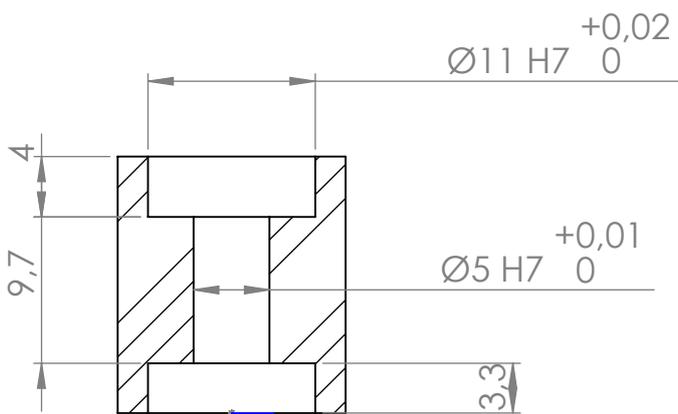
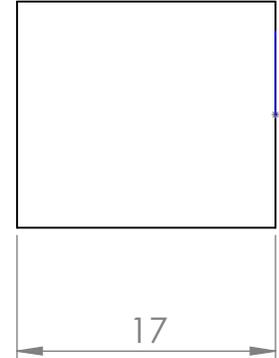
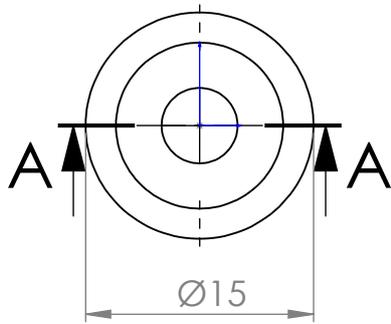
D

C

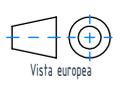
C

B

B



SECCIÓN A-A



DISEÑADO:  
Jordi Hernández Barrachina

COMPROBADO:  
Carlos Micó Reche

Título del Trabajo Fin de Grado

PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas



REFERENCIA COMERCIAL: 0/13JHB  
TOLERANCIAS GENERALES : UNE 22768-1  
MATERIAL: S275JR  
GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA

N.º DE DIBUJO  
**PLANO PIEZA 8**

A4  
HOJA 13 DE 22  
FECHA: 26/06/2023

PESO: 0,1 Kg CANTIDAD: 4

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

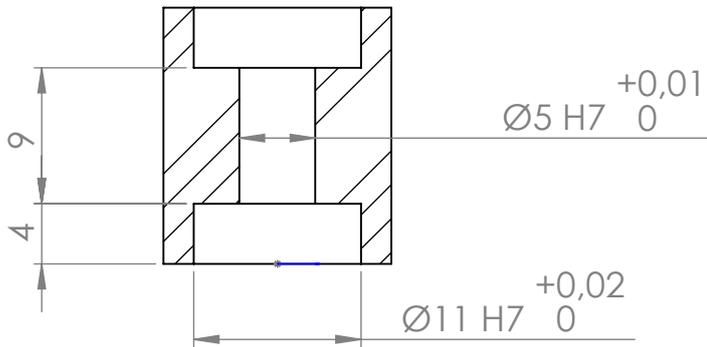
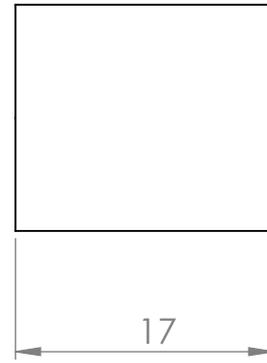
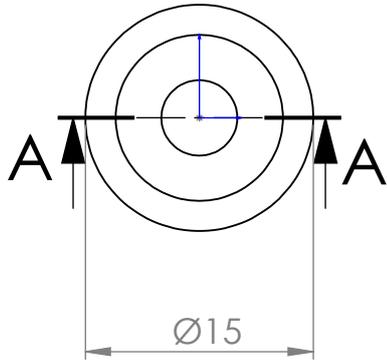
D

C

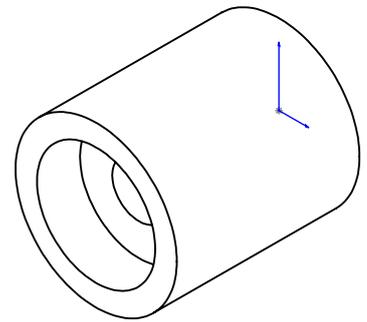
C

B

B



SECCIÓN A-A



DISEÑADO:  
Jordi Hernández Barrachina

COMPROBADO:  
Carlos Micó Reche

Título del Trabajo Fin de Grado

PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
CAMPUS D'ALCOI

REFERENCIA COMERCIAL: 0/12JHB

TOLERANCIAS GENERALES : UNE 22768-1

MATERIAL: S275JR

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA

N.º DE DIBUJO

PLANO PIEZA 8.1

A4

HOJA 12 DE 22

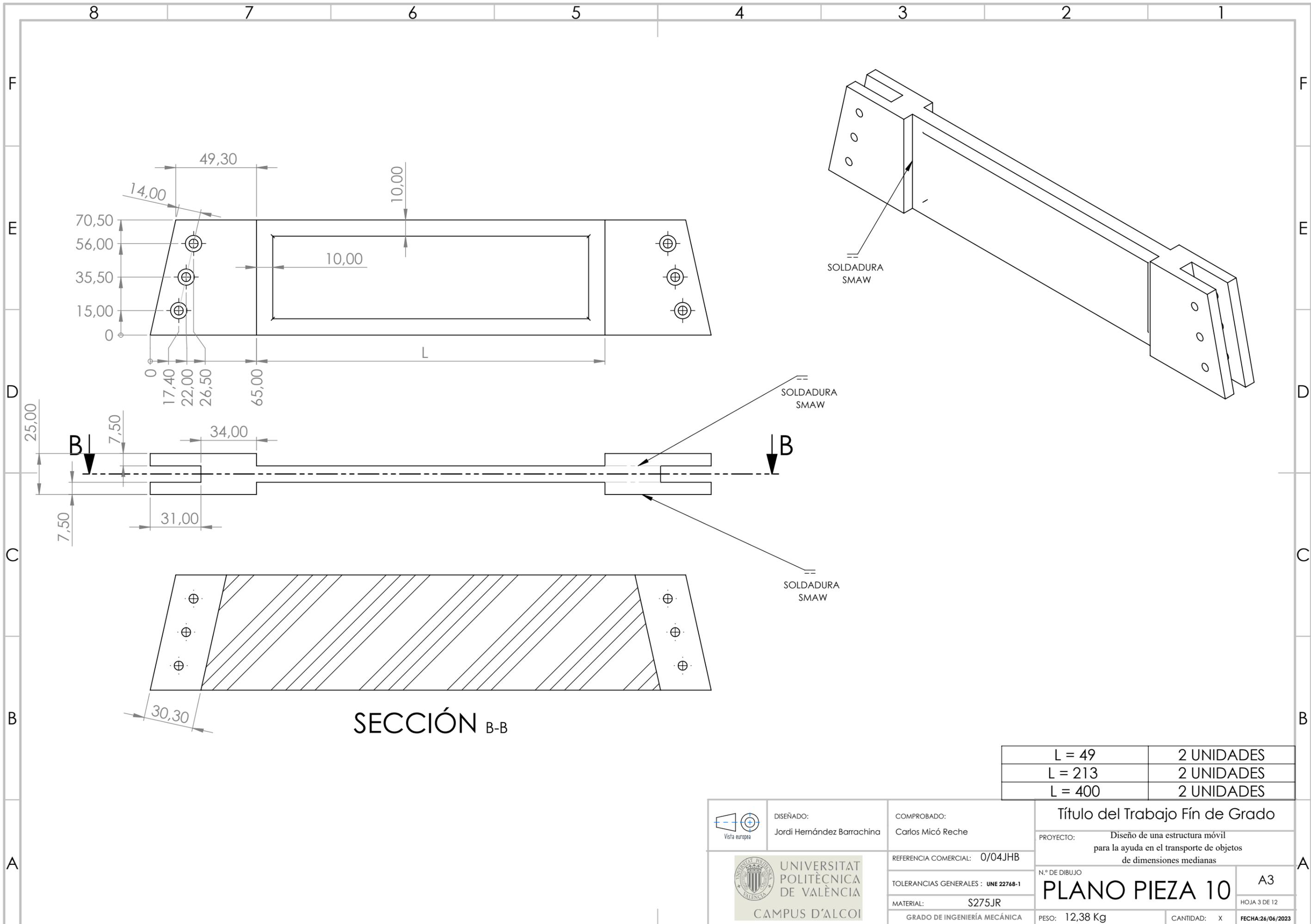
PESO: 0,1 Kg

CANTIDAD: 4

FECHA: 26/06/2023

4 3 2 1

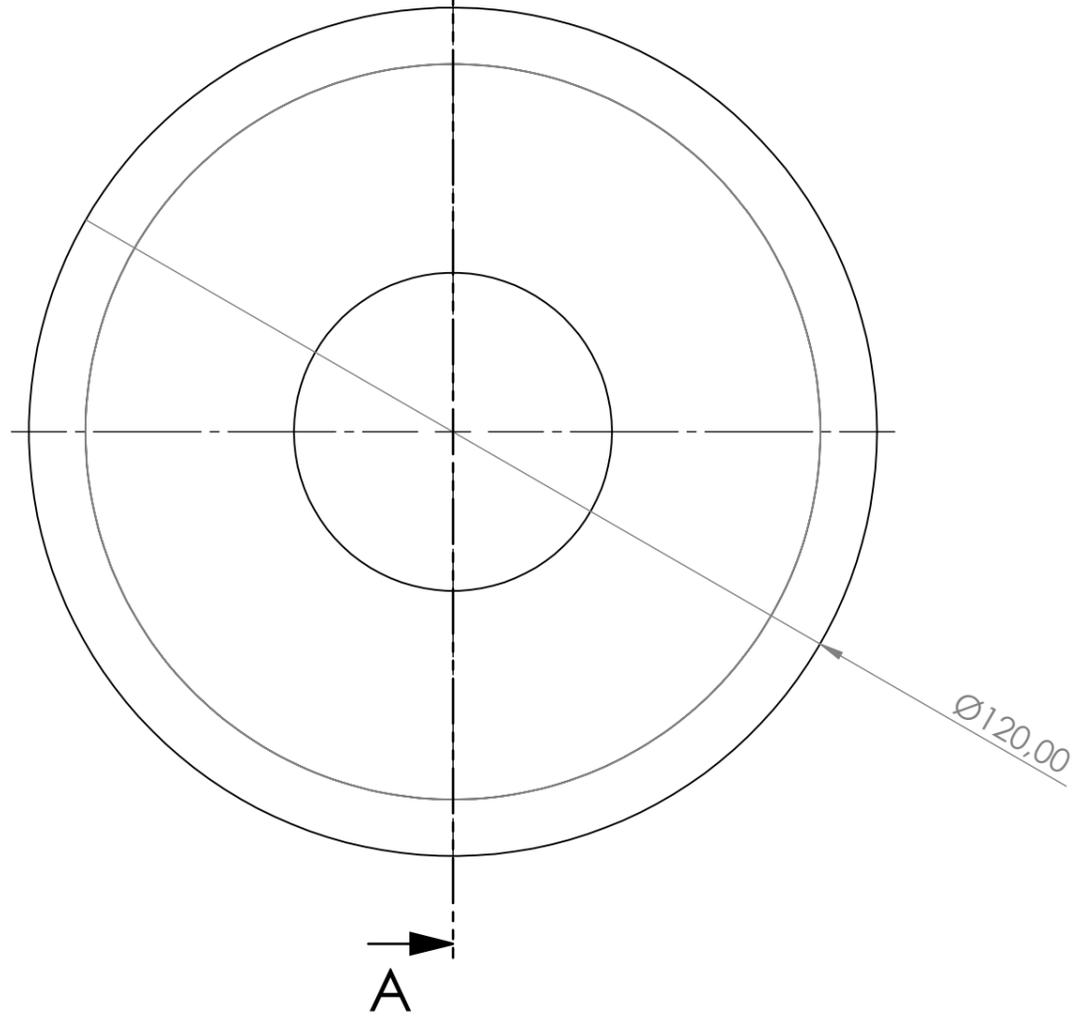




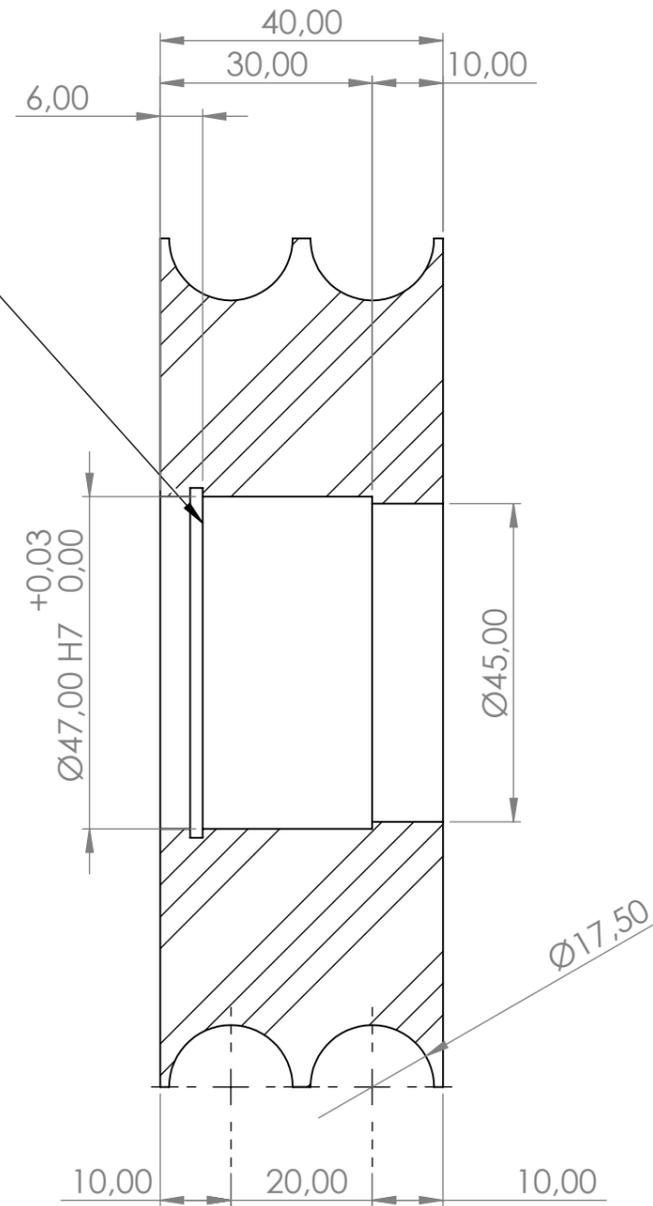
SECCIÓN B-B

L = 49	2 UNIDADES
L = 213	2 UNIDADES
L = 400	2 UNIDADES

 DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	Título del Trabajo Fin de Grado	
		PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	REFERENCIA COMERCIAL: 0/04JHB	N.º DE DIBUJO	
	TOLERANCIAS GENERALES : UNE 22768-1	<b>PLANO PIEZA 10</b>	
	MATERIAL: S275JR	PESO: 12,38 Kg	CANTIDAD: X
GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA			HOJA 3 DE 12
			FECHA: 26/06/2023



CIRCLIP SEGÚN NORMATIVA DIN 472



SECCIÓN A-A

	DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	Título del Trabajo Fin de Grado	
	REFERENCIA COMERCIAL: 0/07JHB		PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas	
	TOLERANCIAS GENERALES : UNE 22768-1	MATERIAL: S275JR	N.º DE DIBUJO <b>PLANO PIEZA 12</b>	A3
	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA	PESO: 2,33 Kg	CANTIDAD: 2	HOJA 7 DE 22
				FECHA: 26/06/2023

8 7 6 5 4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

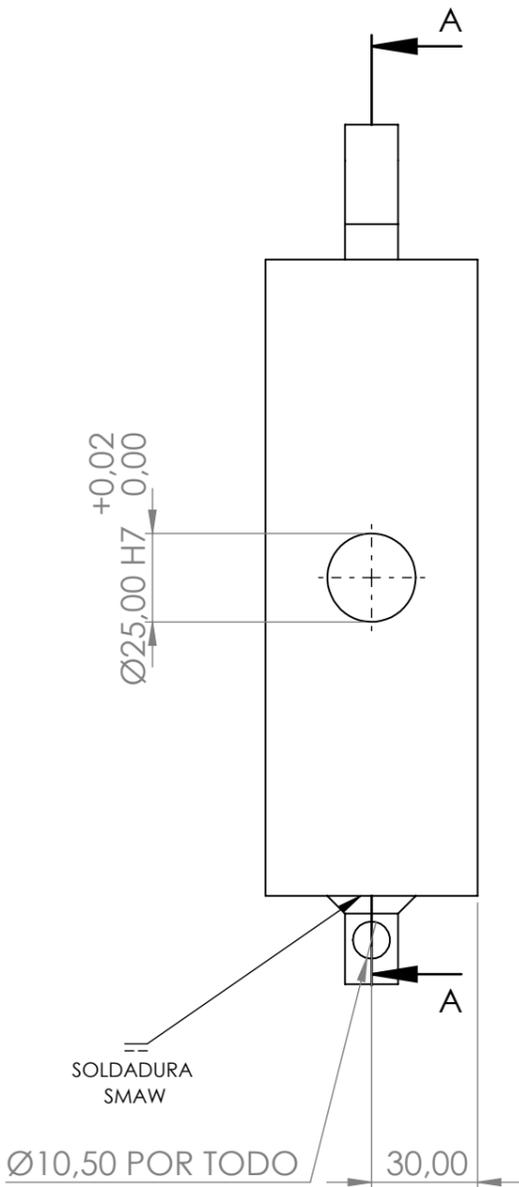
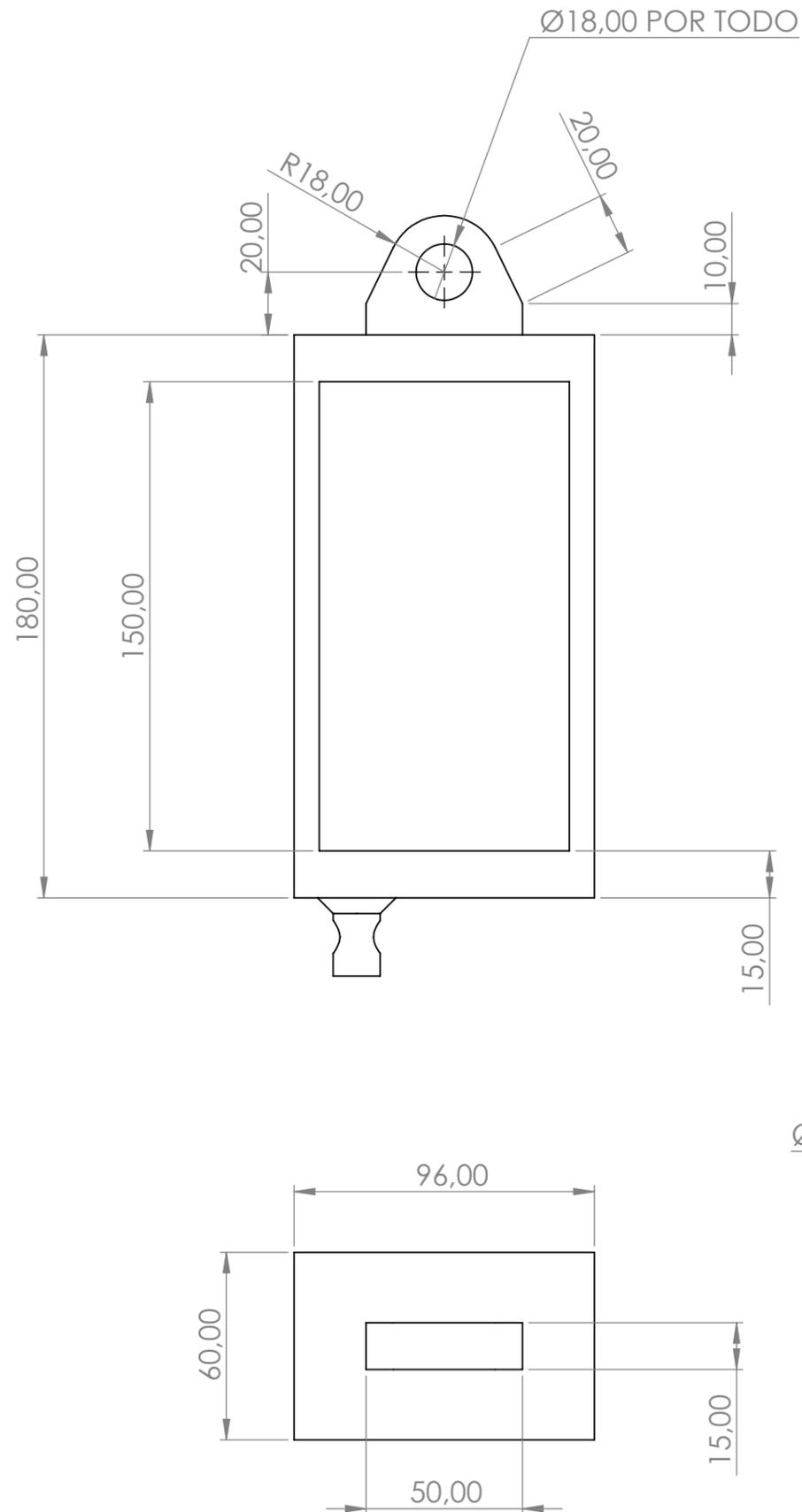
C

B

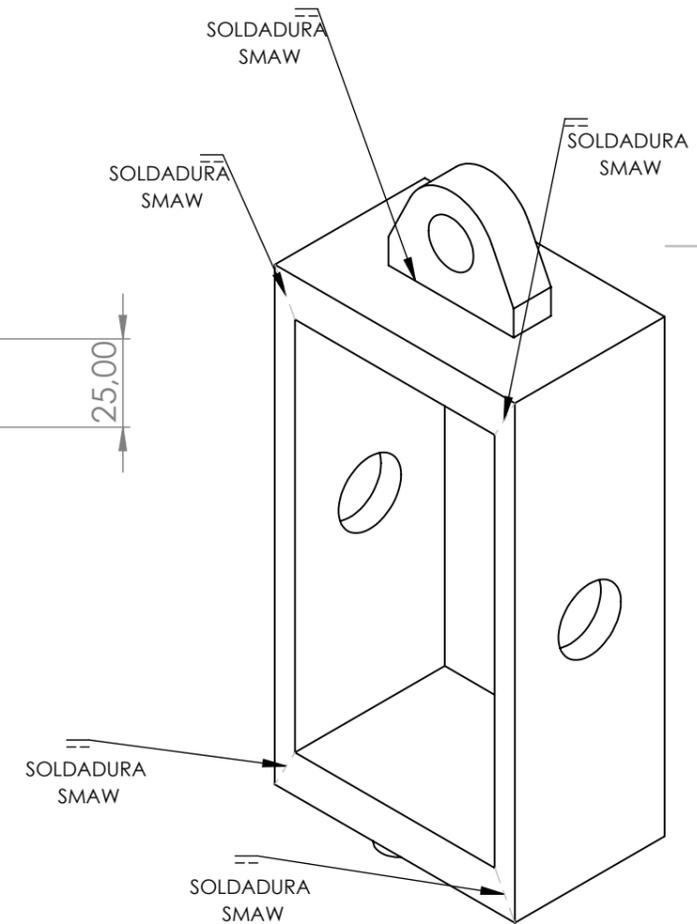
B

A

A

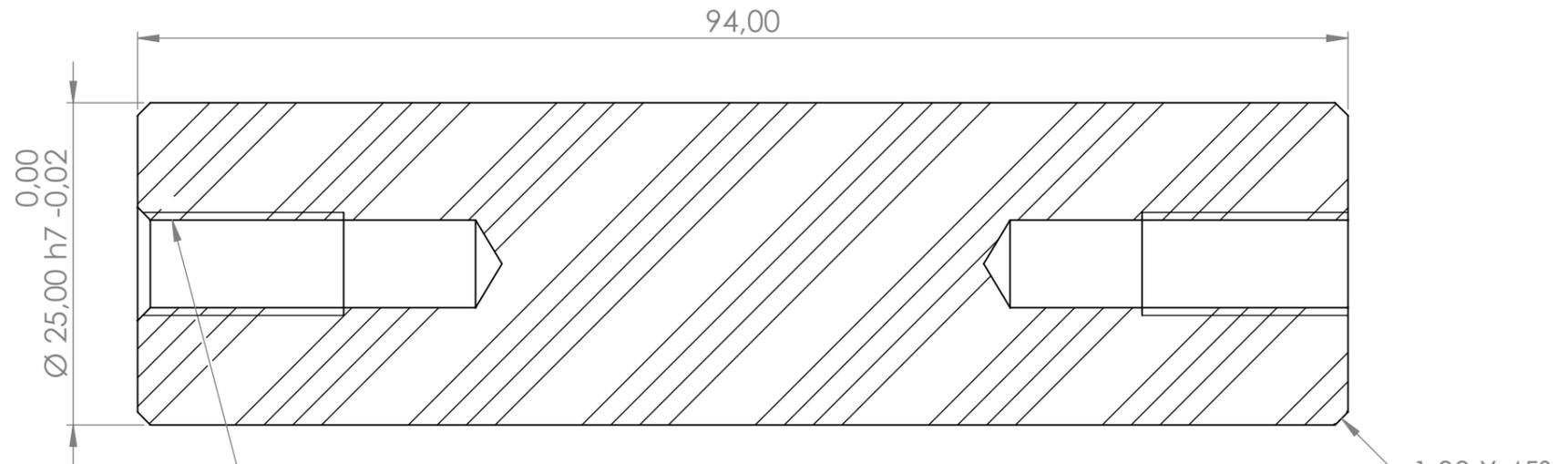
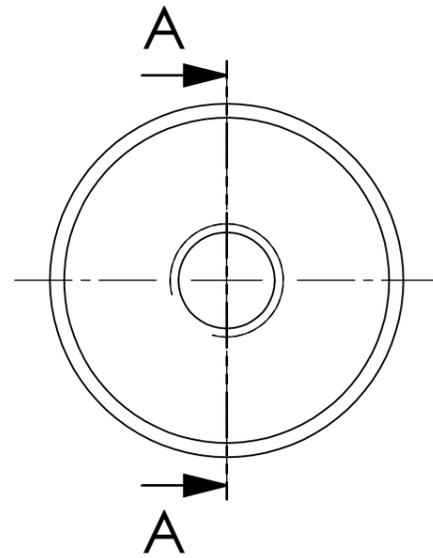


SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 2



	DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	Título del Trabajo Fin de Grado	
			REFERENCIA COMERCIAL: 0/10JHB	PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas
	MATERIAL: S275JR	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA	N.º DE DIBUJO: <b>PLANO PIEZA 13</b>	A3
			PESO: 2,55 Kg	HOJA 10 DE 22
			CANTIDAD: 1	FECHA: 26/06/2023

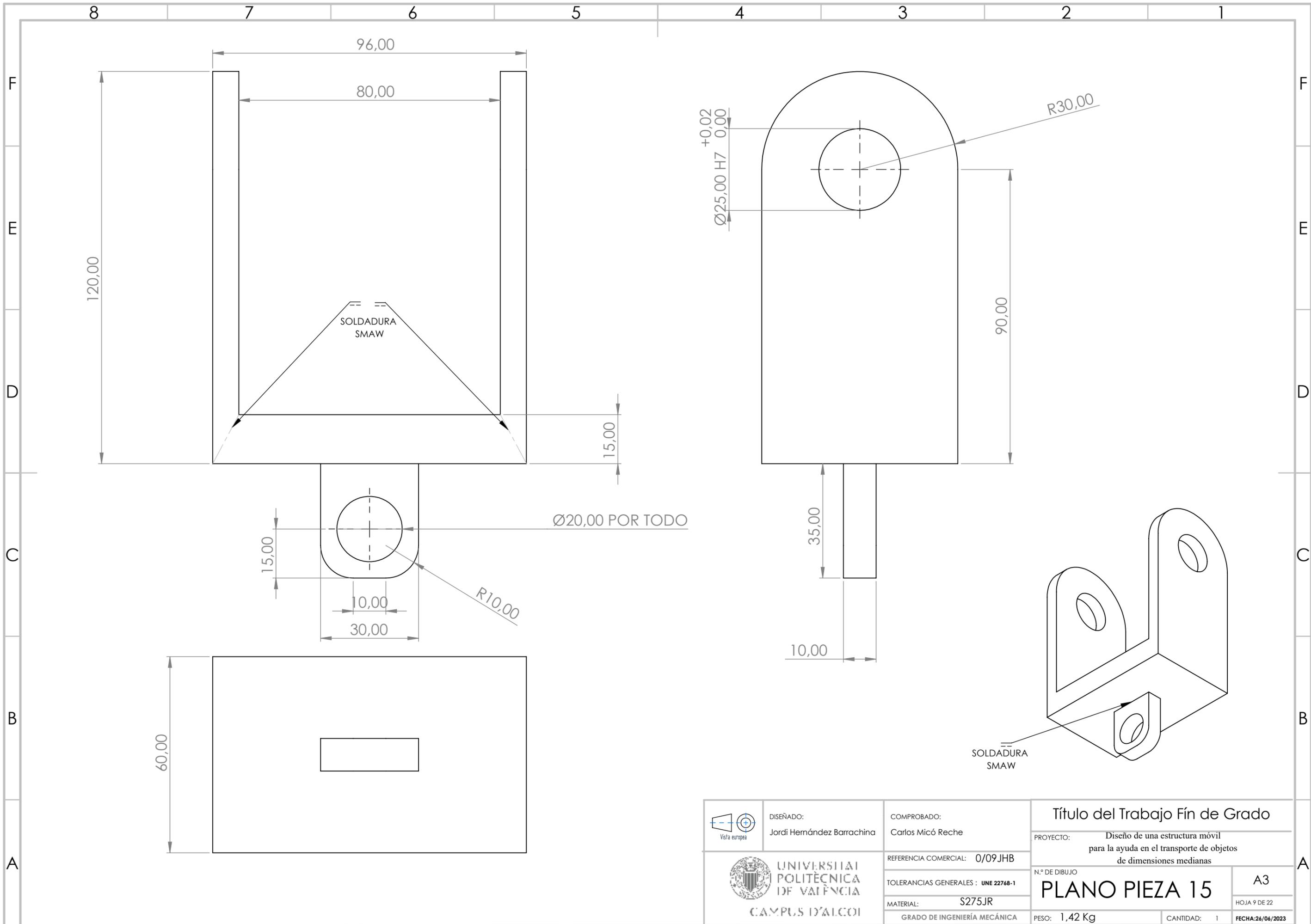
8 7 6 5 4 3 2 1



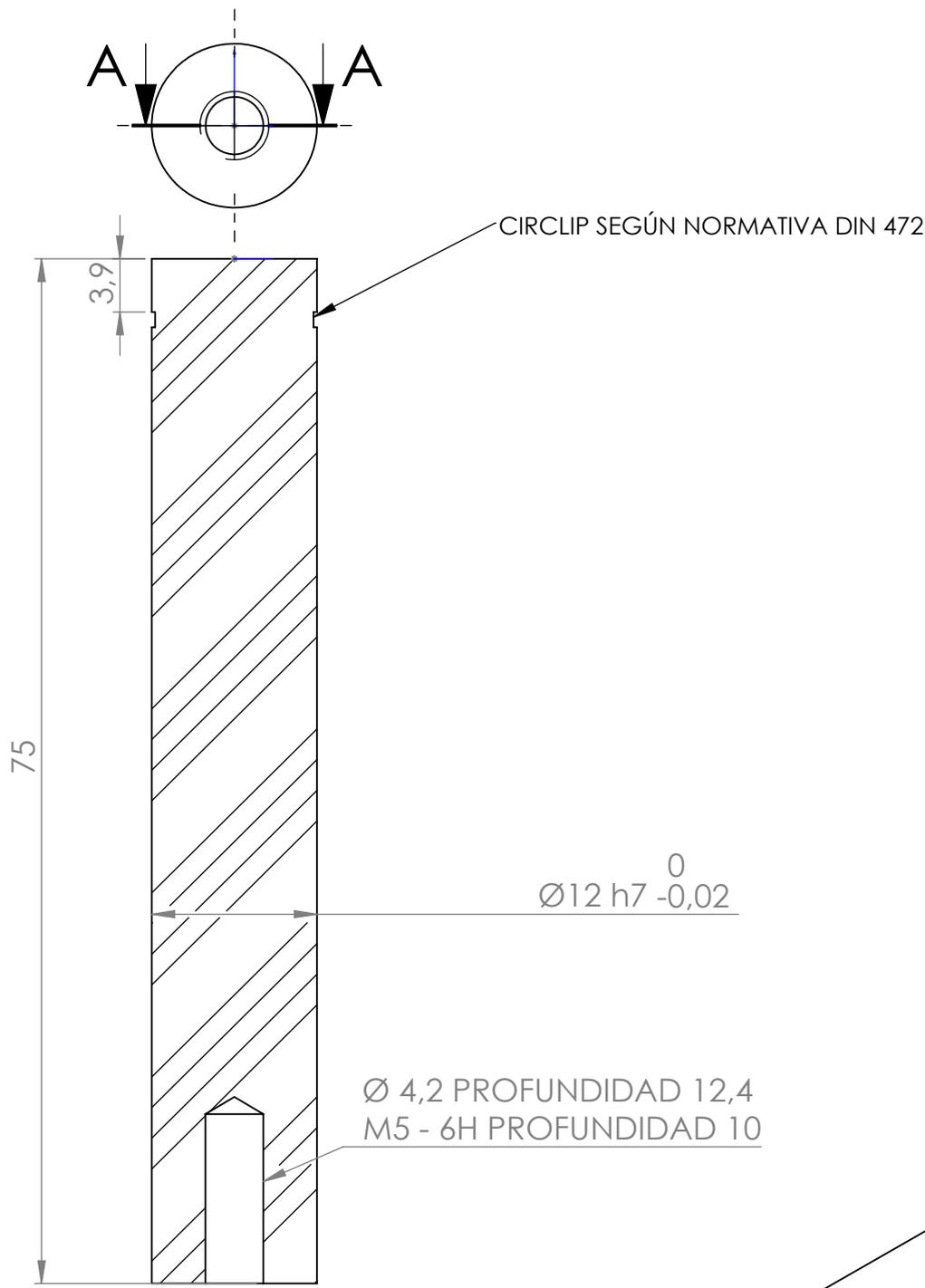
**SECCIÓN A-A**  
ESCALA 2 : 1

2 x Ø 6,80 PROFUNDIDAD 26,25  
M8 - 6H PROFUNDIDAD 16,00

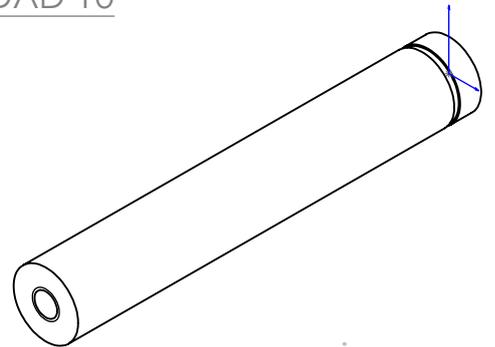
 Vista europea	DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	Título del Trabajo Fin de Grado	
	REFERENCIA COMERCIAL: 0/05JHB		PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	TOLERANCIAS GENERALES : UNE 22768-1	MATERIAL: S275JR	N.º DE DIBUJO <b>PLANO PIEZA 14</b>	A3 HOJA 5 DE 22
	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA	PESO: 0,34 Kg	CANTIDAD: 2	FECHA: 26/06/2023

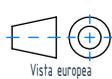


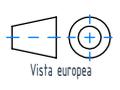
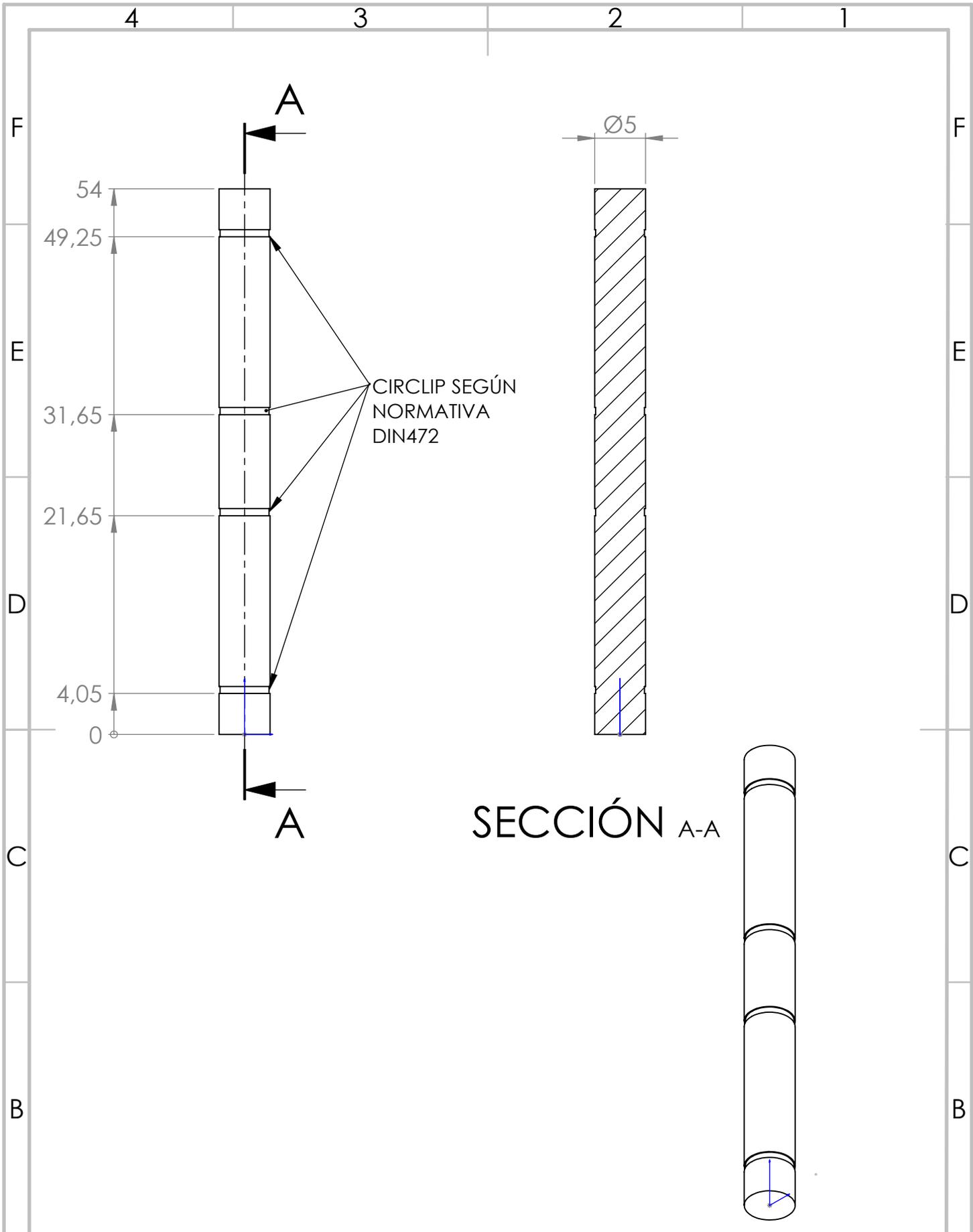
 VISTA EUROPEA	DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	<b>Título del Trabajo Fín de Grado</b>	
	REFERENCIA COMERCIAL: 0/09JHB		PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	TOLERANCIAS GENERALES : UNE 22768-1		N.º DE DIBUJO <b>PLANO PIEZA 15</b>	A3 HOJA 9 DE 22
	MATERIAL: S275JR		PESO: 1,42 Kg	CANTIDAD: 1
	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA: 26/06/2023	



**SECCIÓN A-A**  
ESCALA 2 : 1



 Vista europea	DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	<b>Título del Trabajo Fin de Grado</b>	
	REFERENCIA COMERCIAL: 0/11JHB		PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	TOLERANCIAS GENERALES : UNE 22768-1		N.º DE DIBUJO <b>PLANO PIEZA 19</b>	A4
	MATERIAL: S275JR		HOJA 11 DE 22	
	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		PESO: 0,120 Kg	CANTIDAD: 1



DISEÑADO:  
Jordi Hernández Barrachina

COMPROBADO:  
Carlos Micó Reche

Título del Trabajo Fin de Grado

PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
CAMPUS D'ALCOI

REFERENCIA COMERCIAL: 0/05JHB

TOLERANCIAS GENERALES : UNE 22768-1

MATERIAL: S275JR

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA

N.º DE DIBUJO  
**PIEZA 22**

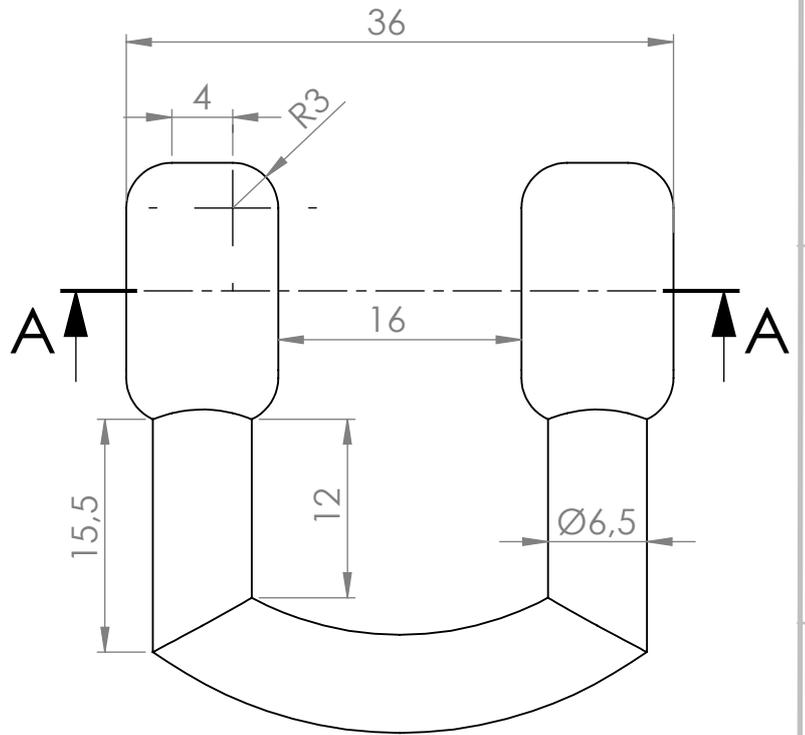
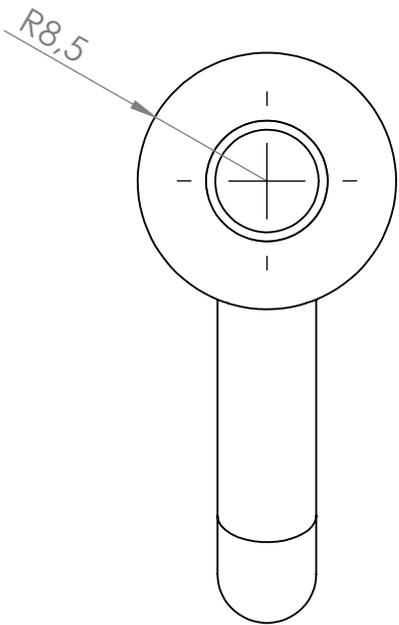
A4

HOJA 5 DE 12

PESO: 0,12 Kg

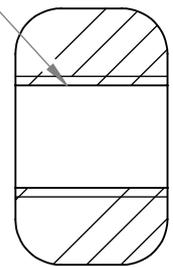
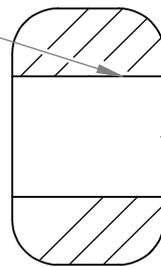
CANTIDAD: 2

FECHA:26/06/2023

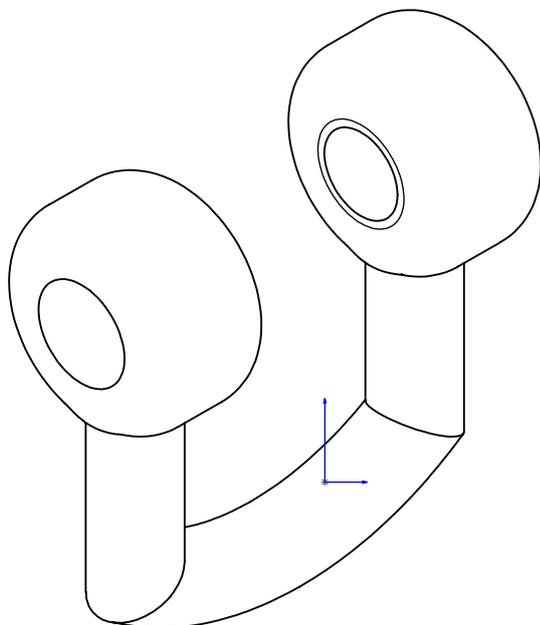


Ø8 POR TODO

Ø 6,8 POR TODO  
M8 - 6H POR TODO



## SECCIÓN A-A



DISEÑADO:  
Jordi Hernández Barrachina

COMPROBADO:  
Carlos Micó Reche

Título del Trabajo Fin de Grado

PROYECTO: Diseño de una estructura móvil  
para la ayuda en el transporte de objetos  
de dimensiones medianas



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

REFERENCIA COMERCIAL: 0/18JHB

TOLERANCIAS GENERALES : UNE 22768-1

MATERIAL: S275JR

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA

N.º DE DIBUJO

PLANO PIEZA 70

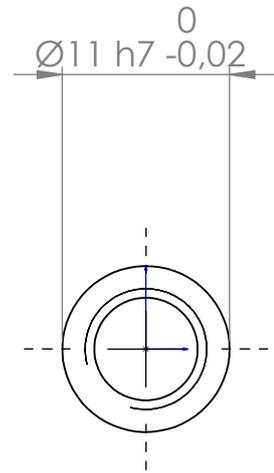
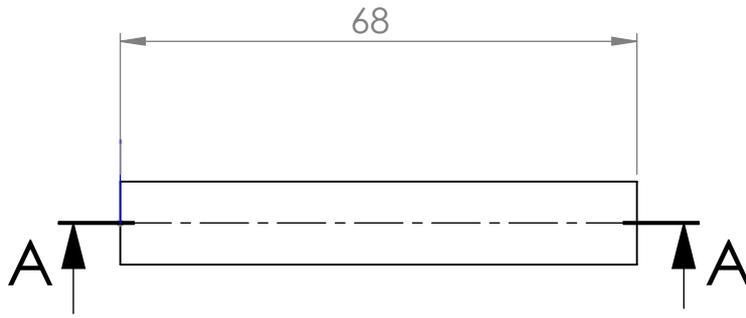
A4

HOJA 18 DE 22

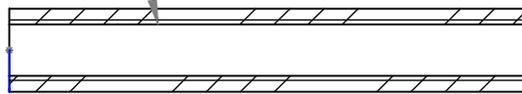
PESO: 0,180Kg

CANTIDAD: 1

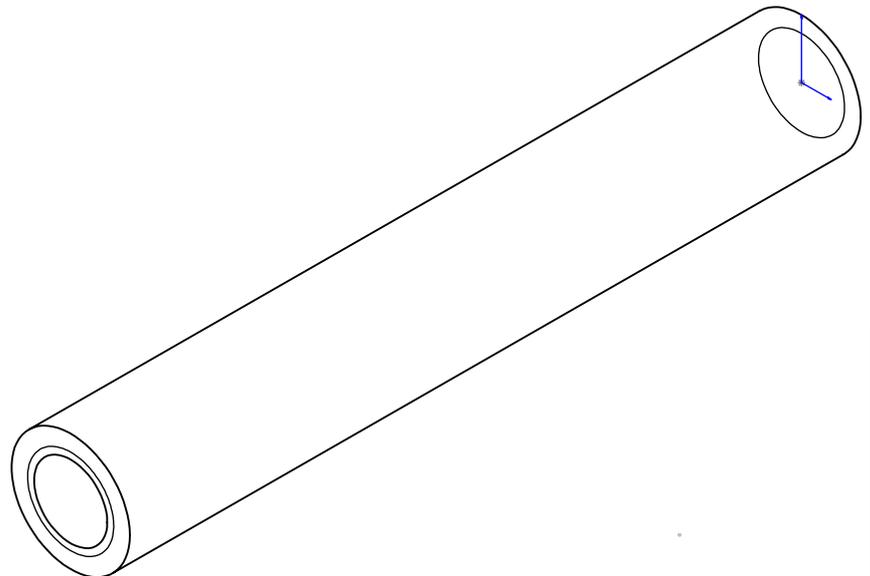
FECHA: 26/06/2023



2 x  $\varnothing 6,8$  PROFUNDIDAD 68  
M8 - 6H PROFUNDIDAD 68



### SECCIÓN A-A



DISEÑADO:  
Jordi Hernández Barrachina

COMPROBADO:  
Carlos Micó Reche

Título del Trabajo Fin de Grado

PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
CAMPUS D'ALCOI

REFERENCIA COMERCIAL: 0/14JHB

TOLERANCIAS GENERALES : UNE 22768-1

MATERIAL: S275JR

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA

N.º DE DIBUJO

PLANO PIEZA  
EJE 12

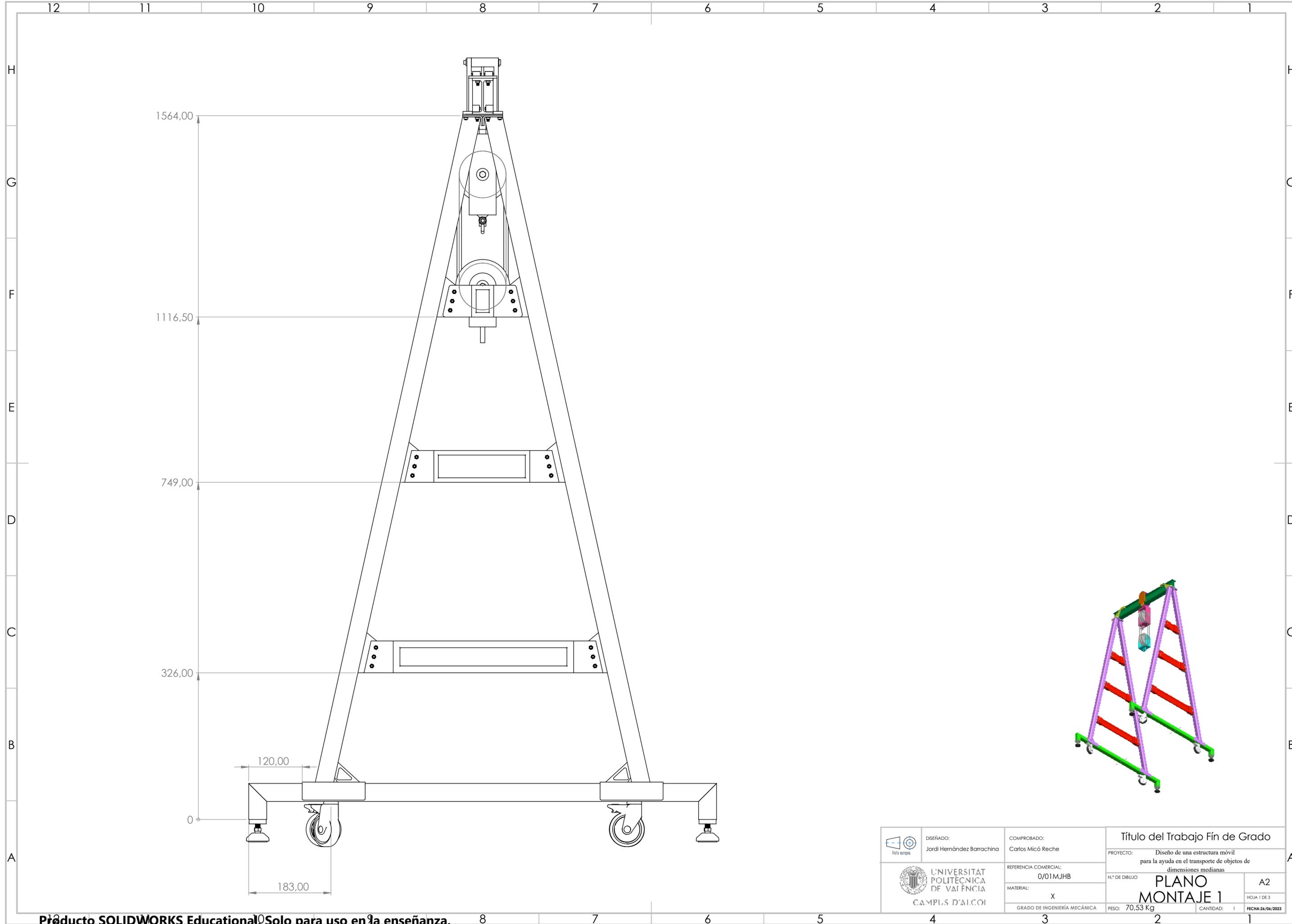
A4

HOJA 14 DE 22

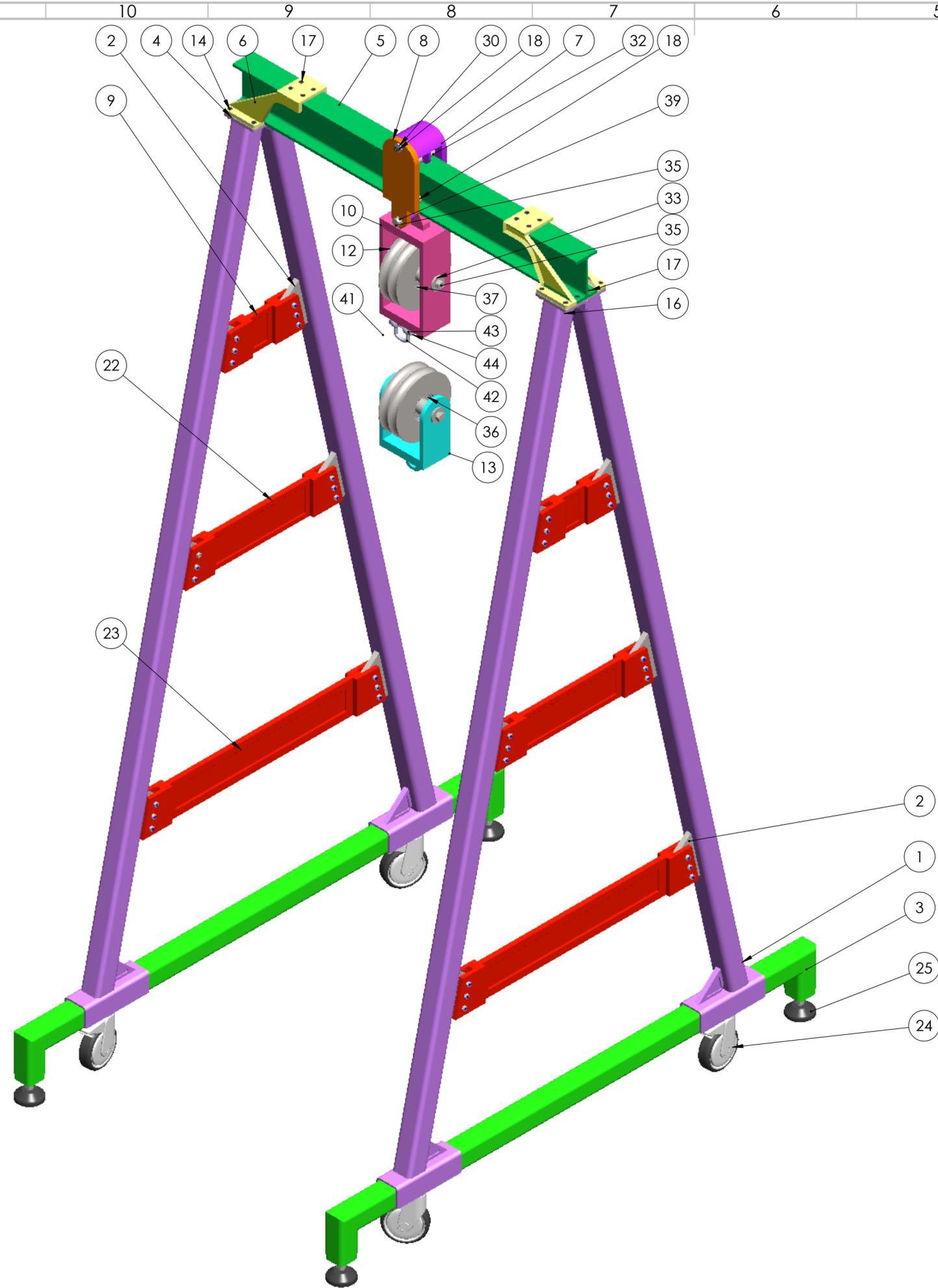
PESO: 0,12 Kg

CANTIDAD: 1

FECHA: 26/06/2023

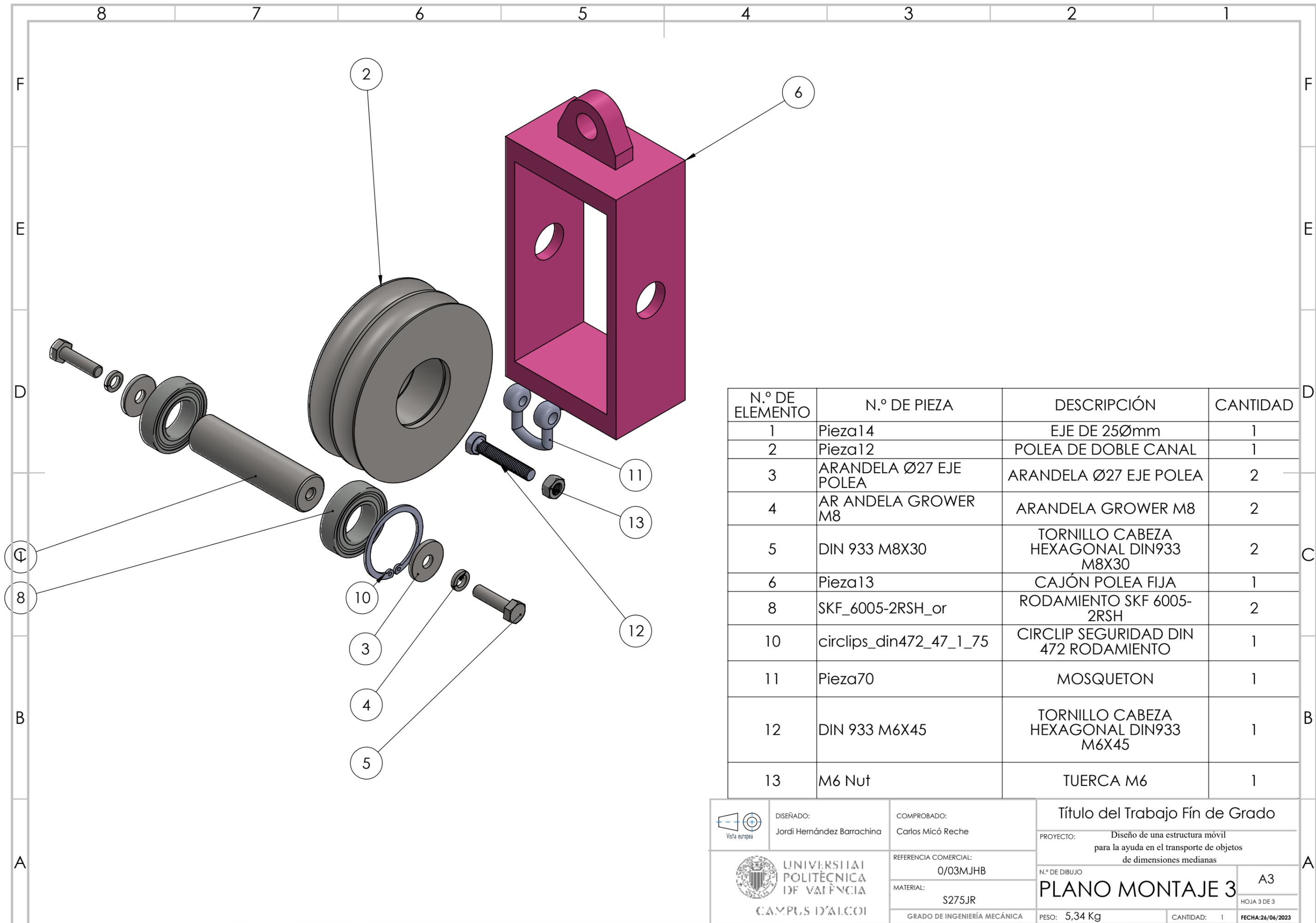


	DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	Título del Trabajo Fin de Grado	
			REFERENCIA COMERCIAL: 0/01MJHB	PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas
MATERIAL: X	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA	PESO: 70,53 Kg	N.º DE DIBUJO <b>PLANO MONTAJE 1</b>	A2
			CANTIDAD: 1	HOJA 1 DE 3
			FECHA: 26/06/2023	



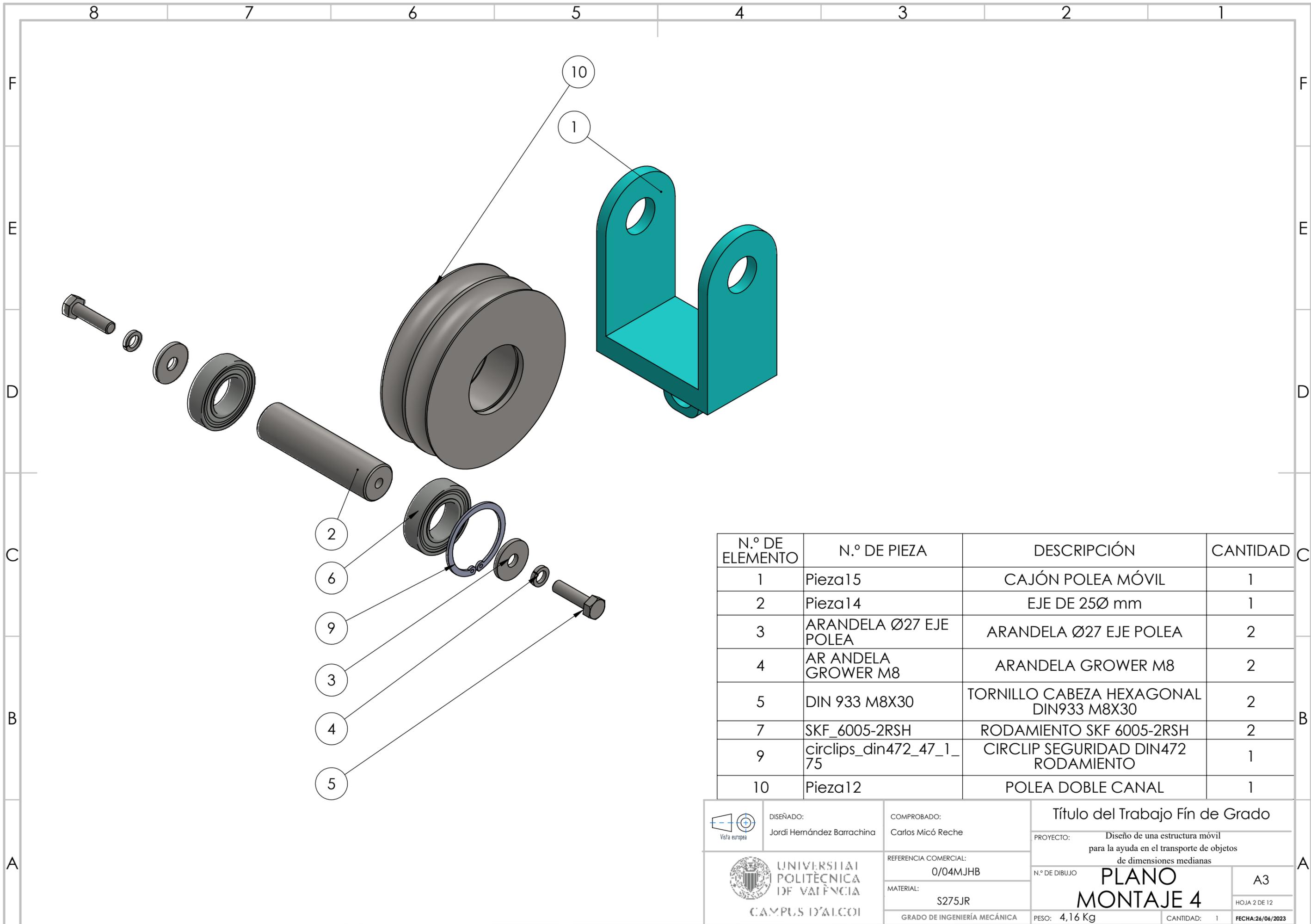
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Pieza1		4
2	Pieza2		12
3	Pieza3		2
4	Pieza4		2
5	Pieza5		1
6	Pieza6		2
7	Pieza7		1
8	Pieza9.2		1
9	Pieza 10		2
10	Pieza13		1
11	Pieza14		2
12	Pieza12		2
13	Pieza15		1
14	DIN_912-M5x14		8
15	DIN 125- ARANDELA		24
16	M5 Nut		19
17	DIN_912-M5x16		17
20	SKF_628_5-2Z_ir		16
21	arandela_de_sujecion_exterior_-_5		12
22	Pieza 10.1		2
23	Pieza 10.2		2
24	Rueda con freno (Alto 100mm)		4
25	PATA NVELADORA Ø50		4
26	DIN_912-M5x25		36
27	M5 Nut v3		43
28	Pieza19		1
29	arandela_de_sujecion_exterior_-_12_		1
30	Pieza20		1
31	Pieza21		2
32	Pieza8.1		4
33	ARANDELA Ø27 EJE POLEA		4
34	AR ANDELA GROWER M8		4
35	DIN 933 M8X30		6
36	SKF_6005-2RSH		4
37	circlips_din472_47_1_75		2
38	EJE 12		1
39	Pieza11123		2
40	Correa1-11^Ensamblaje1		1
41	Correa2-12^Ensamblaje1		1
42	Pieza70		1
43	M6 Nut		1
44	DIN933M6S8C45		1
45	Pieza8		4

	DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	Título del Trabajo Fin de Grado	
	REFERENCIA COMERCIAL: 0/02MJHB		PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas	
MATERIAL: S275JR		N.º DE DIBUJO <b>PLANO MONTAJE 2</b>	A2	
GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		PESO: 70,52 Kg	CANTIDAD: 1	FECHA: 26/06/2023



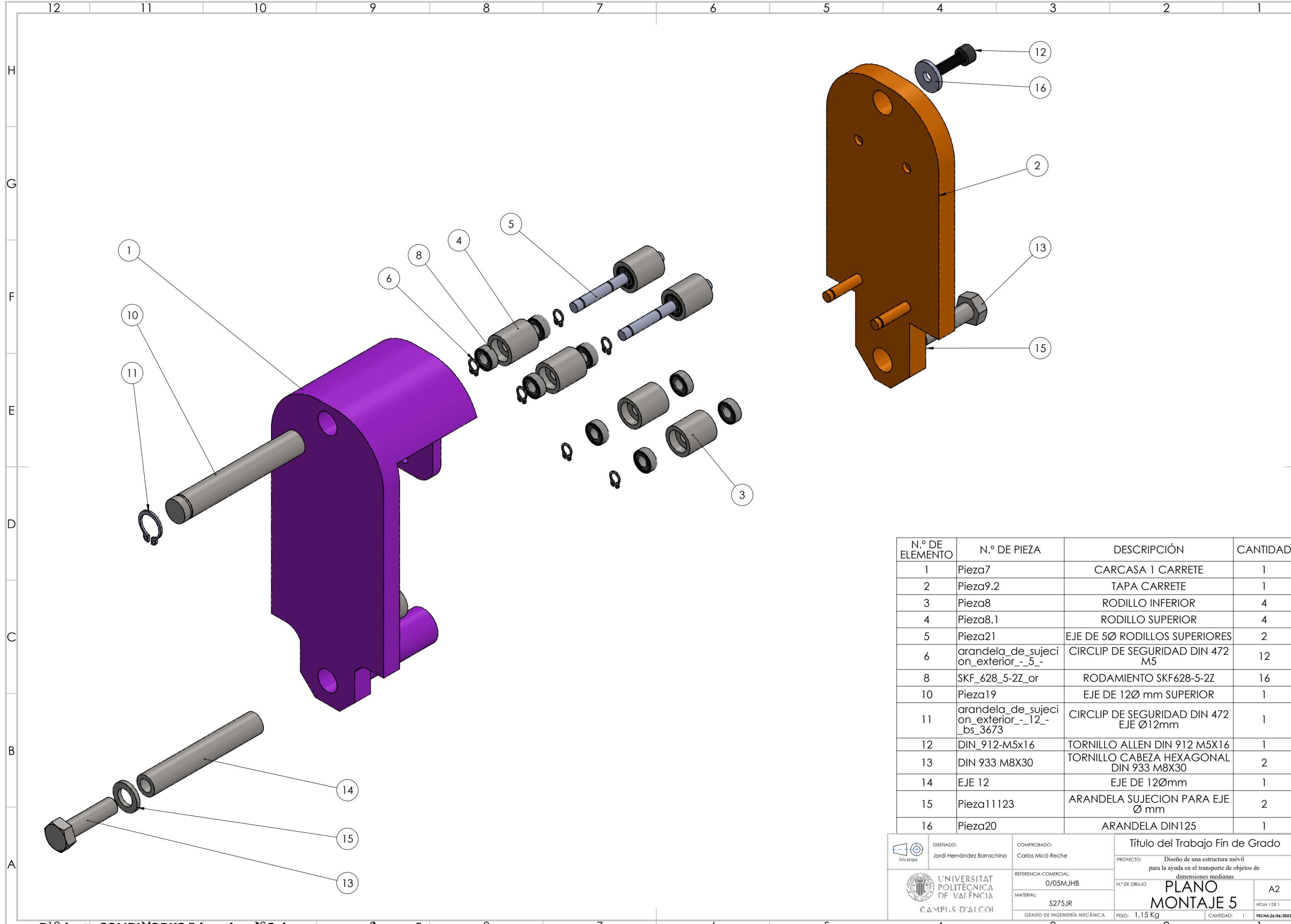
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Pieza14	EJE DE 25Ømm	1
2	Pieza12	POLEA DE DOBLE CANAL	1
3	ARANDELA Ø27 EJE POLEA	ARANDELA Ø27 EJE POLEA	2
4	AR ANDELA GROWER M8	ARANDELA GROWER M8	2
5	DIN 933 M8X30	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL DIN933 M8X30	2
6	Pieza13	CAJÓN POLEA FIJA	1
8	SKF_6005-2RSH_or	RODAMIENTO SKF 6005-2RSH	2
10	circlips_din472_47_1_75	CIRCLIP SEGURIDAD DIN 472 RODAMIENTO	1
11	Pieza70	MOSQUETON	1
12	DIN 933 M6X45	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL DIN933 M6X45	1
13	M6 Nut	TUERCA M6	1

	DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	Título del Trabajo Fin de Grado	
	REFERENCIA COMERCIAL: 0/03MJHB		PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas	
	MATERIAL: S275JR	N.º DE DIBUJO <b>PLANO MONTAJE 3</b>	A3	
	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA	PESO: 5,34 Kg	CANTIDAD: 1	HOJA 3 DE 3
			FECHA: 26/06/2023	



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Pieza15	CAJÓN POLEA MÓVIL	1
2	Pieza14	EJE DE 25Ø mm	1
3	ARANDELA Ø27 EJE POLEA	ARANDELA Ø27 EJE POLEA	2
4	AR ANDELA GROWER M8	ARANDELA GROWER M8	2
5	DIN 933 M8X30	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL DIN933 M8X30	2
7	SKF_6005-2RSH	RODAMIENTO SKF 6005-2RSH	2
9	circlips_din472_47_1_75	CIRCLIP SEGURIDAD DIN472 RODAMIENTO	1
10	Pieza12	POLEA DOBLE CANAL	1

	DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	Título del Trabajo Fin de Grado	
	REFERENCIA COMERCIAL: 0/04MJHB		PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas	
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	MATERIAL: S275JR	N.º DE DIBUJO <b>PLANO MONTAJE 4</b>	A3	HOJA 2 DE 12
	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA	PESO: 4,16 Kg	CANTIDAD: 1	FECHA: 26/06/2023



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Pieza7	CARCASA 1 CARRETE	1
2	Pieza9.2	TAPA CARRETE	1
3	Pieza8	RODILLO INFERIOR	4
4	Pieza8.1	RODILLO SUPERIOR	4
5	Pieza21	EJE DE 5Ø RODILLOS SUPERIORES	2
6	arandela_de_sujecion_exterior_-_5_-	CIRCLIP DE SEGURIDAD DIN 472 M5	12
8	SKF_628_5-2Z_or	RODAMIENTO SKF628-5-2Z	16
10	Pieza19	EJE DE 12Ø mm SUPERIOR	1
11	arandela_de_sujecion_exterior_-_12_-bs_3673	CIRCLIP DE SEGURIDAD DIN 472 EJE Ø12mm	1
12	DIN_912-M5x16	TORNILLO ALLEN DIN 912 M5X16	1
13	DIN 933 M8X30	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL DIN 933 M8X30	2
14	EJE 12	EJE DE 12Ømm	1
15	Pieza11123	ARANDELA SUJECION PARA EJE Ø mm	2
16	Pieza20	ARANDELA DIN125	1

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	DISEÑADO: Jordi Hernández Barrachina	COMPROBADO: Carlos Micó Reche	Título del Trabajo Fin de Grado	
	REFERENCIA COMERCIAL: 0/05MJHB	MATERIAL: S275JR	PROYECTO: Diseño de una estructura móvil para la ayuda en el transporte de objetos de dimensiones medianas	N.º DE DIBUJO <b>PLANO MONTAJE 5</b>
GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA		PESO: 1,15 Kg	CANTIDAD: 1	FECHA: 26/06/2023