



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA
MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA
TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO
COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE
SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

AUTOR/A: Gimeno Llobregat, Sergio

Tutor/a: Jordá Gisbert, Sergio

Cotutor/a: Martínez Sanz, Antonio Vicente

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

Gimeno Llobregat, Sergio. 2021-2022. Diseño y fabricación de una máquina multifuncional de entrenamiento para trabajar el tren inferior del cuerpo humano combinando las funciones de una máquina de sentadilla hacka y una prensa angular.

Resumen

El alumno procede a diseñar las ventajas de una máquina de gimnasio que combine una máquina de sentadilla hacka y una prensa angular para uso privado del diseñador en el garaje de su domicilio.

El estudiante tiene como Objetivo primordial diseñar una máquina que integre una doble funcionalidad en la misma estructura por problemas de espacio libre.

Palabras clave: Diseño, Materiales, Procesos, Máquina y Entrenamiento.

Gimeno Llobregat, Sergio. 2021-2022. Diseny i fabricació d'una màquina multifuncional d'entrenament per a treballar les extremitats inferiors del cos humà que combinant les funcions d'una màquina d'esquat i una premsa angular.

Resum

L'alumne procedeix a disenyar les avantatges d'una màquina de gimnàs que combine una màquina d'esquat i una premsa angular per a ús privat del disenyador al garatge del seu domicili.

L'estudiant té com objectiu principal disenyar una màquina que integre una doble funcionalitat en la mateixa estructura per problemes d'espai lliure.

Paraules clau: Diseny, Materials, Processos, Màquina i Entrenament.

Gimeno Llobregat, Sergio. 2021-2022. Design and manufacture of a combined multifunctional training machine for working the lower body that combines the functions of a hack-squat machine and a leg press.

Abstract

The student proceeds to design the advantages of a gym machine that combines a hack-squat machine and a leg press for the designer's private use in his home garage.

The student's primary objective is to design a machine that integrates a double functionality in the same structure due to free space problems.

Key words: Design, Materials, Process, Machine and Training.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI



GRADO	Ingeniería Mecánica
TÍTULO	Diseño y fabricación de una máquina multifuncional de entrenamiento para trabajar el tren inferior del cuerpo humano combinando las funciones de una máquina de sentadilla hacka y una prensa angular.
TUTOR	Sergio Jordá Gisbert
AUTOR	Sergio Gimeno Llobregat
FECHA	JULIO 2022
VOLUMEN	DOCUMENTO N°1→ INDICE GENERAL

Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	8
1.1	Motivación.	8
1.2	Background.....	8
2	OBJETIVO DEL TRABAJO.	10
2.1	Objetivos generales.....	10
2.1.1	Propuestos por el autor.	10
2.1.2	Requisitos impuestos por la ley.....	10
2.1.3	Objetivos específicos.....	11
3	ANTECEDENTES.	12
3.1	Evolución de las máquinas de gimnasio.....	12
3.2	Tipos y análisis de máquinas para el trabajo de tren inferior.....	14
3.2.1	Análisis y tipos de Máquina Jaca.....	14
3.2.2	Análisis y tipos de prensa para piernas.	15
3.2.3	Extensión para gemelos.	15
3.2.4	Dual jaca-prensa.....	16
3.3	Empresas fabricantes y distribuidoras.	17
3.3.1	Nautilus.	17
3.3.2	Salter.	18
3.3.3	FitLand.....	18
3.3.4	JBS.....	19
3.3.5	Titanium Strenght.....	19
3.4	Descripción de la máquina escogida finalmente.....	20
4	NORMATIVA.	20
4.1	Normativa diseño.....	21
4.2	Normativa procesos de fabricación.	22
5	COMPOSICIÓN.....	23
5.1	Sistemas y subsistemas.	23
5.1.1	Sistema estructural.	23
5.1.2	Sistema de guiado.	24
5.1.3	Carro.....	24
5.1.4	Sistema de cargas.....	25
5.1.5	Sistema de seguridad.	25
5.1.6	Sistema de amortiguación.....	26
5.1.7	Sistema de acolchados.....	26
5.1.8	Sistema de regulación.	27

6	DISEÑO.....	28
6.1	Diseño Estructura.....	28
6.2	Diseño Carro.....	31
6.3	Ruedas de nailon.....	34
6.4	Soportes de los ejes de carga.....	40
6.5	Ejes de carga.....	41
6.6	Plataforma Inferior.....	42
6.7	Plataforma Superior.....	45
6.8	Perfiles metálicos para instalación de pasador de seguridad.....	49
6.9	Tapas.....	50
6.9.1	Tapones 75X75.....	50
6.9.2	Tapones 60X60.....	51
6.9.3	Tapones 60X40.....	51
7	ESTUDIO DE ANTROPOMETRÍA ESTÁTICA.....	52
7.1	Aplicación de la Antropometría.....	52
7.2	Fuente de información en la que se basa el estudio.....	53
7.3	Diseño y dimensionamiento ergonómico.....	54
7.3.1	Ejes guía.....	54
7.3.2	Bloqueos laterales.....	56
7.3.3	Hombreras.....	60
7.3.4	Respaldo acolchado.....	62
7.3.5	Asiento acolchado.....	64
7.3.6	Agarraderas Hombreras.....	65
8	MATERIALES.....	66
8.1	Material de los perfiles metálicos comerciales.....	66
8.2	Material de las ruedas guía.....	69
8.3	Material perfiles macizos.....	71
8.4	Material de los acolchados.....	72
9	PROCESOS DE FABRICACIÓN.....	74
9.1	Posibles procesos de fabricación para el corte de los perfiles comerciales.....	74
9.1.1	Corte de tubo con sierra de cinta.....	75
9.1.2	Corte de tubo con sierra de disco.....	75
9.1.3	Corte de tubo por láser.....	76
9.2	Posibles procesos de fabricación para el corte de planchas metálicas.....	77
9.2.1	Corte por cizalla.....	77
9.2.2	Corte por punzonado.....	78

9.2.3	Corte por oxicorte.	78
9.2.4	Corte por láser.....	79
9.2.5	Proceso escogido para el corte de los perfiles comerciales y las chapas.	79
9.3	Proceso de fabricación aplicable para el corte de las barras de Nailon.....	80
9.4	Proceso de fabricación para el mecanizado de componentes de revolución.....	80
9.5	Granallado automático.....	82
9.6	Posibles procesos aplicable para la unión entre diversos perfiles y chapas.....	82
9.6.1	Unión mediante soldadura por arco.	82
9.6.2	Unión mediante soldadura Oxiacetilénica (Oxigas).	83
9.6.3	Proceso finalmente escogido para la unión de perfiles y chapas entre sí.	84
9.7	Procesos aplicados para la fabricación de los acolchados.	84
9.8	Pintado.	86
10	CONCLUSIÓN Y LÍNEA DE TRABAJO FUTURA.	87
11	BIBLIOGRAFÍA.....	88

Contenido

1	Cálculo analítico.	4
1.1	Cálculo analítico ejes de carga.	4
1.1.1	Reacciones en el eje.	6
1.1.2	Momento de inercia de la sección (circular hueca).	6
1.1.3	Deformaciones en el eje.	6
1.1.4	Diagramas eje.	6
1.2	Cálculo analítico chapas laterales de seguridad.	7
1.2.1	Reacciones en la chapa.	8
1.2.2	Momento de inercia de la sección (rectangular maciza).	8
1.2.3	<i>Deformaciones en el eje.</i>	8
1.2.4	Diagramas chapa.	9
1.3	Cálculo analítico del pasador de seguridad.	9
1.3.1	Reacciones en el pasador.	11
1.3.2	Momento de inercia de la sección (circular maciza).	11
1.3.3	Deformaciones en el eje.	11
1.3.4	Diagramas pasador.	12
2	SIMULACIONES.	13
2.1	Simulación ejes de carga.	15
2.1.1	Tensiones en el eje.	17
2.1.2	Deformaciones en el eje.	18
2.1.3	Factor de seguridad en el eje.	18
2.1.4	Conclusión simulación eje.	19
2.2	Simulación del ensamblaje de los bloqueos laterales de seguridad.	19
2.2.1	Proceso iterativo de simulación.	20
2.2.2	Tensiones en el eje.	21
2.2.3	Primera simulación.	21
2.2.4	Segunda simulación.	22
2.2.5	Tercera simulación.	22
2.3	Simulación del pasador de seguridad.	24
2.3.1	Tensiones en el pasador de seguridad.	26
2.3.2	Deformaciones en el pasador de seguridad.	26
2.3.3	Factor de seguridad en el pasador de seguridad.	26

Contenido

1	PLANOS DE DISEÑO.	3
1.1	PD-01_Prensa	3
1.2	PD-02_jaca	3
2	PLANOS DE MONTAJE.	3
2.1	DM-01_ENSAMBLAJEFINAL_EXPLOSIONADA	3
2.2	DM-01_ENSAMBLAJEFINAL_TABLA	3
3	PLANOS DE FABRICACIÓN.	3
3.1	PF-01_LateralEstructura	3
3.2	PF-02_IntermedioLongitudinal	3
3.3	PF-03_TraseroInferior	3
3.4	PF-04_TraseroSuperior	3
3.5	PF-05_IntermedioCentral	3
3.6	PF-06_IntermedioTrasero	3
3.7	PF-07_TraseroInclinado	3
3.8	PF-08_PerfilesPasador	3
3.9	PF-09_ChapaSuperiorEjeGuia	3
3.10	PF-10_ChapaInferiorEjeGuia	3
3.11	PF-11_EjeGuia	3
3.12	PF-12_RuedaPoliamida	3
3.13	PF-13_Carro	3
3.14	PF-14_Hombreras	3
3.15	PF-15_Orejeta	3
3.16	PF-16_SoportesEjes	3
3.17	PF-17_PlatSup	3
3.18	PF-18_EjePlatSup	3
3.19	PF-19_ChapaPlatInf	3
3.20	PF-20_PlatInf	3
3.21	PF-21_Regulacion	3
3.22	PF-22_SeguridadRegulacion	3
3.23	PF-23_ChapaBloqueo	3
3.24	PF-24_ApoyoBloqueo	3
3.25	PF-25_BloqueoLateralDerecha	3
3.26	PF-26_BloqueoLaterallizquierda	3
3.27	PF-27_EjeCarga	3
3.28	PF-28_PasadorSeguridad	3
3.29	PF-29_EjeMecanizado	3

Contenido

1	Fase I: Diseño Mecánico	3
2	Fase II: Cálculos.	3
3	Componentes.	4
4	Procesos de fabricación.	5
5	Presupuesto de ejecución material.	6
6	Presupuesto Contrata.	6
7	Presupuesto General.	6
8	Conclusión.	6

Contenido

1	Objetivo del pliego. _____	3
2	Pliego de condiciones generales. _____	3
2.1	Normativa aplicada al diseño. _____	3
2.2	Normativa aplicada a los procesos de fabricación. _____	4
2.3	Normativa piezas normalizadas. _____	4
2.4	Embalaje y almacenamiento. _____	4
2.5	Transporte y entrega. _____	4
2.6	Condiciones de seguridad. _____	5
3	Pliego de condiciones técnicas. _____	5
3.1	Materiales. _____	5
3.2	Mantenimiento. _____	6
4	Pliego de condiciones económicas. _____	6



GRADO	Ingeniería Mecánica
TÍTULO	Diseño y fabricación de una máquina multifuncional de entrenamiento para trabajar el tren inferior del cuerpo humano combinando las funciones de una máquina de sentadilla hacka y una prensa angular.
TUTOR	Sergio Jordá Gisbert
AUTOR	Sergio Gimeno Llobregat
FECHA	JULIO 2022
VOLUMEN	DOCUMENTO N°2 → MEMORIA

Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	8
1.1	Motivación.	8
1.2	Background.....	8
2	OBJETIVO DEL TRABAJO.	10
2.1	Objetivos generales.....	10
2.1.1	Propuestos por el autor.	10
2.1.2	Requisitos impuestos por la ley.....	10
2.1.3	Objetivos específicos.....	11
3	ANTECEDENTES.	12
3.1	Evolución de las máquinas de gimnasio.....	12
3.2	Tipos y análisis de máquinas para el trabajo de tren inferior.....	14
3.2.1	Análisis y tipos de Máquina Jaca.....	14
3.2.2	Análisis y tipos de prensa para piernas.....	15
3.2.3	Extensión para gemelos.....	15
3.2.4	Dual jaca-prensa.....	16
3.3	Empresas fabricantes y distribuidoras.....	17
3.3.1	Nautilus.....	17
3.3.2	Salter.....	18
3.3.3	FitLand.....	18
3.3.4	JBS.....	19
3.3.5	Titanium Strenght.....	19
3.4	Descripción de la máquina escogida finalmente.....	20
4	NORMATIVA.....	20
4.1	Normativa diseño.....	21
4.2	Normativa procesos de fabricación.....	22
5	COMPOSICIÓN.....	23
5.1	Sistemas y subsistemas.....	23
5.1.1	Sistema estructural.....	23
5.1.2	Sistema de guiado.....	24
5.1.3	Carro.....	24
5.1.4	Sistema de cargas.....	25
5.1.5	Sistema de seguridad.....	25
5.1.6	Sistema de amortiguación.....	26
5.1.7	Sistema de acolchados.....	26
5.1.8	Sistema de regulación.....	27

6	DISEÑO.....	28
6.1	Diseño Estructura.....	28
6.2	Diseño Carro.....	31
6.3	Ruedas de nailon.....	34
6.4	Soportes de los ejes de carga.....	40
6.5	Ejes de carga.....	41
6.6	Plataforma Inferior.....	42
6.7	Plataforma Superior.....	45
6.8	Perfiles metálicos para instalación de pasador de seguridad.....	49
6.9	Tapas.....	50
6.9.1	Tapones 75X75.....	50
6.9.2	Tapones 60X60.....	51
6.9.3	Tapones 60X40.....	51
7	ESTUDIO DE ANTROPOMETRÍA ESTÁTICA.....	52
7.1	Aplicación de la Antropometría.....	52
7.2	Fuente de información en la que se basa el estudio.....	53
7.3	Diseño y dimensionamiento ergonómico.....	54
7.3.1	Ejes guía.....	54
7.3.2	Bloqueos laterales.....	56
7.3.3	Hombreras.....	60
7.3.4	Respaldo acolchado.....	62
7.3.5	Asiento acolchado.....	64
7.3.6	Agarraderas Hombreras.....	65
8	MATERIALES.....	66
8.1	Material de los perfiles metálicos comerciales.....	66
8.2	Material de las ruedas guía.....	69
8.3	Material perfiles macizos.....	71
8.4	Material de los acolchados.....	72
9	PROCESOS DE FABRICACIÓN.....	74
9.1	Posibles procesos de fabricación para el corte de los perfiles comerciales.....	74
9.1.1	Corte de tubo con sierra de cinta.....	75
9.1.2	Corte de tubo con sierra de disco.....	75
9.1.3	Corte de tubo por láser.....	76
9.2	Posibles procesos de fabricación para el corte de planchas metálicas.....	77
9.2.1	Corte por cizalla.....	77
9.2.2	Corte por punzonado.....	78

9.2.3	Corte por oxicorte.	78
9.2.4	Corte por láser.....	79
9.2.5	Proceso escogido para el corte de los perfiles comerciales y las chapas.	79
9.3	Proceso de fabricación aplicable para el corte de las barras de Nailon.....	80
9.4	Proceso de fabricación para el mecanizado de componentes de revolución.....	80
9.5	Granallado automático.....	82
9.6	Posibles procesos aplicable para la unión entre diversos perfiles y chapas.....	82
9.6.1	Unión mediante soldadura por arco.	82
9.6.2	Unión mediante soldadura Oxiacetilénica (Oxigas).	83
9.6.3	Proceso finalmente escogido para la unión de perfiles y chapas entre sí.	84
9.7	Procesos aplicados para la fabricación de los acolchados.	84
9.8	Pintado.	86
10	CONCLUSIÓN Y LÍNEA DE TRABAJO FUTURA.	87
11	BIBLIOGRAFÍA.....	88

Figura 1: Juegos Olímpicos en Grecia.	12
Figura 2: Primeros bocetos de estructuras para el entrenamiento.	12
Figura 3: Gustav Zander probando una de sus propias creaciones.	13
Figura 4: Máquina Smith, creada por Jack LaLanne.	13
Figura 5: Ejemplos de diferentes angulaciones posibles en la estructura de la máquina.	14
Figura 6: Ejemplos de diferentes angulaciones posibles en la estructura de la prensa para piernas.	15
Figura 7: Diferentes ejecuciones en el trabajo de gemelos.	15
Figura 8: Diversas estructuras similares a las que se pretende desarrollar.	16
Figura 9: Logo empresa Nautilus.	17
Figura 10: Diferentes máquinas de la línea Nautilus.	17
Figura 11: Logo Salter.	18
Figura 12: Máquinas del catálogo Salter.	18
Figura 13: Logo FitLand.	18
Figura 14: Máquina Jaca y Prensa para piernas ofrecidas por FitLand.	18
Figura 15: Logo JBS.	19
Figura 16: Equipamiento dual ofrecidas por JBS.	19
Figura 17: Logo TitaniumStrength.	19
Figura 18: Dual fabricada y distribuida por TitaniumStrength.	20
Figura 19: Renderizado Modelo Final.	23
Figura 20: Perfiles comerciales que componen el sistema estructural.	23
Figura 21: Sistema de guiado.	24
Figura 22: Modelo 3D del Carro.	24
Figura 23: Sistema de cargas.	25
Figura 24: Sistema de seguridad.	25
Figura 25: Localización del sistema de amortiguación a lo largo de la estructura.	26
Figura 26: Posibles configuraciones del sistema de acolchados.	26
Figura 27: Sistema de regulación.	27
Figura 28: En color amarillo se muestran los perfiles de 60x60x3, por otro lado, los pintados en azul hacen referencia a los de 60x40x2.	28
Figura 29: Captura de diversos prontuarios sobre perfiles metálicos de sección cuadrada en los cuales se han cotejado las dimensiones de los perfiles a emplear.	29
Figura 30: Captura de los diferentes Croquis generados para posteriormente crear los perfiles metálicos de la estructura.	29
Figura 31: Método de unión entre perfiles.	30
Figura 32: En azul se muestran las uniones atornilladas, así como en rojo las soldadas.	30
Figura 33: Cortes realizados al perfil trasero inclinado con el objetivo de que este encaje con el resto.	31
Figura 34: En azul se muestran los perfiles de 60x60x3, mientras que en amarillo se localiza el perfil de 75x75x3.	31
Figura 35: En rojo se encuentran señaladas las uniones por soldadura, mientras que en azul las de tornillería.	32
Figura 36: Situación de los diferentes elementos que se anclan al carro.	32
Figura 37: Elementos anclados al carro.	33
Figura 38: Comparativa referente al antes y el después del empleo de la operación Recortar/Extender	33
Figura 39: Diseño final de la rueda de nylon con sus correspondientes rodamientos.	34
Figura 40: : Interacción entre ruedas de nylon y eje guía.	34
Figura 41: Rueda de nylon mecanizada comentada anteriormente.	35
Figura 42: Herramienta para el filtro de rodamientos ofrecida por SKF.	35
Figura 43: Tipo de rodamiento a filtrar, características y leyenda ofrecidas según Tabla NSK.	36
Figura 44: Rangos de valores establecidos en filtro de SKF.	36
Figura 45: Algunas de las diferentes opciones que ofrece el catálogo de SKF tras filtrar por dimensiones.	36
Figura 46: Captura referente a las opciones finales que ofrece el filtro de SKF.	37
Figura 47: Costo por unidad de SKF 6301-2Z.	37

Figura 48: Dimensiones SKF 6301-2Z.	37
Figura 49: Dimensiones de los resaltes SKF 6301-2Z.	38
Figura 50: Croquis final rueda de nylon.	38
Figura 51: Modelo 3D y croquis sobre el cual se extruye la revolución.	38
Figura 52: Medidas del asiento que soportará el anillo elástico.	39
Figura 53: Resultado final unión rodamiento-rueda-carro.	39
Figura 54: Modelo soportes. En azul señalados los perfiles de 60X40X2.	40
Figura 55: Situación de los puntos de soldadura, las roscas para los ejes y los anclajes al carro.	40
Figura 56: Situación general de los soportes y las piezas con las que interactúa.	41
Figura 57: Captura realizada tras la colocación de 11 discos calibrados de 25kg en cada uno de los ejes.	41
Figura 58: Perfiles empleados en la plataforma.	42
Figura 59: Distancia entre las caras inferiores de los perfiles laterales de la estructura.	42
Figura 60: Croquis Plataforma.	43
Figura 61: Situación cordones de soldadura.	43
Figura 62: Anclaje inferior mediante tornillería.	44
Figura 63: Anclaje plataforma-sistema de regulación.	44
Figura 64: Situación del componente que permite la rotación de la chapa metálica evitando colisiones con otras piezas.	45
Figura 65: Situación de los cordones de soldadura a lo largo de la plataforma superior, marcados en color rojo.	45
Figura 66: Émbolo indexado Essentra.	46
Figura 67: Émbolo introducido finalmente al diseño.	46
Figura 68: Vista general de la distribución de los componentes y ampliación a la localización del émbolo indexado.	47
Figura 69: Croquis empleado para las posteriores extrusiones realizadas en la plataforma.	47
Figura 70: Capturas de las extrusiones realizadas en los diferentes contornos del croquis que se muestra en la Figura 42.	47
Figura 71: Foco en diferentes grupos musculares en función de la colocación de los pies por parte del atleta, ofrecida por la página Miguelworkfit.com.	48
Figura 72: Disposición de los perfiles metálicos para la colocación del pasador de seguridad.	49
Figura 73: Situación pasador de seguridad.	49
Figura 74: Tapón para perfil cuadrado 75X75 y dimensiones.	50
Figura 75: Tapón para perfil cuadrado 60X60 y dimensiones.	51
Figura 76: Tapón para perfil rectangular 60X40 y dimensiones.	51
Figura 77: Hombre del Vitruvio. Dibujo realizado por Leonardo Da Vinci tomando en cuenta las proporciones del arquitecto de la Antigua Roma Vitruvio.	52
Figura 78: Portada Libro en el que se ha basado dicho estudio.	53
Figura 79: Situación de los ejes guía y los elementos que se le acoplan.	54
Figura 80: Límite superior del recorrido alcanzado durante la ejecución del ejercicio de sentadilla jaca.	55
Figura 81: Distancia de la superficie superior del carro respecto de la superior de las hombreras.	55
Figura 82: Valor Altura Hombro percentil 95 sexo masculino.	55
Figura 83: Croquis 2D y Modelo 3D donde se muestra la longitud final del eje guía.	56
Figura 84: Captura bloqueos laterales.	56
Figura 85: Distancia límite superior-primera chapa.	57
Figura 86: Croquis mediante el cual se extruyen dichas chapas.	57
Figura 87: Distancia entre chapas.	58
Figura 88: Situación bloqueos laterales.	58
Figura 89: Valor alcance lateral brazo percentil 5 sexo femenino.	59
Figura 90: Distancia existente entre los centros de las agarraderas.	59
Figura 91: Situación Hombreras.	60
Figura 92: Valor anchura hombros percentil 5 sexo femenino.	60
Figura 93: Distancia mínima existente entre hombreras.	60

Figura 94: Anchura hombros percentil 95 sexo masculino. _____	61
Figura 95: Croquis 2D pre-extrusión. _____	61
Figura 96: Modelo 3D respaldo. _____	62
Figura 97: Altura mitad hombro percentil 95 sexo masculino. _____	62
Figura 98: Altura ojo percentil 95 sexo masculino. _____	63
Figura 99: Croquis respaldo. _____	63
Figura 100: Modelo 3D asiento. _____	64
Figura 101: Croquis asiento. _____	64
Figura 102: Situación agarraderas. _____	65
Figura 103: Plano sagital, escapular y frontal. _____	65
Figura 104: Logo Alsimet. _____	66
Figura 105: Captura extraída del catálogo Alsimet referente a las calidades de tubo de hierro que ofrece. _____	67
Figura 106: Captura gráfica referente al primer método de guiado explicado. Máquina Jaca FSDX-06 del fabricante y distribuidor FitLand. _____	69
Figura 107: Método guiado extraído del propio diseño realizado en el presente proyecto. _____	69
Figura 108: Barra de Nailon ofrecida por ServeiEstació. _____	70
Figura 109: Capturas de los diferentes componentes que intervienen en la selección de materiales de este apartado. _____	71
Figura 110: Captura extraída del catálogo Alsimet donde se detalla el tratamiento térmico de los perfiles de acero, así como la calidad de estos. _____	71
Figura 111: Características de la espuma HR inderformable. _____	73
Figura 112: Características técnicas Polipiel seleccionada. _____	73
Figura 113: Logo empresa FerrosPlanes. _____	74
Figura 114: Captura ofrecida por Planes referente al proceso de corte de perfiles comerciales mediante sierra de cinta. _____	75
Figura 115: Captura ofrecida por la empresa FerrosPlanes, situada en Barcelona. _____	75
Figura 116: Captura ofrecida por FerrosPlanes en referencia al proceso de corte por láser. _____	76
Figura 117: Tipos de plancha empleada. _____	77
Figura 118: Acabado ofrecido por parte de la cizalladura. Captura ofrecida por MetalRos. _____	78
Figura 119: Cizalladora controlado por CNC. Instantánea ofrecida por SOME StampingSolutions. _____	78
Figura 120: Ilustración visual proceso de oxicorte. _____	78
Figura 121: Ángulos, avances y velocidades de corte recomendadas para el aserrado de Poliamida. _____	80
Figura 122: Torno CNC Daewoo, modelo Puma 2000Y. _____	80
Figura 123: Instantánea del mecanizado en torno de una pieza. _____	81
Figura 124: Pre y Post de un perfil sometido a granallado. _____	82
Figura 125: Instantánea captada durante la realización de un proceso de soldadura MIG/TIG. _____	83
Figura 126: Imagen didáctica proceso oxigas. _____	83
Figura 127: Proceso MIG/MAG. _____	84
Figura 128: Antes y después de la tabla contrachapada. _____	84
Figura 129: Antes y después de colocar el polyfill que envuelve la espuma. En la imagen a la izquierda Polyfill marcado en verde, espuma marcada en azul y tabla en rojo. _____	85
Figura 130: Resultado final tras el tapizado en polipiel de los elementos que conforman el interior del respaldo. _____	85
Figura 131: Modelado 3D asiento y hombreras. _____	85
Figura 132: Pulverizado electrostático en acción. _____	86
Figura 133: Resultado final tras la aplicación de la pintura. _____	86

1 INTRODUCCIÓN.

A continuación, se procede a realizar una breve introducción del proyecto propuesto.

1.1 Motivación.

En lo referente a los motivos principales por los cuales el alumno ha acabado seleccionando esta idea como la finalmente escogida para la realización del TFG, cabe destacar el interés que presenta este por dos de sus actuales pasiones, la Ingeniería Mecánica y el Deporte.

Ello le lleva a pensar en diseñar una máquina de gimnasio. Como añadido, se debe buscar que presente ciertas características que supongan una diferenciación del resto de máquinas similares (expuestas en los objetivos generales) que se encuentran en el mercado, pues en caso de no hacerlo, carecería de sentido malgastar el tiempo en diseñar y calcular las diferentes partes que componen el ensamblaje.

Si bien es cierto, pese a que en un principio se presentaban ciertas limitaciones en cuanto a conocimientos se refiere, a lo largo del proyecto, se han ido adquiriendo las capacidades necesarias para dar solución a dichas carencias, lo que ha permitido la consumación de este. Además, cabe añadir que se trata de un sector en el cual el alumno está interesado y no descarta la opción de llegar a trabajar en él, por lo que esto suma un punto extra a la hora de seleccionar la idea.

Dicho esto, la unión de los diferentes alicientes comentados anteriormente hace que el autor se decida por llevar a cabo el presente proyecto en relación con el Diseño y Cálculo de una máquina de musculación.

1.2 Background.

Por lo que respecta a la experiencia de la que se partía en estos campos, se puede considerar que el alumno ya poseía una base de conocimientos previos tanto en el modelado 3D como en el ámbito del entrenamiento de fuerza e hipertrofia.

Ambos terrenos fueron descubiertos prácticamente a la par, debido a que tras comenzar los estudios el alumno se inicia en el mundo del entrenamiento, así como cursa la asignatura de Ingeniería en Diseño Industrial, que le lleva a indagar en el ámbito del Diseño 3D.

Dicho esto, a lo largo de estos tres últimos años se han llevado a cabo diferentes proyectos entre los cuales cabe destacar el diseño de un Kart de competición, el molde de una extrusora, diversos sistemas de transmisión de potencia con sus correspondientes componentes como árboles, cojinetes, rodamientos, engranajes etc.

Por otra parte, en cuanto a la práctica de esta disciplina deportiva, se han ido adquiriendo conocimientos teóricos, así como prácticos a lo largo de estos 3 últimos años. Esto se ha llevado a cabo principalmente por medio de la experiencia personal, así como a través de los conocimientos que comparten diversos atletas profesionales a través de sus redes sociales.

En siguiente lugar, se puede considerar que el interés ha crecido de manera exponencial y se ha comenzado a entrenar de una manera más eficiente y personalizada, recurriendo a diferentes entrenadores personales de este sector, lo que ha desembocado en el conocimiento de diversos métodos aplicables en este campo. Fruto de la propia experiencia del atleta y sus preparadores, se puede afirmar que este ha probado infinidad de máquinas diferentes en diversos gimnasios.

Por último, tras haber comentado esto, se puede considerar que el proyecto presenta cierto valor añadido pues el alumno no aplica sus conocimientos en casos hipotéticos, sino que el trabajo se lleva a cabo desde el punto de vista de una persona con cierta experiencia en este sector, así como se encuentra actualizado en temas relacionados con esta disciplina deportiva.

2 OBJETIVO DEL TRABAJO.

Habiéndose realizado una introducción completa para así entender de una mejor manera el proyecto, se procede ahora a comentar las premisas que se van a tener en cuenta a lo largo de la realización de este trabajo, así como los objetivos de este.

Cabe destacar que muchos de estos coincidirán con los que el alumno se propuso antes de comenzar el trabajo, mientras que otros han sido descubiertos una vez se ha llevado a cabo la búsqueda de información, así como de normativa en relación con el equipamiento para el entrenamiento.

Por ello, es que se diferencian a continuación:

2.1 Objetivos generales.

2.1.1 Propuestos por el autor.

De entre los cuales cabe destacar, en primer lugar, la creación de una máquina que incorpore diversas funcionalidades con el objetivo de reducir el espacio que esta ocupe. Esto nace en base a la necesidad de conseguir un lugar de trabajo lo más eficiente posible en relación con el espacio disponible del que dispone el alumno en su lugar de entrenamiento.

Por otra parte, el segundo de los objetivos se basa en conseguir un diseño cuya calidad biomecánica sea óptima, evitando así al máximo posible las lesiones por parte del atleta, al mismo tiempo que se pretende conseguir que este se encuentre cómodo a la hora de realizar el ejercicio y trabaje los músculos objetivo de forma adecuada.

Finalmente, el último de los objetivos generales surge a partir de una necesidad que el alumno detecta en gran cantidad de las máquinas que ha utilizado a lo largo de su trayectoria deportiva, y es que, el recorrido o el espacio que ofrecen estas, es insuficiente para gente de talla alta. Por lo que, se analizará el diseño una vez realizado para demostrar que cumple satisfactoriamente a la hora de ser empleada por un amplio espectro de la población

2.1.2 Requisitos impuestos por la ley.

La ley expone que el requisito principal a tener en cuenta es el de garantizar la ausencia de riesgos para el atleta, así como de peligro de accidente. Para ello, se pretende conseguir lo siguiente:

Estabilidad frente a cargas horizontales y verticales, permanentes como el peso propio o variables, la estabilidad debe estar asegurada de forma que nunca se produzca el vuelco o el deslizamiento. Los anclajes, cuando existan, deben asegurar la estabilidad.

Resistencia frente a acciones permanentes o variables, de forma que no se rompa o se deforme en exceso.

Flexibilidad con deformación limitada frente a cargas, ausencia de flecha residual y resistencia a fatiga cuando lo requiera el equipamiento deportivo.

Ausencia de aristas o bordes cortantes.

Ausencia o protección de partes prominentes que constituyan un riesgo de impacto o de enganche.

Ausencia de huecos o espacios entre las partes constituyentes del equipamiento que puedan producir aprisionamiento de partes del cuerpo.

Almohadillado absorbente de impactos en las zonas de contacto con el deportista, donde haya riesgo de golpes.

Ausencia de ganchos u otros elementos similares que originan lesiones corporales.

Si existen partes móviles debe quedar impedido el riesgo de golpes, cortadura o aprisionamiento del deportista por los elementos móviles.

Protección de los elementos metálicos frente a la corrosión.

2.1.3 Objetivos específicos.

Los cuales consisten en demostrar los conocimientos y aptitudes adquiridas a lo largo del Grado en Ingeniería Mecánica, más en concreto en los pilares fundamentales que constituyen de manera general el presente proyecto, como pueden ser el cálculo estructural y la selección de materiales y procesos de fabricación.

3 ANTECEDENTES.

3.1 Evolución de las máquinas de gimnasio.

Tras contrastar diferentes fuentes de información, se puede afirmar que el concepto de 'entrenamiento' surge en la Antigua Grecia allá por el Siglo VI a.C. Es aquí donde nace el culto y la dedicación al deporte, así como al físico.

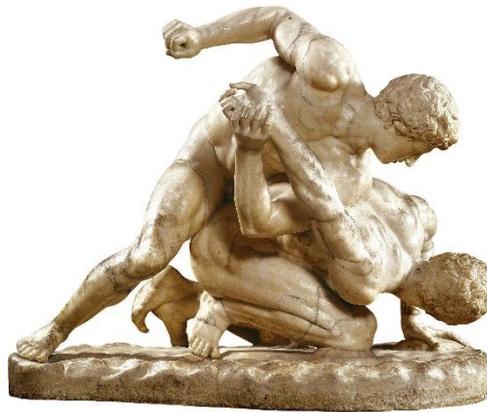


Figura 1: Juegos Olímpicos en Grecia.

Además, cabe destacar la existencia de los primeros 'gimnasios' en dicho territorio, aunque por aquel entonces, estos no estaban poblados de maquinaria donde practicar ejercicio, sino que eran lugares destinados a la educación de los jóvenes en los ámbitos físico-intelectuales.

Ya en la Edad Media, período comprendido entre el Siglo V-XV d.C., se destinan lugares para entrenar a los soldados físicamente para la guerra. Aunque para entonces no existían máquinas para realizar ejercicio, ya existían algunos mecanismos de entrenamiento.

Por lo que respecta a las primeras máquinas de entrenamiento, los primeros bocetos sobre estas datan del Siglo XVIII, realizados por el alemán Johann Christoph. Tan solo 50 años después surgen los primeros gimnasios exteriores e interiores en Alemania.

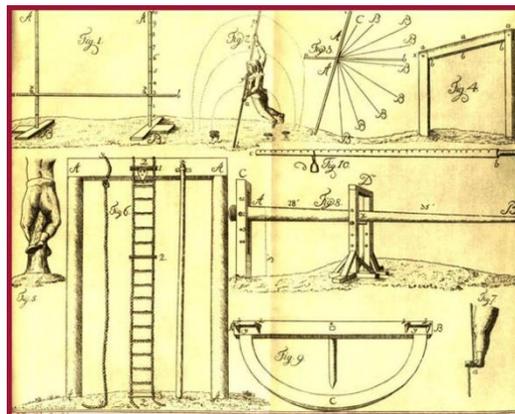


Figura 2: Primeros bocetos de estructuras para el entrenamiento.

En lo referente a las primeras máquinas tal y como se conocen hoy en día, estas se inventan entre 1860 y 1890 por el médico sueco Gustav Zander, con el fin de tratar terapéuticamente a sus pacientes por medio de aparatos especiales que empleaban sistemas de resortes y poleas para guiar el peso. Dichos sistemas intentaban emular actividades cotidianas de la época, como montar en bicicleta, subir escaleras o incluso remar, por lo que se considera un gran avance en la calidad de vida de algunas personas, debido a que anteriormente, la gente débil o incapaz de mover grandes cargas no tenía la posibilidad de realizar ningún tipo de ejercicio físico.

A modo de curiosidad, cabe destacar que, en rasgos generales, alguna de sus creaciones ha perdurado en el tiempo sirviendo a modo de inspiración a la hora de diseñar los equipos que hoy en día se pueden observar en la mayoría de los gimnasios.



Figura 3: Gustav Zander probando una de sus propias creaciones.

Ya en la segunda mitad del Siglo XX, Jack LaLanne, más conocido como el gurú del fitness, inventa algunos ejercicios, así como desarrolla algunas de las máquinas más conocidas hoy en día, como puede ser la primera máquina cable-polea, la máquina Smith (Multipower) y la primera máquina de extensiones de pierna. Posteriormente, se introducen en los gimnasios las primeras máquinas para la mejora de la capacidad cardiovascular, como las cintas de correr, las elípticas...



Figura 4: Máquina Smith, creada por Jack LaLanne.

Ya en 1970, Arthur Allen Jones funda Nautilus, una de las compañías más importantes dedicadas a la invención y fabricación de máquinas de ejercicio. Cabe destacar que esta empresa continúa en el mercado hoy en día y es, posiblemente, una de las que más renombre tiene en el sector Fitness.

Posteriormente a este hecho, surgen numerosas compañías en este sector las cuales aumentan la competencia, lo que se ve traducido en que salga nueva maquinaria al mercado, siendo esta cada vez más innovadora, eficiente y asequible.

3.2 Tipos y análisis de máquinas para el trabajo de tren inferior.

En primer lugar, cabe mencionar la existencia de diferentes tipos de maquinaria, así como diversas clasificaciones a la hora de enumerar estos. Por un lado, se puede encontrar una primera clasificación en función de la finalidad con la que se diseñan, distinguiendo las máquinas aeróbicas de las de musculación. Mientras que las primeras tienen como objetivo la mejora del sistema cardiovascular, las segundas pretenden que, mediante su uso, se mejore el sistema muscular, tanto a nivel de fuerza como de hipertrofia.

En segundo lugar, se procede a realizar una nueva clasificación según la parte del cuerpo que se trabaja mediante su ejecución, pudiendo discernir entre el tren superior y el inferior. Por tren superior se hace referencia al cuello, tronco, brazos y antebrazos, mientras que el inferior engloba a la cadera, muslo y pierna.

Por consiguiente, la máquina tratada en este trabajo se trata de un sistema multifuncional enfocado a la musculación, así como su objetivo principal es el de trabajar el tren inferior del cuerpo. Para ello, se ha desarrollado un mecanismo que permite realizar diversas funciones en la misma estructura, por lo que se procede a analizar los diferentes tipos de máquina existente en relación con las funciones que se puede realizar dentro de esta.

3.2.1 Análisis y tipos de Máquina Jaca.

Se trata de una máquina donde el objetivo es realizar una flexión de rodilla, similar al de una sentadilla libre, salvo que, en este caso, el ejercicio es guiado por unos ejes, lo que implica diferentes ventajas que se comentan a continuación. En primer lugar, se podrán alargar más las series, debido a que el atleta se encuentra protegido por diferentes elementos de seguridad localizados en la estructura. Al mismo tiempo, ello le permitirá que los músculos estabilizadores no actúen en la misma medida que en una sentadilla libre, lo que hará que las fibras reclutadas a la hora de realizar el ejercicio sean diferentes y el estímulo que pueda recibir el músculo sea mayor. Como añadido, cabe destacar que se pueden encontrar diferentes tipos de jaca en función de la inclinación de su estructura respecto del suelo, la manera en la que el movimiento es guiado (rodamientos, guía con interior de Nylon...)



Figura 5: Ejemplos de diferentes angulaciones posibles en la estructura de la máquina.

3.2.2 Análisis y tipos de prensa para piernas.

Por lo que respecta a la prensa para piernas, se trata de un ejercicio cuya ejecución implica una extensión de cadera y rodilla, así como una dorsiflexión plantar, no pudiendo aislar en ningún caso dichos patrones de movimiento, lo que convierte al cuádriceps y el glúteo en los músculos objetivo. Cabe destacar que, se le podrá dar mayor énfasis a uno u a otro en función de la colocación de los pies en la plataforma, partiendo de la premisa por la cual, cuanto más abajo y cerrados se encuentren los pies, mayor estímulo al cuádriceps, mientras que a mayor elevación se encuentren estos, mayor foco en el glúteo.

Además, en lo referente a este caso, existen diferentes tipos de prensa en función del grado de inclinación existente entre la estructura y el suelo, pudiendo llegar a ser incluso completamente horizontales o verticales, tal y como se mostrará a continuación. Además del grado de inclinación, se pueden encontrar prensas unilaterales o bilaterales, de palanca o de placas...



Figura 6: Ejemplos de diferentes angulaciones posibles en la estructura de la prensa para piernas.

3.2.3 Extensión para gemelos.

Existen diferentes métodos para llevar a cabo la ejecución de extensión para gemelos, desde máquinas en las que el atleta se encuentra tumbado o de pie, hasta con barra libre, guiado por ejes etc. En lo referente a la articulación involucrada en este tipo de ejercicios, se puede afirmar que es el tobillo el que trabaja en dorsiflexión plantar a la hora de realizar dicha extensión, encontrándose la rodilla en completa extensión.

Dicho esto, se muestra a continuación una serie de imágenes donde se puede apreciar el trabajo del gemelo en sus diferentes variantes, ya comentadas anteriormente:



Figura 7: Diferentes ejecuciones en el trabajo de gemelos.

3.2.4 Dual jaca-prensa.

Ahora sí, en lo referente a este proyecto, se procede a caracterizar el ámbito en el que se encuentra la máquina que se desea desarrollar.

En primer lugar, como ya se ha comentado anteriormente, se afirma que dicha estructura podrá ser pautada y empleada en diferentes rutinas de entrenamiento, tanto en contextos de trabajo de fuerza como de hipertrofia, debido a que los ejercicios que se pueden desarrollar en esta son principalmente multiarticulares guiado por ejes, lo que da un amplio rango de posibilidades a la hora de enfocar diferentes músculos del tren inferior del cuerpo humano.

En segundo lugar, este tipo de máquinas suele presentar una estructura formada por un conjunto de perfiles metálicos, ya sean rectangulares o cuadrados, los cuales presentan cierta angulación respecto del suelo, lo que se verá traducido directamente en la carga que estará levantando el atleta. A menor ángulo, menor carga y viceversa.

Por otro lado, este tipo maquinaria suele ir guiada por ejes, cambiando en este caso el elemento que se acopla a estos (rodamientos, correderas...). Por último, otra de las características que presentan estas máquinas es la de presentar elementos regulables e intercambiables, lo que permite que ciertos componentes cumplan diversas funcionalidades, así como se reduzca la cantidad de piezas a usar.

A continuación, se muestran ciertos modelos que se encuentran en el mercado de este tipo de máquinas.



Figura 8: Diversas estructuras similares a las que se pretende desarrollar.

3.3 Empresas fabricantes y distribuidoras.

En primer lugar, cabe destacar la elevada competencia existente hoy en día dentro del sector 'fitness'. Ello hace que, tanto las empresas ya asentadas, como las que han salido a mercado recientemente, deban innovar y buscar su propio nicho de mercado con el fin de perdurar en el tiempo y destacar de entre el enorme número de compañías habidas y por haber.

A continuación, se procede a enumerar un listado de empresas, tanto fabricantes como distribuidoras, que se han considerado como las más prestigiosas del momento, las cuales además trabajan con maquinaria similar a la que se pretende desarrollar en este proyecto, y de entre las cuales se han tomado ciertas referencias a la hora de modelar en 3D el diseño propuesto por el autor.

3.3.1 Nautilus.



Figura 9: Logo empresa Nautilus.

Nació en 1970, revolucionando muchos de los estándares del fitness, por lo que se le considera de manera generalizada como el fundador del gimnasio comercial moderno. Actualmente, dispone de una amplia gama de equipos de entrenamiento, de entre los que cabe destacar la amplia gama de equipamiento deportivo para uso doméstico, sobre el cual la empresa ha colocado el foco desde hace ya unos años.

Dicho esto, cabe destacar que se han tomado algunos ejemplos de maquinaria desarrollada por esta compañía con anterioridad a que esta dejara de desarrollar productos similares a los que el presente proyecto propone.



Figura 10: Diferentes máquinas de la línea Nautilus.

3.3.2 Salter.



Figura 11: Logo Salter.

Se trata de un fabricante europeo cuyos inicios en el sector fitness se remontan a mediados del siglo pasado, considerándose una de las empresas más longevas del sector. Su amplio catálogo de musculación fusiona los conceptos 'tecnología' y 'diseño' con el fin de ayudar al atleta a llegar al límite.



Figura 12: Máquinas del catálogo Salter.

3.3.3 FitLand.



Figura 13: Logo FitLand.

Es un fabricante español con más de 20 años de experiencia en el mercado de la maquinaria de musculación. Actualmente cuenta con más de 200 modelos en catálogo y cabe destacar que sus máquinas no son fabricadas en serie, lo que permite que su departamento de I+D esté en constante desarrollo de nuevos modelos, o en defecto, les permite actualizar los anteriores diseños, adaptándose a nuevas necesidades.



Figura 14: Máquina Jaca y Prensa para piernas ofrecidas por FitLand.

3.3.4 JBS.



Figura 15: Logo JBS.

Destaca por su amplio catálogo con máquinas para la ejecución de ejercicios de musculación, así como por su servicio personalizado de venta, mediante el cual se pueden buscar la adaptación de la maquinaria al cliente que la compra.

Además, se puede afirmar que se trata de una de las pocas empresas que se dedica al diseño, venta y fabricación de maquinaria cuyas funcionalidades coinciden con las que se pretende dotar a la maquinaria diseñada en el presente proyecto.



Figura 16: Equipamiento dual ofrecidas por JBS.

3.3.5 Titanium Strength.



Figura 17: Logo TitaniumStrength.

Se trata de una empresa de origen nacional y es considerada como una de las empresas que mayor crecimiento e impacto tuvo durante la pandemia del año 2020.

Su servicio de venta y distribución creció exponencialmente durante este período de tiempo debido a la calidad-precio de su maquinaria, así como la desesperada búsqueda por parte de la sociedad de encontrar maquinaria para la práctica de deporte debido al cierre total de los gimnasios comerciales.

Cabe mencionar que, esta empresa, se ha encontrado también un modelo de características similares al que se pretende desarrollar, por lo que se muestra a continuación dicha maquinaria.



Figura 18: Dual fabricada y distribuida por TitaniumStrength.

3.4 Descripción de la máquina escogida finalmente.

Extrapolado a este proyecto, la máquina finalmente diseñada se puede caracterizar por ser de tipo guiada, en este caso, por rodamientos que se acoplarán a unos ejes, los cuales estarán soportados por una estructura que formará 45º de inclinación respecto del suelo. Además, para poder desarrollar la doble funcionalidad que se pretende, el armazón presentará un mecanismo que permitirá rotar una plataforma con el objetivo de realizar la extensión de cadera y rodilla que implica la prensa angular, o, por el contrario, esconder esta con fin de realizar la flexión de rodilla correspondiente al movimiento que describe una máquina jaca. Además, incluirá diferentes acolches, uno de estos a modo de asiento intercambiable cuya función será la de aportar comodidad a la hora de realizar ambos ejercicios.

Por último, se puede afirmar que queda a disposición del atleta la realización de un tercer ejercicio, conocido como extensión de gemelo, para propiamente trabajar dicho músculo, lo que le aporta un extra a dicha máquina cuyo objetivo inicial era la práctica de 2 movimientos.

4 NORMATIVA.

En lo referente a la normativa aplicable a este proyecto, existe un amplio abanico de leyes a cumplir. El conjunto de estas ha sido extraído de diferentes trabajos de fin de grado enfocados en un ámbito similar al de este, así como también se ha podido descubrir normativa aplicable en diferentes fichas técnicas de maquinaria de gimnasio.

El órgano encargado de la normalización española en este campo es el Comité Técnico de UNE (Normalización Española) UNE/CTN 147 "Deportes, Campos de juego y otros equipos de recreo" y en concreto su Subcomité Técnico UNE/CTN 147/SC2 el cual, así mismo realiza el seguimiento de los trabajos de normalización europea (CEN) del Comité Técnico CEN/TC 136.

Las normas de equipamiento deportivo consideran fundamentalmente los siguientes aspectos:

Requisitos de seguridad: Garantizan la ausencia de riesgos y de peligro de accidente, los más generales son:

Estabilidad frente a cargas horizontales y verticales, permanentes como el peso propio o variables, la estabilidad debe estar asegurada de forma que nunca se produzca el vuelco o el deslizamiento. Los anclajes, cuando existan, deben asegurar la estabilidad.

Resistencia frente a acciones permanentes o variables, de forma que no se rompa o se deforme en exceso.

Flexibilidad con deformación limitada frente a cargas, ausencia de flecha residual y resistencia a fatiga cuando lo requiera el equipamiento deportivo.

Ausencia de aristas o bordes cortantes.

Ausencia o protección de partes prominentes que constituyan un riesgo de impacto o de enganche.

Ausencia de huecos o espacios entre las partes constituyentes del equipamiento que puedan producir aprisionamiento de partes del cuerpo.

Almohadillado absorbente de impactos en las zonas de contacto con el deportista, donde haya riesgo de golpes y donde se permita.

Ausencia de ganchos u otros elementos similares que originan lesiones corporales.

Si existen partes móviles debe quedar impedido el riesgo de golpes, cortadura o aprisionamiento del deportista por los elementos móviles.

Protección de los elementos metálicos frente a la corrosión.

Requisitos funcionales: Aseguran que el producto se adecue a la función para la que se fabrica, generalmente se establecen dimensiones, criterios de diseño, materiales, etc.

Métodos de ensayo: Se establecen en la propia norma o por referencia a otras normas los métodos de ensayo para verificar el cumplimiento de los requisitos anteriores.

Instrucciones de montaje y de uso: Las normas exigen que el fabricante o vendedor debe aportar, junto con el equipamiento, instrucciones de cómo montar correctamente el equipo, así como las instrucciones de uso para que no se produzca un accidente por utilización incorrecta por desconocimiento.

Mantenimiento: El equipamiento deportivo debe ser sometido a revisión periódica de acuerdo con las instrucciones que dé el fabricante o vendedor.

Letrero de advertencia: En algunos equipamientos como porterías, canastas, etc. las normas requieren la existencia de un letrero o cartel de advertencia permanente y fijado en el mismo equipamiento que informe de la forma de uso, advierta de los usos no permitidos y del riesgo que esto origina.

Marcado: El equipamiento que cumple la norma deberá marcarse con el número de dicha norma EN, el nombre del fabricante, importador o vendedor, año de fabricación, etc. Esto supone una declaración de conformidad del fabricante y le hace responsable de ello. No se debe confundir este marcado con la certificación del producto.

Una vez comentado esto, las normas aprobadas de equipamientos para deportes en relación con este proyecto se van a dividir en dos campos, que son los siguientes:

4.1 Normativa diseño.

- ❖ **UNE-EN 17229:2019 (Centros de fitness)**. Estipula una serie de recomendaciones a seguir en relación con la higiene, ventilación, temperatura, calidad de la luz, nivel de

ruido y demás en el ámbito de las instalaciones deportivas. Así mismo, se redactan ciertos requisitos que se deben cumplir en lo referente a la seguridad, el equipamiento estacionario, el mantenimiento etc.

- ❖ **UNE-EN ISO 20957-1:2014 (Equipos fijos para entrenamiento)** - Parte 1: Requisitos generales de seguridad y métodos de ensayo. En este documento se redactan ciertos requisitos de seguridad en relación con la estabilidad del equipo, el aprisionamiento del usuario, los elementos de regulación y bloqueo, los cuidados y el mantenimiento, las instrucciones de montaje, de uso etc. Por otro lado, se estipulan ciertos métodos de ensayo que desembocan en un informe final de ensayo donde se proponen ciertas situaciones desfavorables que debe de ser capaz de superar el equipamiento sin que este vuelque, deforme o quiebre. Cabe destacar que dichas situaciones se suelen llevar a cabo en laboratorio con instrumentos de alta precisión, y lo más parecido que se llevará a cabo en este proyecto son los cálculos a mano, así como las diversas simulaciones con SolidWorks.
- ❖ **UNE EN 12503:2001 [4-5-6-7]:** Determinación de la absorción de impactos en acolches y colchonetas. Determinación de la fricción base en acolches y colchonetas. Determinación de la fricción superior en acolches y colchonetas. Determinación de la rigidez estática en acolches y colchonetas.
- ❖ **DOUE-L-2011-81464:** Boletín oficial del estado que regula los requisitos de seguridad de equipos para gimnasia. Estipula que los productos cumplirán el requisito general de seguridad contemplado en la Directiva 2001/95/CE y ser «seguros» en el sentido de su artículo 2, letra b). En particular, el producto será seguro en condiciones de uso normales, previsibles y razonables, incluido el almacenamiento, el transporte seguro al almacén, la instalación y el mantenimiento, el desmontaje y durante toda su vida útil. El producto también será seguro para usuarios profesionales (por ejemplo, entrenadores o profesores).
Además, menciona que, durante las condiciones de uso del equipo normales, razonables y previsibles, se minimizará el riesgo de lesión o perjuicio para la salud y la seguridad. Ninguna parte accesible al usuario durante el uso normal o previsto provocará lesiones o afectará a su salud.

4.2 Normativa procesos de fabricación.

Por otro lado, a continuación, se detalla la normativa pertinente a los procesos de fabricación a emplear:

En cuanto a los procesos es una normativa sencilla pero que hay que cumplir sin ningún miramiento. Como se emplearán diferentes maquinarias para procesar los materiales antes de su unión, no hay que intervenir en esa fase ya que las propias máquinas cumplen la normativa. En cambio, sí que hay que tenerla en cuenta a la hora de las uniones que se realizarán con soldadura MIG/MAG.

- ❖ **UNE EN ISO 3834:** Requisitos de calidad para soldadura de materiales metálicos por fusión.
- ❖ **EN 1090:** Certificación para construcciones en acero y aluminio.

5 COMPOSICIÓN.

En lo referente a la composición de la máquina, se va a proceder con el análisis de los diferentes elementos constructivos que componen esta, así como los sistemas y subsistemas que conforman el ensamblaje final. Esto se realiza con el objetivo de comprender mejor el apartado del diseño, que se desarrollará a continuación de este.



Figura 19: Renderizado Modelo Final.

5.1 Sistemas y subsistemas.

Por lo que respecta a los sistemas y subsistemas que la forman, se puede realizar la clasificación siguiente:

5.1.1 Sistema estructural.

En primer lugar, se analiza el sistema estructural, formado por una base y un cuerpo de perfiles metálicos, cuya función es la de soportar el resto de los componentes que se anclan a dichos perfiles mediante diferentes métodos de unión (principalmente tornillería y soldadura), así como la de absorber parte de las vibraciones producidas durante la ejecución del ejercicio.



Figura 20: Perfiles comerciales que componen el sistema estructural.

5.1.2 Sistema de guiado.

Por otra parte, se detalla el sistema de guiado. Los componentes que lo conforman son las ruedas de nailon, los rodamientos que se acoplan en su interior, los ejes guía y el eje mecanizado que permite la unión de sendos elementos. Dichos elementos trabajan en conjunto con el objetivo de que el movimiento del carro sea guiado en todo momento gracias al deslizamiento de los rodamientos de nylon sobre los ejes.



Figura 21: Sistema de guiado.

5.1.3 Carro.

En tercer lugar, se procede a analizar el carro, elemento constructivo imprescindible conformado por diferentes perfiles metálicos soldados entre sí. Tal y como se ha comentado anteriormente es guiado por unos rodamientos que se sitúan en los ejes guía de la máquina. Entre sus diversas funciones cabe destacar que es el anclaje de diversos componentes como los ejes donde se colocan las cargas, la plataforma que permite apoyar los pies durante la ejecución del ejercicio de prensa para piernas, así como se anclan diversos acolchados (respaldo, hombreras...)

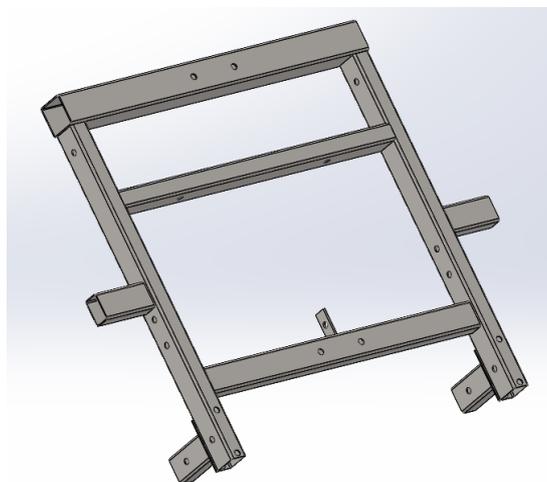


Figura 22: Modelo 3D del Carro.

5.1.4 Sistema de cargas.

A continuación, se estudia el sistema de cargas, compuesto por dos perfiles metálicos que se anclan al carro. En la unión de dichos perfiles, se atornillan dos perfiles tubulares de sección circular los cuales serán los encargados de portar las cargas (discos) que el atleta quiera introducir sobre estos ejes, limitándose dicha carga a un máximo de 200 kilogramos por eje.

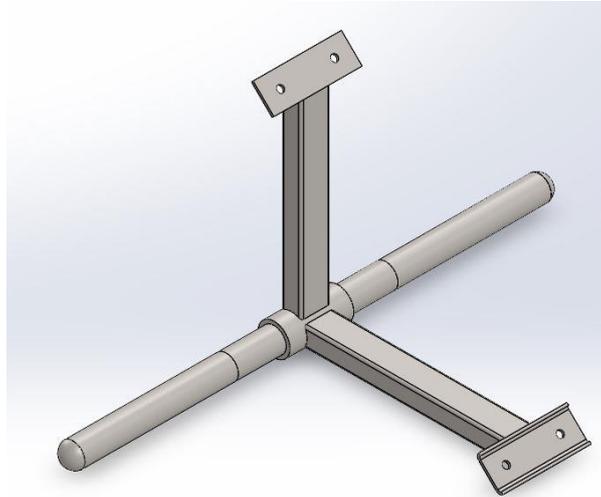


Figura 23: Sistema de cargas.

5.1.5 Sistema de seguridad.

En siguiente lugar, el sistema de seguridad, uno de los más importantes del proyecto y probablemente sobre el que más hincapié se haya hecho, tanto en el diseño como en los cálculos. Este está conformado por diversos elementos constructivos como el pasador de seguridad, los topes laterales y las guías que presenta el sistema de regulación de la plataforma inferior de la máquina. Su función es la de neutralizar cualquier fallo que pueda suceder durante la ejecución del ejercicio el cual pueda poner al atleta en peligro.

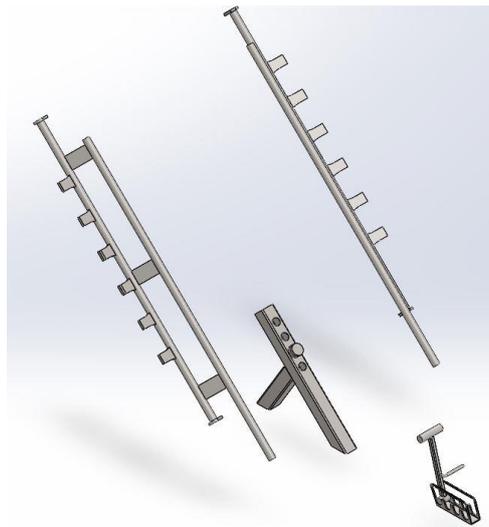


Figura 24: Sistema de seguridad.

5.1.6 Sistema de amortiguación.

A continuación, se detalla el sistema de amortiguación de la máquina. Cabe destacar que este se puede localizar a lo largo del sistema estructural, así como en diferentes partes del carro y el principal objetivo es reducir al máximo posible una de las grandes problemáticas que presenta el equipamiento deportivo, es decir, el ruido que este genera durante la ejecución del ejercicio. De entre los diferentes componentes que lo conforman se destacan la amortiguación de la propia bancada, así como los amortiguadores que se presentan en el límite superior e inferior del recorrido, tanto en los ejes guía como en el cuerpo de la propia estructura.

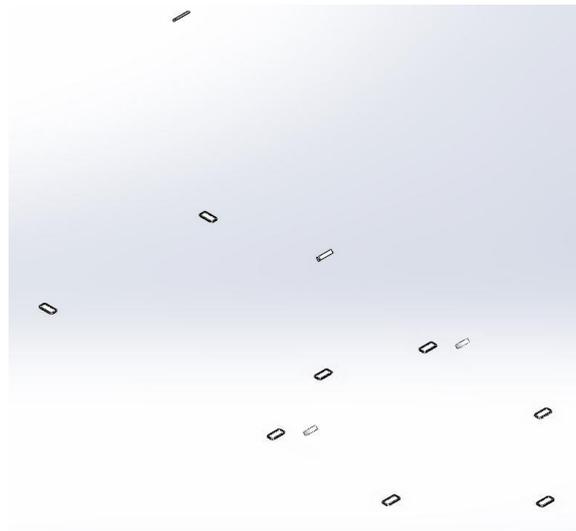


Figura 25: Localización del sistema de amortiguación a lo largo de la estructura.

5.1.7 Sistema de acolchados.

Por otro lado, se encuentra el sistema de acolchados, compuesto por los diferentes elementos con los que el atleta procede a estar en contacto durante la realización del entrenamiento. Su diseño se ha basado en la ergonomía y su función se basa en aportar comodidad y seguridad al atleta, así como alguno de los objetivos a cumplir con este tipo de elementos es principalmente el de cumplir la normativa, la cual impone unas restricciones en los materiales a emplear y demás.

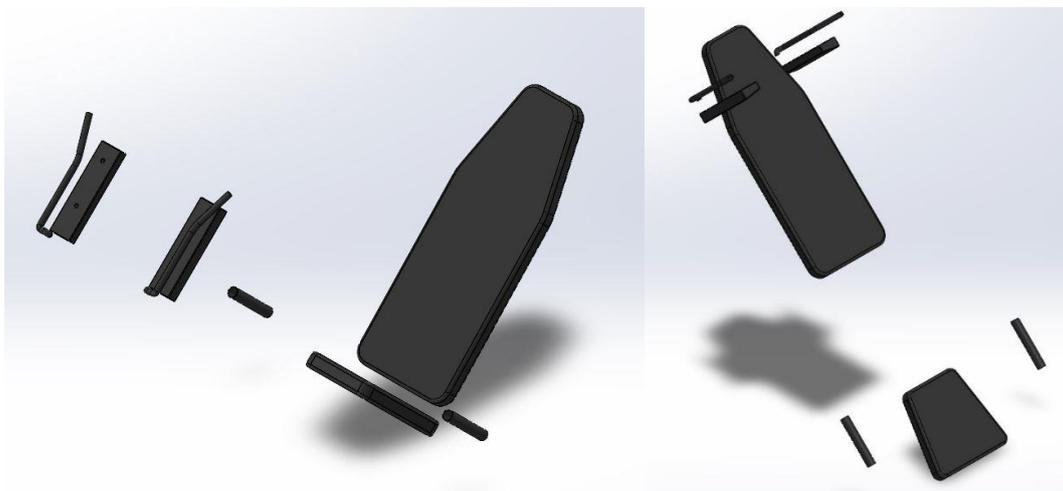


Figura 26: Posibles configuraciones del sistema de acolchados.

5.1.8 Sistema de regulación.

Por último, se analiza el sistema de regulación, localizado en la plataforma inferior de la máquina y cuya función es la de cambiar el grado de inclinación de los diferentes ejercicios a ejecutar. Esto se hace con el objetivo de buscar la comodidad del atleta durante el entrenamiento, así como permite adaptarse a los diversos grados de movilidad que este presente en las articulaciones de tobillo, rodilla o cadera. Pese a que se ha comentado que se trata de un sistema, este es, en sí, un elemento constructivo conformado por tres chapas soldadas entre sí, tal y como se muestra a continuación.

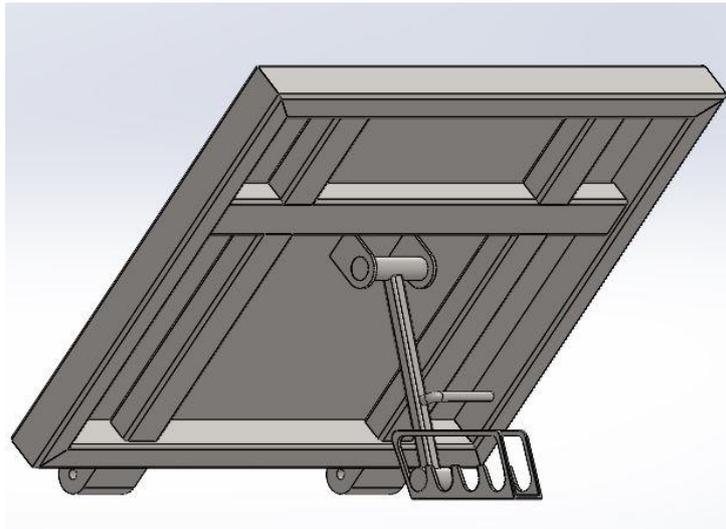


Figura 27: Sistema de regulación.

6 DISEÑO.

En lo referente al diseño de la máquina, se puede afirmar que este ha sido iterativo, debido a la gran cantidad de factores que entran en juego a la hora de poder modelar el sistema final.

De entre los factores que intervienen en el modelaje, cabe destacar algunos como la antropometría humana, los esfuerzos estáticos a los que se encuentra sometida la estructura, los métodos de unión empleados, la interacción entre los diversos materiales empleados en función del efecto que se busca conseguir entre estos o los propios objetivos propuestos por el alumno, así como la normativa existente en este sector.

Es por eso por lo que en este apartado se va a desarrollar el proceso seguido a la hora de modelar el ensamblaje final, pero no se va a hacer demasiado hincapié en analizar cada uno de los componentes por separado debido a que estos se estudiarán más adelante en los apartados que el alumno ha considerado adecuados (estudio antropométrico, cálculos estáticos etc.).

Ahora bien, una vez comentado esto, se procede a exponer los pasos seguidos en el desarrollo final del producto.

6.1 Diseño Estructura.

En primer lugar, se comienza por desarrollar una estructura de perfiles metálicos capaz de soportar el resto de los elementos constructivos que se anclarán posteriormente. En este caso, los perfiles son de sección cuadrada y rectangular, poseyendo la mayoría de estos, dimensiones de 60x60x3 mm, exceptuando los perfiles traseros que conectan la parte angular con la inferior, los cuales son de 60x40x2 mm.

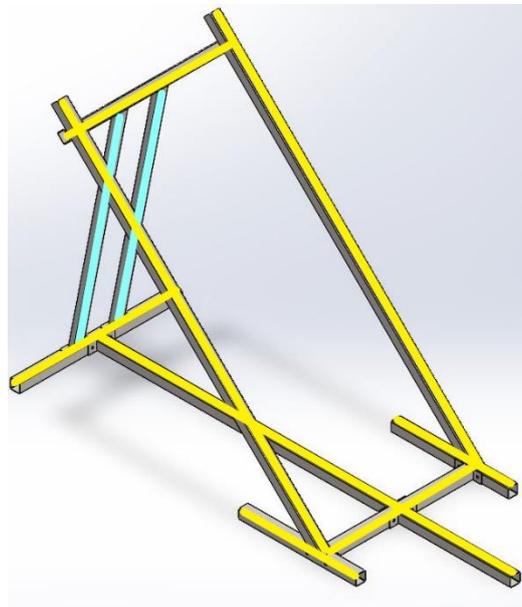


Figura 28: En color amarillo se muestran los perfiles de 60x60x3, por otro lado, los pintados en azul hacen referencia a los de 60x40x2.

Cabe destacar que la selección de las dimensiones de estos perfiles no es aleatoria, sino que previamente se confirma la existencia de estos desde diversos prontuarios para perfiles metálicos de diferentes secciones, así como proveedores de este tipo de componentes, tal y como se muestra a continuación.

Perfil	Dimensiones		CLASE	Perfil	a mm	e mm
	d mm	t mm				
40-2	40	2	1	# 40.2	40	2
40-3	40	3	1	# 40.3	40	3
40-4	40	4	1	# 40.4	40	4
50-2	50	2	1	# 45.2	45	2
50-3	50	3	1	# 45.3	45	3
50-4	50	4	1	# 45.4	45	4
60-2	60	2	1	# 50.2	50	2
60-3	60	3	1	# 50.3	50	3
60-4	60	4	1	# 50.4	50	4
60-5	60	5	1	# 55.2	55	2
				# 55.3	55	3
				# 55.4	55	4
				# 60.2	60	2
				# 60.3	60	3

Figura 29: Captura de diversos prontuarios sobre perfiles metálicos de sección cuadrada en los cuales se han cotejado las dimensiones de los perfiles a emplear.

Posteriormente, se procede a generar dichos perfiles en SolidWorks, debido a que en la base de datos de dicho software no es posible encontrar estos. Una vez creados, mediante la herramienta de “Piezas soldadas”, se procede a extruir los perfiles metálicos con la sección correspondiente seleccionada. Cabe destacar que dicha herramienta será empleada constantemente a lo largo del desarrollo del proyecto cada vez que se pretenda extruir un croquis a través de una sección de perfil metálico predeterminada por el alumno previamente.

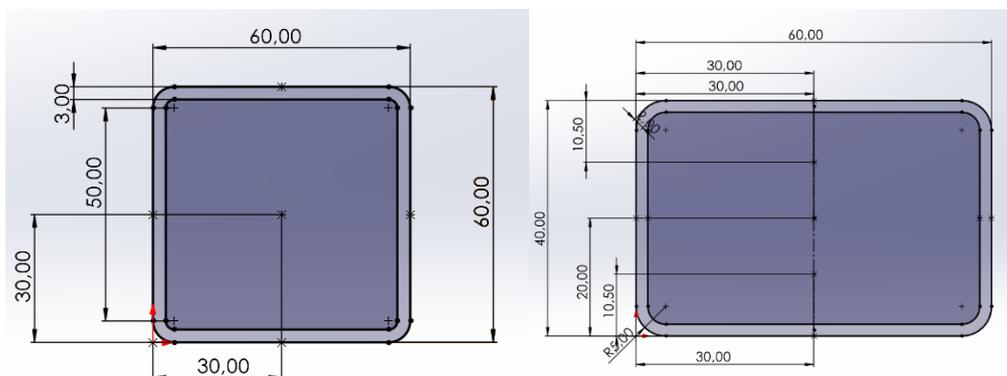


Figura 30: Captura de los diferentes Croquis generados para posteriormente crear los perfiles metálicos de la estructura.

Llegados a este punto, cabe realizar un pequeño inciso, y es que, tal y como se comentaba en la introducción de este apartado, ciertos diseños han debido de ser basados en el método de unión, el cual interfiere directamente en el transporte y montaje de la máquina.

En este caso, el diseño de la estructura no ha sido menos, y teniendo en cuenta la proporción y el peso de los perfiles metálicos que la conforman, se ha intentado unir la mayor parte de estos mediante tornillería, evitándose así una dificultad añadida en el espacio que estos ocupan durante el transporte, así como el montaje.

Para llevar a cabo esto, se han soldado chapas a cada uno de los perfiles metálicos correspondientes. Cada una de estas chapas presenta dos taladros de M12 (Métrica 12) a sus extremos, los cuales se han realizado mediante la herramienta de “Asistente para taladro”.

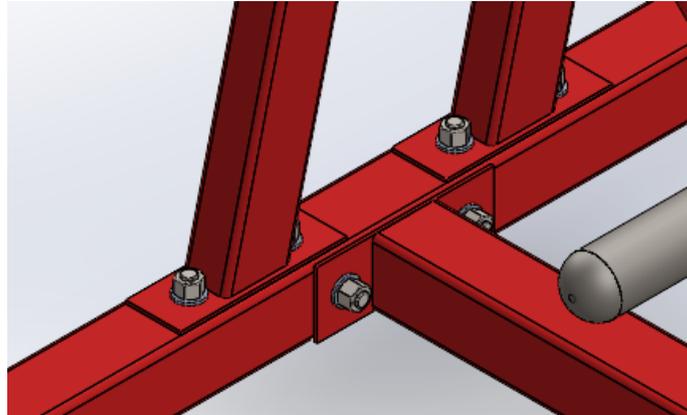


Figura 31: Método de unión entre perfiles.

En lo referente a la imagen anterior, cabe destacar el empleo de tornillería para la unión diversos perfiles entre sí. Este método emplea un total de 6 tornillos de cabeza hexagonal de M12x80mm. Cada uno de estos es acompañado por su correspondiente arandela M12 y rosca hexagonal M12x10 para su correspondiente fijación por el extremo libre. Por último, el objetivo de estos es unir un total de 4 perfiles entre sí, siendo estos el perfil trasero inferior, el intermedio longitudinal y los traseros inclinados.

Cabe recalcar que la selección de esta métrica va acompañada del factor seguridad, así como se ha podido comprobar que diferentes empresas en este sector emplean dicha tornillería en el equipamiento que comercializan.

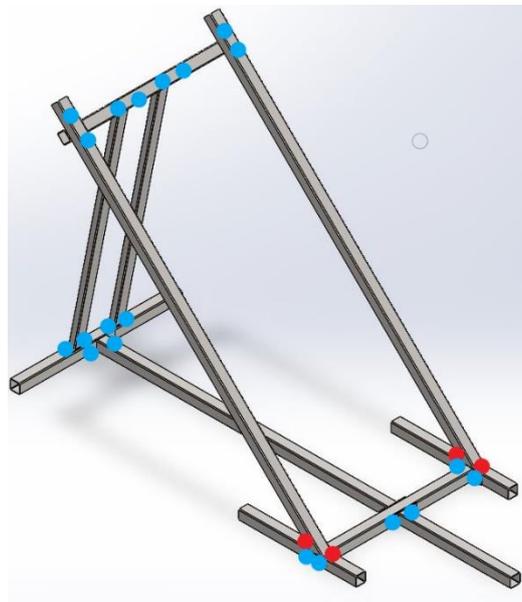


Figura 32: En azul se muestran las uniones atornilladas, así como en rojo las soldadas.

Por otro lado, se ha empleado la soldadura para unir algunos perfiles laterales, tal y como se muestra en la imagen superior en color rojo. Además, para el correcto acoplamiento de estos perfiles entre sí a nivel del ensamblaje, se ha debido de extruir algunos cortes para que estos posteriormente encajen bien entre sí. A modo de ejemplo se muestra el modelo del pilar trasero, mostrado en amarillo en la Figura 1.

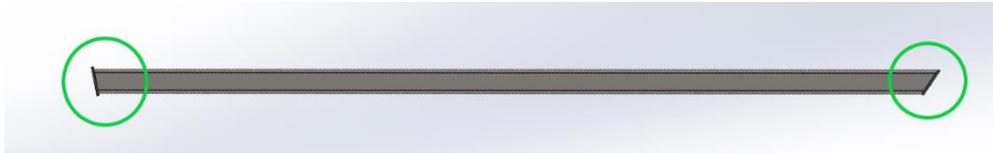


Figura 33: Cortes realizados al perfil trasero inclinado con el objetivo de que este encaje con el resto.

Por último, a modo de curiosidad y en referencia a la iteración presente a lo largo de todo este proyecto, cabe destacar que en un principio las dimensiones de estos perfiles eran superiores a las actuales, situándose las proporciones en unos 75x75x5 mm. Si bien es cierto, pese a que iban a resistir cualquier tipo de esfuerzo que se diera a lo largo de la estructura, se contrastó que este tipo de perfiles apenas son empleados en la construcción de equipamiento para gimnasio, salvando alguna excepción en la que la estructura puede verse sometida a grandes esfuerzos, no siendo este el caso de estudio. Además, el peso de la estructura se hubiera visto significativamente alterado, así el costo de adquisición de dichos perfiles hubiera sido mayor, viéndose esto reflejado en el Presupuesto General.

6.2 Diseño Carro.

En segundo lugar, se procede a diseñar uno de los elementos más cruciales del ensamblaje, el carro. Esto se debe a la gran cantidad de funciones que desempeña este componente. Entre otras, hace de acople para los perfiles metálicos que soportan los ejes de carga, así como para las hombreras. Además, presenta diversos taladros mediante los cuales se acoplarán posteriormente los rodamientos de nailon y las orejetas a que sujetarán la plataforma para prensa.

Ahora bien, en lo referente al diseño, se trata de una pieza que se obtiene mediante la unión de diversos perfiles metálicos. Gran parte de estos presenta una sección rectangular de dimensiones 60x40x2 mm, mientras que el perfil superior que conforma este es de dimensiones 75x75x3 mm, debido a que su función es la de soportar gran parte de la carga que se les coloca a los ejes.

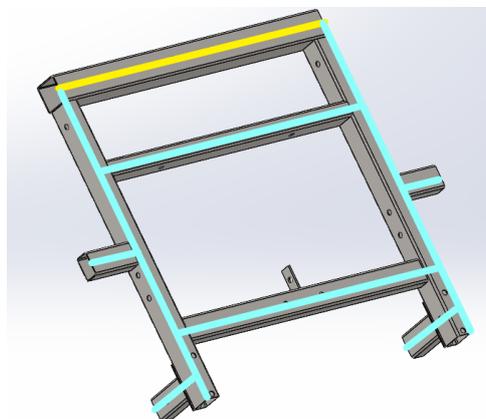


Figura 34: En azul se muestran los perfiles de 60x60x3, mientras que en amarillo se localiza el perfil de 75x75x3.

A continuació, se procede a desenvolupar els tipus de unió emprats entre els diversos perfils metàlics que se observen en la imatge anterior. Cabe destacar, que en este cas la majoria de els perfils se unen mitjançant soldadura, salvo els dos inferiors que debent ser acoplats mitjançant tornilleria por simple comoditat, debido a que a lo largo de estos se acoplan ruedas de nailon que puede que tengan que ser extraídas y repuestas en un futuro en caso de desgaste o fallo.

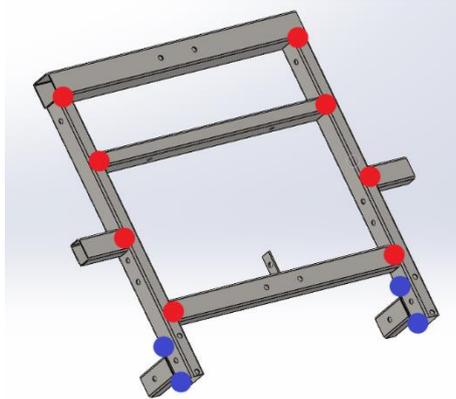


Figura 35: En rojo se encuentran señaladas las uniones por soldadura, mientras que en azul las de tornillería.

Además, en la imatge anterior también se pueden observar ciertos taladros que no se han señalado con ninguno de los colores propuestos. Esto se debe a que dichos orificios se corresponden con las localizaciones donde se anclan mediante tornillería otros componentes. Ello se desarrolla a continuación.

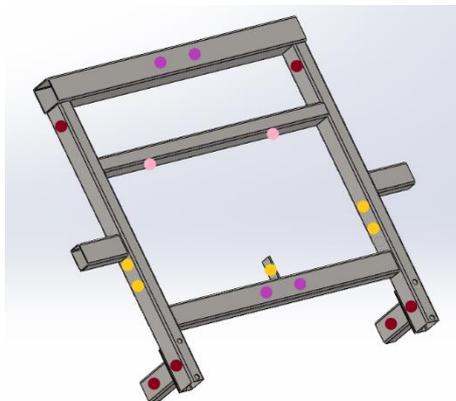


Figura 36: Situación de los diferentes elementos que se anclan al carro.

Tal y como se observa en la Figura 9, se ha tratado de agrupar la función de los diferentes orificios mediante el marcado de estos en diversos colores. En primer lugar, los orificios morados, hacen referencia a la situación de los perfiles metálicos portantes de los ejes con cargas. En segundo lugar, las marcas granates hacen alusión a la situación de los ejes de acero mecanizados que sostendrán las ruedas de nailon. Por otro lado, las marcas amarillas corresponden con diversos taladros sobre los cuales se ancla las orejetas que sostienen la prensa, así como el componente que permite que esta sea abatible cuando el atleta así lo desee. Por último, los puntos rosas equivalen a las perforaciones realizadas para la colocación de los perfiles metálicos que sostendrán las hombreras acolchadas, así como las agarraderas que se sitúan encima de estas.



Figura 37: Elementos anclados al carro.

Cabe destacar que ciertos elementos constructivos que se mencionan en el párrafo anterior serán analizados a continuación, bien sea a lo largo de este apartado o en otros siguientes en los cuales se haya considerado necesario el desarrollo de estos.

Por último, antes de comenzar con el desarrollo del siguiente paso que se llevó a cabo en el desarrollo de este diseño, cabe mencionar el uso de la herramienta “Recortar/Extender”. Esto se debe a que tras extruir alguno de estos perfiles metálicos, el resultado que ofrece el software no es el deseado, por lo que se requiere seleccionar los perfiles que interfieren entre sí, y se les aplica una operación de recorte, limitando la extensión de estos para que visualmente no interfieran en dicho diseño. Para comprender mejor de lo que se está hablando y teniendo en cuenta que es una operación a la cual se hace alusión en numerosas ocasiones a lo largo del proyecto, se ofrecen unas imágenes con un antes y un después en base al empleo de esta herramienta.

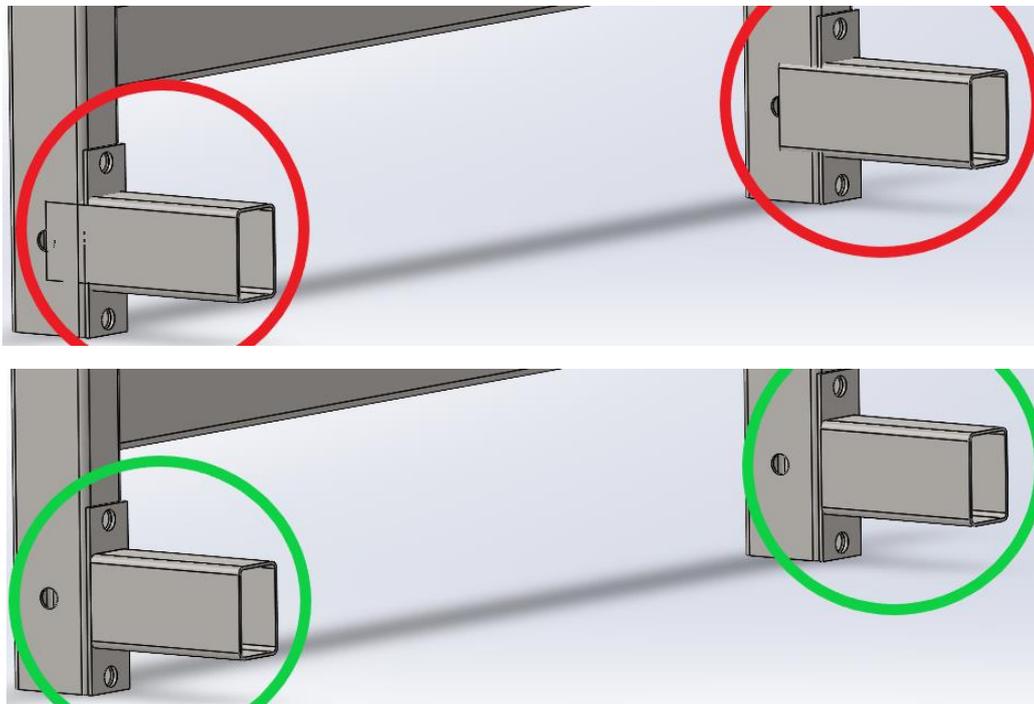


Figura 38: Comparativa referente al antes y el después del empleo de la operación Recortar/Extender

6.3 Ruedas de nailon.

En siguiente lugar, tras haber diseñado los ejes guía, los cuales se analizan en el apartado de antropometría debido a su estrecha relación con esta, se procede a seleccionar unas ruedas de nailon que puedan deslizar a lo largo de estos, permitiendo así el desplazamiento del carro, elemento constructivo comentado anteriormente.

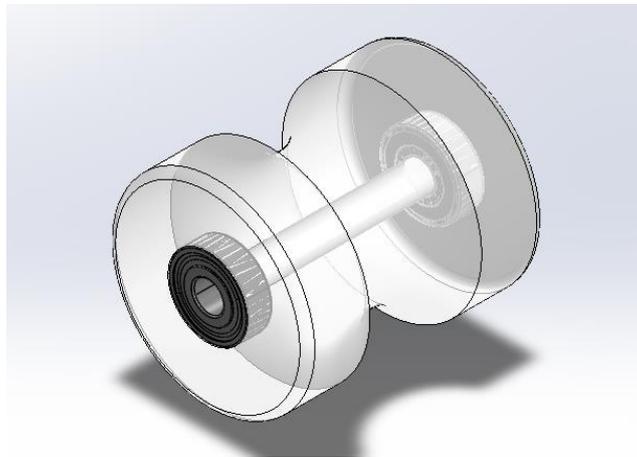


Figura 39: Diseño final de la rueda de nylon con sus correspondientes rodamientos.

A modo de justificación del método de guiado seleccionado, cabe destacar la sedosa suavidad de marcha que llega a ofrecer la implantación de este tipo de rodillos. Esto se debe al bajo coeficiente de fricción existente entre los materiales en contacto (acero y nailon), entendiéndose que cuanto más bajo es un coeficiente de fricción, mayor es la facilidad con la que una superficie se desliza sobre la otra. Además, esto es otra ventaja debido a que un coeficiente de fricción tan bajo provoca que el desgaste de las ruedas sea menor, por lo que la vida útil del componente aumenta. Por ello es por lo que diferentes empresas de este sector emplean este método en sus máquinas.

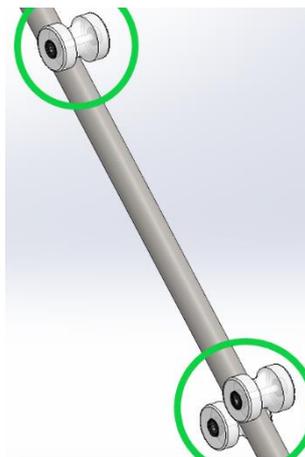


Figura 40: Interacción entre ruedas de nylon y eje guía.

Dicho esto, cabe destacar que, debido a la geometría de los ejes, se busca obtener unas ruedas de nailon con ranura en U, que permitan el correcto acople por parte de estas a los ejes. Si bien es cierto, tras buscar en diferentes proveedores de ruedas de nylon, como puede ser Norelem, Iigus, GB Bearings y algunos vendedores que se localizan en Amazon, ninguno de estos ofrece un rodillo que se puedan adaptar a las dimensiones de los perfiles de los ejes guía de sección circular (50X4 [mm]). No obstante, el alumno obtiene las dimensiones de una rueda de características similares, siendo el limitante su diámetro de ranura, causa por la cual no se puede adquirir directamente del proveedor. Cabe destacar que dicho rodillo, según su hoja de especificaciones, es adecuada para mecanismos de guía, así como puertas correderas. Además, porta un rodamiento 6201 R2 en cada uno de sus laterales.

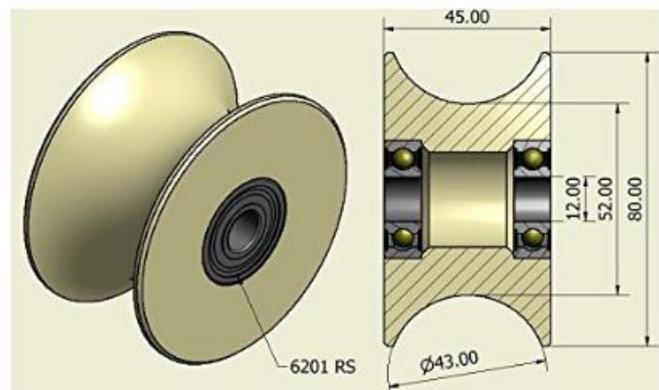


Figura 41: Rueda de nylon mecanizada comentada anteriormente.

Por consiguiente, se decide que lo más adecuado es mecanizar dichas ruedas en un torno y seleccionar unos rodamientos que se puedan adaptar a ellas, aportando, si cabe, una mayor suavidad al movimiento guiado. Para ello se genera un croquis en SolidWorks con unas dimensiones orientativas basadas principalmente en las mostradas en la Imagen x. No obstante, una vez se intenta acoplar el elemento en el ensamblaje, el alumno se percata rápidamente de que el ancho de rueda es insuficiente como para que la ranura de este encaje con el eje guía al mismo tiempo que el lateral de esta debe de ir acoplado al carro.

Posteriormente, tras corregir el ancho de la rueda, y teniendo en cuenta que se le debe de acoplar un rodamiento a cada uno los laterales de esta, se procede a la selección de estos a través del fabricante de rodamientos SKF, el cual ofrece a disposición del cliente un filtro para que este pueda valorar y elegir los rodamientos que más se adecúan a una serie de dimensiones que dicho filtro solicita al comprador.

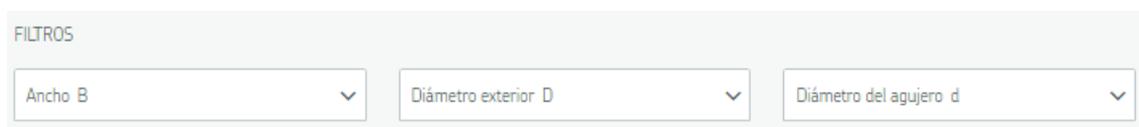


Figura 42: Herramienta para el filtro de rodamientos ofrecida por SKF.

Además, al emplear esta herramienta, se estipula que el tipo de rodamiento empleado sea rígido de bolas. Esto se debe a que tal y como se muestra a continuación, presenta una buena respuesta a las condiciones ante las que se va a encontrar sometido, así como por precio, suele ser prácticamente el único tipo que emplean las empresas de este sector en aplicaciones similares.

< RODAMIENTOS DE BOLAS					
RODAMIENTOS RÍGIDOS DE BOLAS	Capacidad de Carga	Cargas radiales		Alta Precisión	
		Cargas axiales		Bajo ruido y par	
		Cargas combinadas		Rigidez	
RODAMIENTOS RÍGIDOS DE BOLAS >		Alta Velocidad		Desalineación angular	

Excelente
 Buena
 Correcta
 Pobre
 x Imposible
 ← Una dirección sólo
 ↔ Dos direcciones

☆ Aplicable
 ★ Aplicable, pero es necesario permitir la contracción / dilatación del eje en las superficies de contacto con los rodamientos

Figura 43: Tipo de rodamiento a filtrar, características y leyenda ofrecidas según Tabla NSK.

Por otro lado, en lo referente a las dimensiones, en la mayoría de los casos se ha estipulado que estas oscilen entre los rangos que se comentan a continuación, así como en otro se trata de un valor único. En primer lugar, un ancho de entre (8-12 mm). En segundo lugar, un diámetro exterior de entre (30-40 mm) y, por último, un diámetro del agujero de 12 mm.

FILTROS

Ancho B 8 - 12 mm

Diámetro exterior D 30 - 40 mm

Diámetro del agujero d 12 - 12 mm

Figura 44: Rangos de valores establecidos en filtro de SKF.

A continuación, tras haber aplicado estos filtros, se obtienen 63 diferentes resultados, la mayoría de estos pertenecientes a la serie 6201 y 6301 con sus correspondientes variantes, las cuales se ven reflejadas en la nomenclatura que aparece detrás de estos números y hace referencia a diferentes características que presenta este, como por ejemplo la presencia de una brida de sellado que lo hace hermético (2RS) o si viene acompañado de alguna placa metálica que evita la entrada de polvo y partículas a este (Z "o" 2Z).

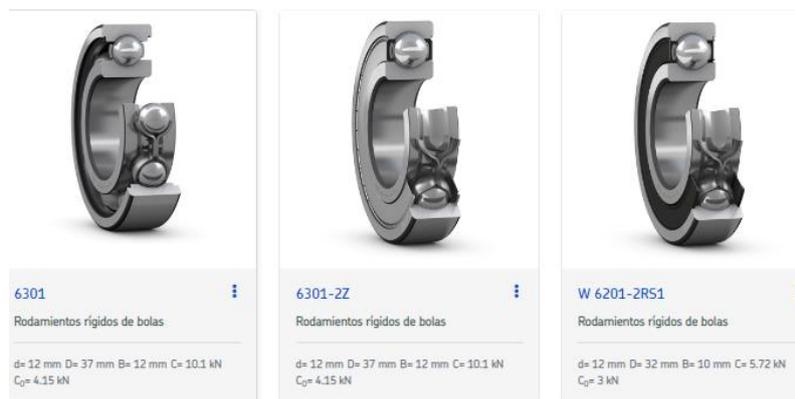


Figura 45: Algunas de las diferentes opciones que ofrece el catálogo de SKF tras filtrar por dimensiones.

Ahora bien, tras indagar un poco más y observar que la herramienta de SKF permite filtrar por solución de sellado, se propone que este presente una tapa metálica en sus laterales (2Z), las cuales se considera que pueden tener la funcionalidad de aportar seguridad al usuario, así como al correcto funcionamiento de la máquina, evitando la entrada de polvo y partículas a estos.

Dicho esto, se muestran los dos rodamientos que finalmente ofrece el software, se muestran en la siguiente imagen, así como sus prestaciones.



Designación	Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Velocidades nominales	
	d [mm]	D [mm]	B [mm]	dinámica C [kN]	estática C ₀ [kN]	Velocidad de referencia [r/min]	Velocidad límite [r/min]
☆ ■ 6301-2Z	12	37	12	10.1	4.15	45 000	22 000
☆ ■ 6201-2Z	12	32	10	7.28	3.1	50 000	26 000

Figura 46: Captura referente a las opciones finales que ofrece el filtro de SKF.

Cabe destacar que, tras realizar una breve comparación en cuanto a las características ofrecidas por parte de los rodamientos que ofrece el sistema, así como al precio de adquisición de estos, se observa que el 6301-2Z, es el candidato que mejor rendimiento ofrece en base al costo por unidad.

6301-2Z | **7,53**

Figura 47: Costo por unidad de SKF 6301-2Z.

Una vez seleccionado el rodamiento, se accede a la hoja de especificaciones técnicas, la cual se puede descargar desde la misma página de SKF y se toman las dimensiones principales de este para terminar de modelar el croquis de la rueda de nailon.

DIMENSIONES		
d	12 mm	Diámetro del agujero
D	37 mm	Diámetro exterior
B	12 mm	Ancho
d ₁	≈ 19.51 mm	Diámetro del resalte
D ₂	≈ 31.48 mm	Diámetro de rebaje
r _{1,2}	min. 1 mm	Dimensión del chaflán

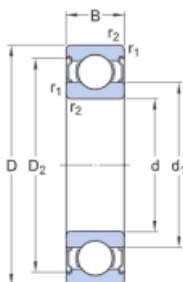
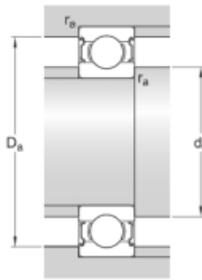


Figura 48: Dimensiones SKF 6301-2Z.

DIMENSIONES DE LOS RESALTES



d_a min. 17.6 mm	Diámetro del resalte del eje
d_a max. 19.4 mm	Diámetro del resalte del eje
D_e max. 31.4 mm	Diámetro del resalte del soporte
r_a max. 1 mm	Radio del eje o acuerdo del soporte

Figura 49: Dimensiones de los resaltes SKF 6301-2Z.

Ahora sí, se muestra el croquis final de la rueda de nylon, el cual permite acoplarse al carro, así como al eje guía, al mismo tiempo que alberga el par de rodamientos ya comentados anteriormente.

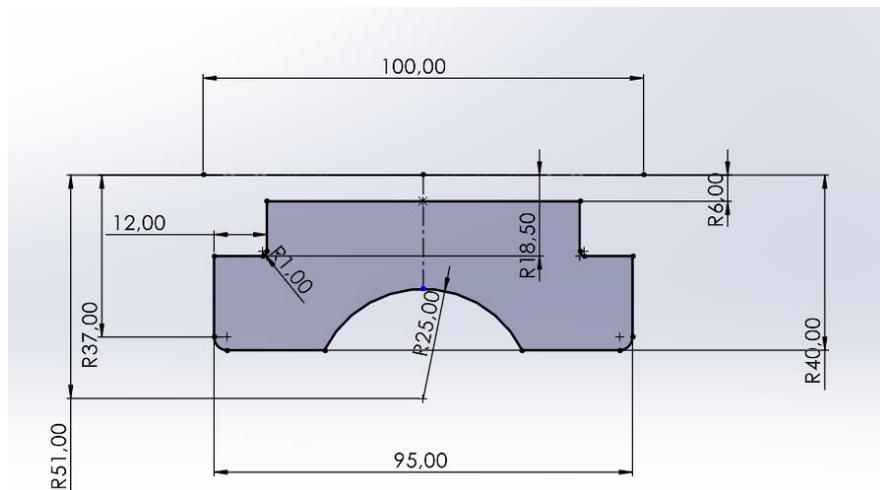


Figura 50: Croquis final rueda de nylon.

Por último, cabe desarrollar otra de las piezas que permitirán la sujeción por parte de las ruedas de nylon al carro. Por ello es que se opta por mecanizar un eje, el cual presentará un anillo elástico (escogido en base a la norma DIN-471) en su extremo izquierdo y una soldadura entre el carro y su extremo derecho, lo cual hará que la pieza quede completamente fijada, aportando estabilidad a la unión entre el rodillo y el carro.

Para ello, se ha diseñado el siguiente eje metálico, el cual presenta las siguientes dimensiones.

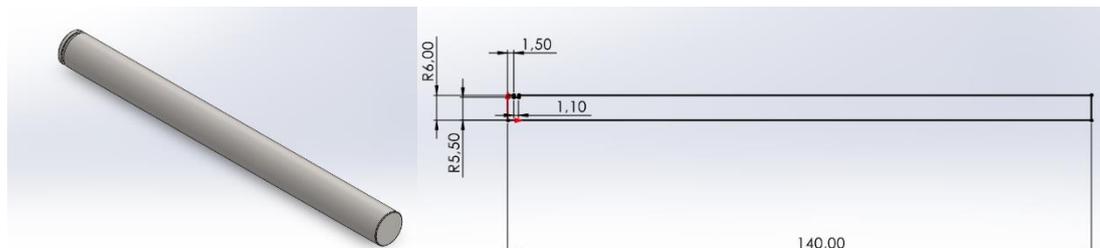


Figura 51: Modelo 3D y croquis sobre el cual se extruye la revolución.

Tal y como se puede apreciar en la interior imagen, la parte más conflictiva del eje se localiza en su extremo izquierdo, justo donde se deberá de acoplar el anillo elástico. Es por esto que se acude a la norma DIN-471 con el fin de adaptar de manera correcta el asiento que soportará al anillo elástico, con el fin de que este no permita la salida del rodamiento.

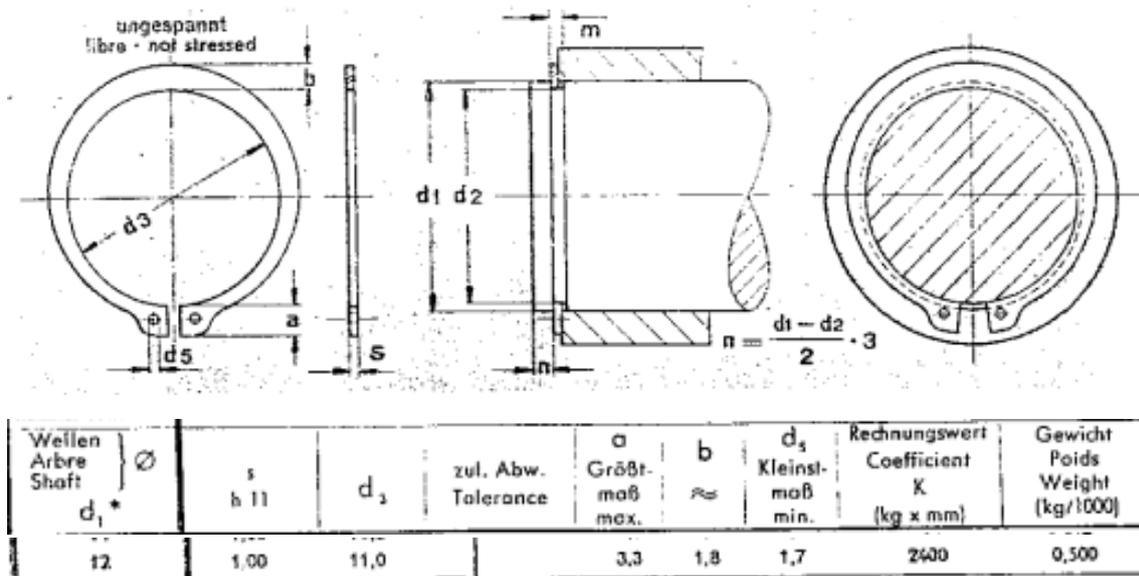


Figura 52: Medidas del asiento que soportará el anillo elástico.

Por último, se introduce el anillo elástico DIN-471 12x1 desde la Biblioteca de Diseño de SolidWorks. A continuación, se muestra una imagen del resultado final para un mejor entendimiento de lo explicado anteriormente.

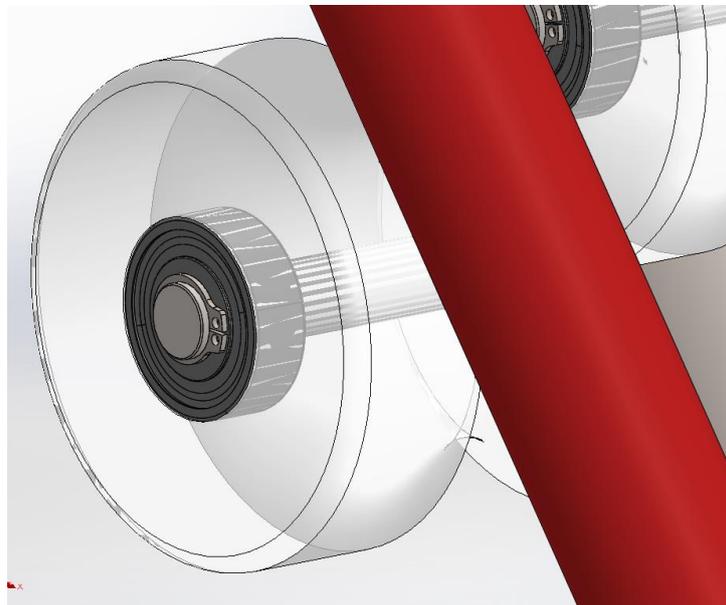


Figura 53: Resultado final unión rodamiento-rueda-carro.

6.4 Soportes de los ejes de carga.

Se entiende por soportes de los ejes de carga ambos dos perfiles metálicos de dimensiones 60x40x2 mm que se conectan al carro mediante tornillería conformando un ángulo de 90° entre sí, tal y como se muestra en el modelo que se enseña a continuación.

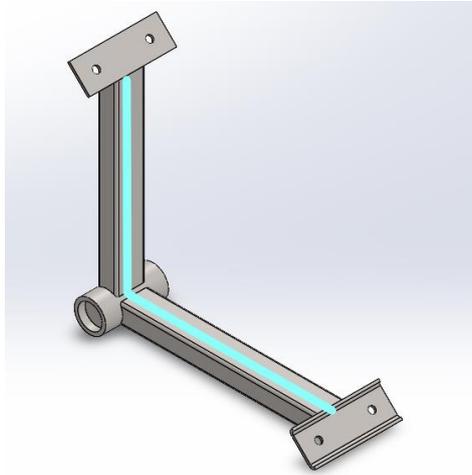


Figura 54: Modelo soportes. En azul señalados los perfiles de 60X40X2.

En rasgos generales, la funcionalidad de estos elementos constructivos es clara y se basa en instaurar dos sostenes que permitan el roscado de dos perfiles metálicos de sección circular a la unión inferior existente entre estos. Dichos ejes de carga son analizados posteriormente y serán los encargados de sujetar los discos que el atleta quiera introducir previo a la ejecución del ejercicio.

Dicho esto, se procede a mostrar una imagen del modelo sobre la que se han instaurado diferentes marcas las cuales se proceden a analizar.

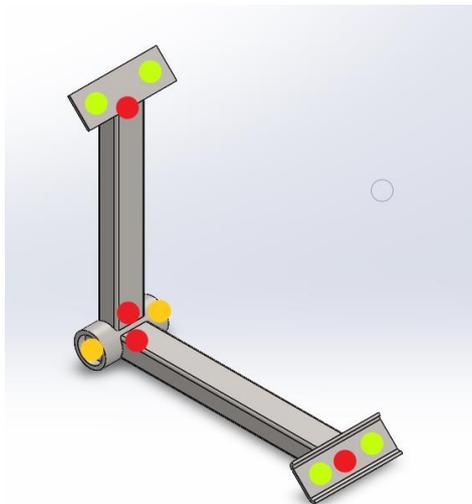


Figura 55: Situación de los puntos de soldadura, las roscas para los ejes y los anclajes al carro.

Tal y como se acaba de adelantar en la descripción de la imagen anterior, en color rojo se localizan las uniones soldadas, que básicamente hacen referencia a la unión perfil-chapa y a la de perfil-perfil. Por otro lado, en naranja, se puede observar la situación de la rosca donde se implantarán los ejes posteriormente y, por último, en verde se refleja la localización de los taladros por los cuales se colocarán los tornillos que unirán dichos soportes al carro. Una vez comentado esto se muestra una imagen para dar una idea general de la situación de estos con parte de las piezas con las que interactúa.

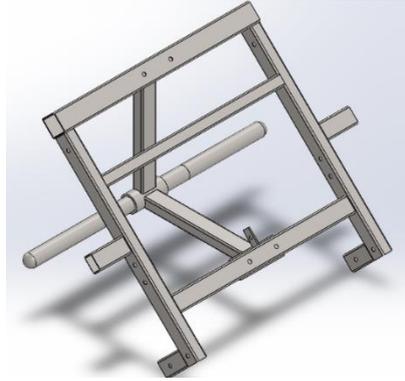


Figura 56: Situación general de los soportes y las piezas con las que interactúa.

6.5 Ejes de carga.

Comparten una gran relación con la pieza que se acaba de desarrollar, y es que, estos son roscados directamente a los laterales de la unión existente entre los perfiles de los soportes. La dimensión de los perfiles que lo conforman es de 50x4 mm, presentando este diámetro debido a que la mayoría de los discos empleados en máquinas de musculación presentan un diámetro interior de 50 mm.

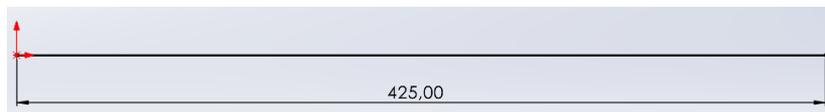


Imagen x: Longitud del croquis a través del cual se extruye el perfil estructural ya comentado.

Además, tal y como se comentará posteriormente en los cálculos, este perfil metálico es capaz de soportar con apenas complicaciones un total de 8 discos comerciales de 25 kg cada uno, que ocupan un espacio total similar a lo longitud aprovechable del eje.

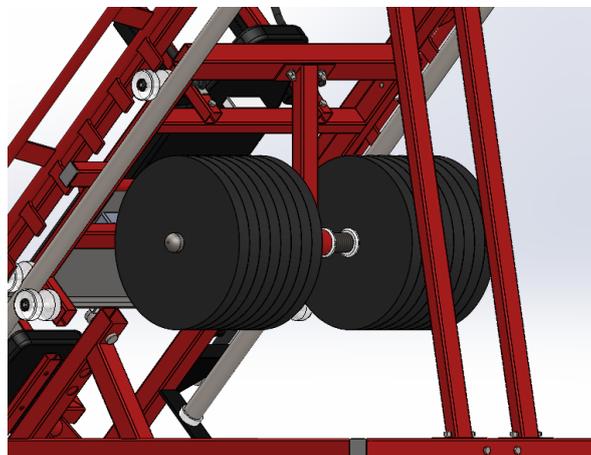


Figura 57: Captura realizada tras la colocación de 11 discos calibrados de 25kg en cada uno de los ejes.

6.6 Plataforma Inferior.

En siguiente lugar, se procede a diseñar la plataforma inferior del ensamblaje, que se compone de un conjunto de perfiles metálicos de dimensiones 60x40x2 mm soldados entre sí, a los que posteriormente se les añade una chapa soldada de acero antideslizante la cual debe cumplir con tres tareas indispensables. La primera de estas se basa en que el atleta sea capaz de apoyar los pies sin que exista ninguna clase de deslizamiento (cuestión del material seleccionado) entre superficies a la hora de realizar una sentadilla jaca. Al mismo tiempo, otra premisa indispensable se basa en que dicha plataforma disponga del espacio suficiente como para adaptarse a la colocación de los pies con la que el atleta se encuentre más cómodo al realizar el ejercicio, es decir, hay deportistas que colocan sus pies más adelantados, otros que realizan una apertura de pies bastante considerable etc.

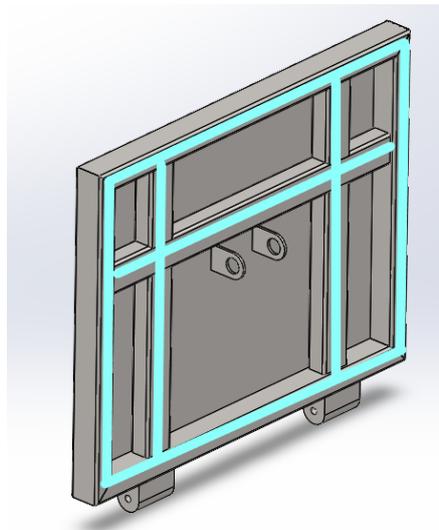


Figura 58: Perfiles empleados en la plataforma.

Dicho esto, las dimensiones de la plataforma se estipulan de tal manera que se intenta aprovechar al máximo el espacio disponible entre las caras interiores de ambos perfiles angulares que conforman la estructura de la máquina. Se podría decir que dicha distancia viene condicionada por el análisis antropomórfico realizado a la hora de designar la distancia entre agarraderas, de tal manera que este valor es producto de la interacción entre diferentes componentes.

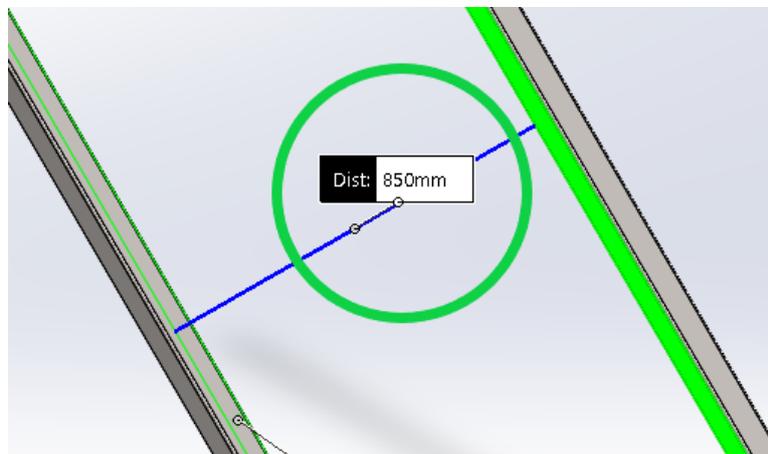


Figura 59: Distancia entre las caras inferiores de los perfiles laterales de la estructura.

Una vez se conoce este valor, se intenta que la plataforma abarque la mayor cantidad de espacio posible tal y como se ha comentado, respetando los límites ya comentados, por lo que se diseña el siguiente croquis para posteriormente extruir los perfiles comentados anteriormente.

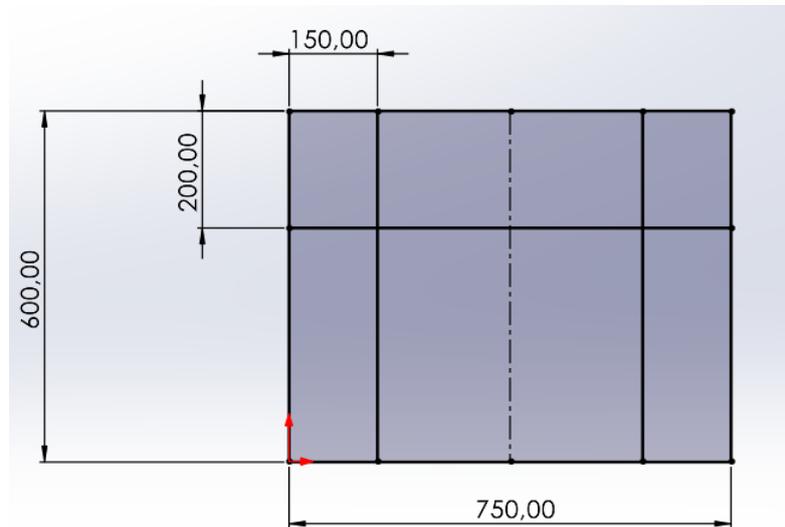


Figura 60: Croquis Plataforma.

En este caso, todos los perfiles que conforman la propia estructura sobre la cual se va a colocar la plataforma se encuentran soldados entre sí, tal y como se muestra en la imagen siguiente, donde se marcan en color rojo la situación de los cordones de soldadura entre perfiles.

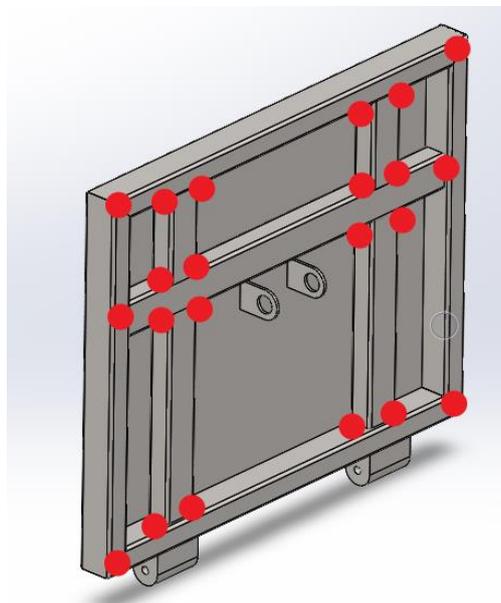


Figura 61: Situación cordones de soldadura.

Por otro lado, esta estructura requiere de algunos puntos de anclaje al resto de la máquina, por lo que se generan medos salientes en la parte inferior que irán anclados mediante tornillería a unas chapas metálicas que sobresalen del perfil metálico que une ambos lados de la máquina, tal y como se muestra a continuación.

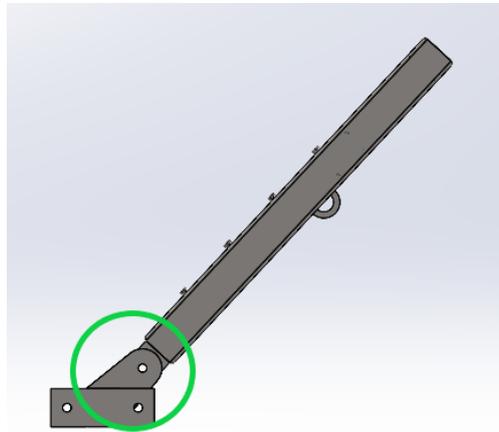


Figura 62: Anclaje inferior mediante tornillería.

Mencionado esto, la plataforma sigue necesitando otro apoyo, ya que, en caso contrario, esta rotaría alrededor del centro del anclaje realizado mediante tornillería, cayendo por gravedad hasta provocar interferencia con la superficie del perfil metálico de la propia estructura de la máquina. Por ello, se generan dos piezas que poseen una gran afinidad con este componente y que juegan un papel igual de importante en la sinergia del ensamblaje.

Dicho esto, en primer lugar, se diseña una especie de conjunto de perfiles metálicos que van a permitir regular ligeramente el grado de inclinación que la plataforma presenta respecto de la horizontal, gracias a la creación de una segunda pieza que aporta seguridad, así como la capacidad de regulación que se busca mediante el diseño de esta primera. En consecuencia, esto permitirá al atleta regular la inclinación de la plataforma, afectando directamente a los ángulos formados entre las articulaciones de cadera, rodilla y tobillo, independientemente del ejercicio que se disponga a ejecutar este. Ahora bien, antes de mostrar el resultado final, cabe destacar que dicha idea no es propia y diversas empresas que se dedican a la fabricación y distribución de maquinaria similar a la que se pretende desarrollar en este proyecto la aplican en los modelos que aparecen en sus catálogos.

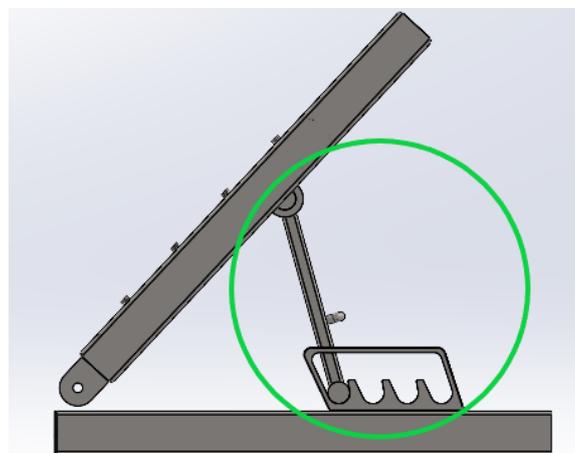


Figura 63: Anclaje plataforma-sistema de regulación.

6.7 Plataforma Superior.

En este caso, se desarrolla el proceso seguido en el diseño de la plataforma superior. Dicho elemento constructivo está compuesto por una chapa de aluminio antideslizante, un eje metálico que la sostiene y una pieza cuyas dimensiones y geometría hará posible el intercambio en la posición de la plataforma sin provocar la interferencia con otros componentes durante la rotación, connotando a la estructura de la doble funcionalidad comentada en anteriores apartados.

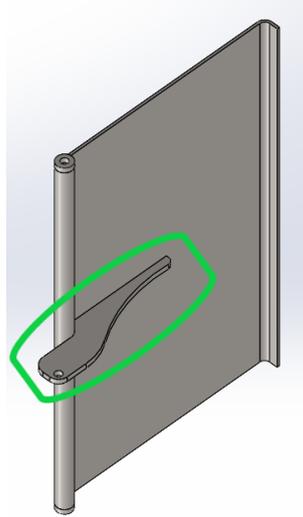


Figura 64: Situación del componente que permite la rotación de la chapa metálica evitando colisiones con otras piezas.

Cabe destacar que todas las piezas mostradas en la imagen superior se encuentran soldadas entre sí, existiendo cordones de soldadura entre el tubo metálico y la chapa de la plataforma, así como entre la propia chapa y la pieza que permitirá el intercambio de la posición de esta.

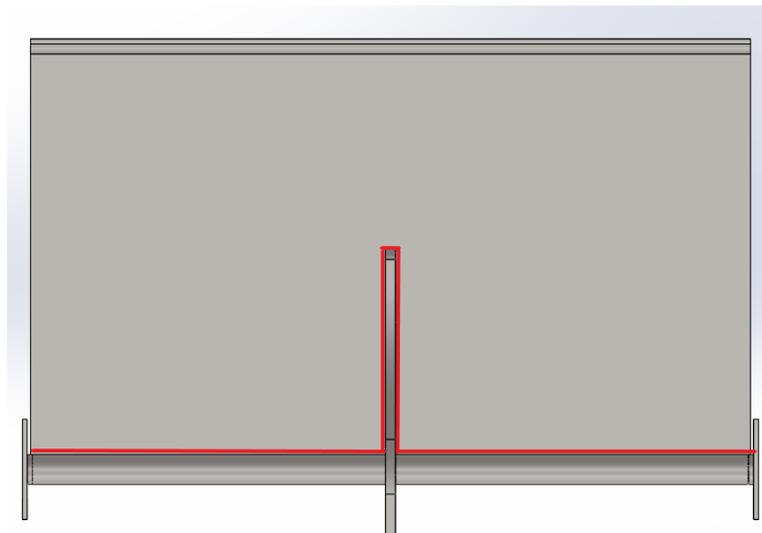


Figura 65: Situación de los cordones de soldadura a lo largo de la plataforma superior, marcados en color rojo.

Además, lo que permitirá rotar el conjunto y que este se quede completamente estable mientras la máquina se encuentra en situación de prensa para el atleta, será un émbolo indexado con rosca para M12, el cual se adquirirá del fabricante y distribuidor Essentra. Cabe destacar que esta clase de elementos constructivos permiten ajustes rápidos en diferentes plataformas, dispositivos y tableros. Se utilizan para localizar, ubicar, indexar y asegurar en aplicaciones como aparatos de gimnasia, equipos médicos, catering, cintas transportadoras, etc.



Figura 66: Émbolo indexado Essentra.

Si bien es cierto, el archivo CAD de este componente no es ofrecido directamente por el distribuidor, por lo que se recurre “TraceParts” y tras encontrar diferentes archivos similares al escogido, se toma uno con las dimensiones necesarias, ofrecido por el fabricante Boutet.



Figura 67: Émbolo introducido finalmente al diseño.

Este se coloca de manera concéntrica a los taladros realizados entre la pieza que permite intercambiar la posición de la plataforma y una chapa metálica que presenta el carro en uno de sus perfiles intermedios, tal y como se muestra a continuación.

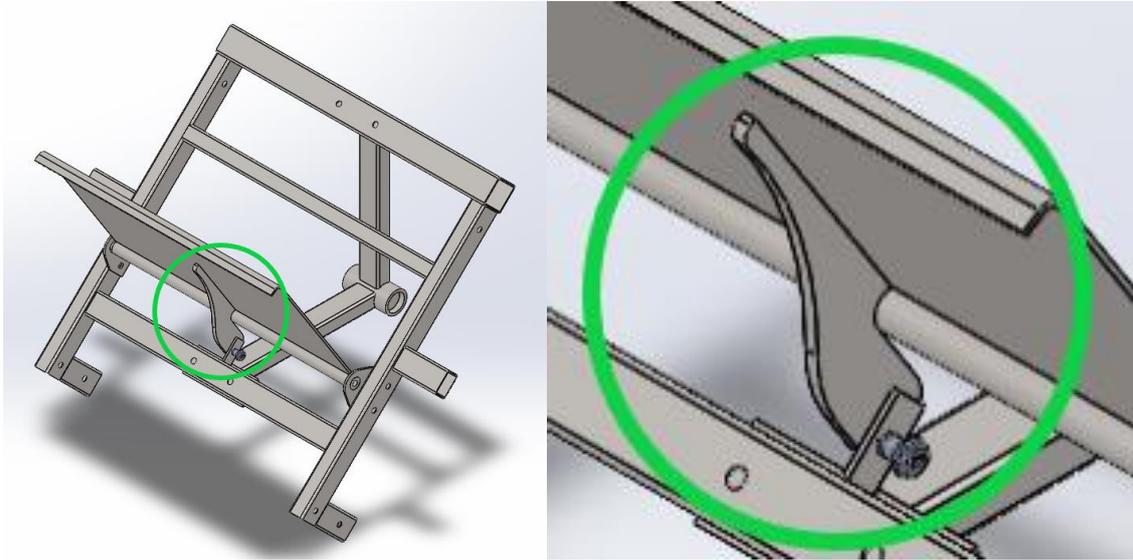


Figura 68: Vista general de la distribución de los componentes y ampliación a la localización del émbolo indexado.

Una vez analizados todos los componentes que acompañan a la plataforma para su correcto funcionamiento, se muestra las dimensiones del croquis sobre el cual se ha extruido esta.



Figura 69: Croquis empleado para las posteriores extrusiones realizadas en la plataforma.

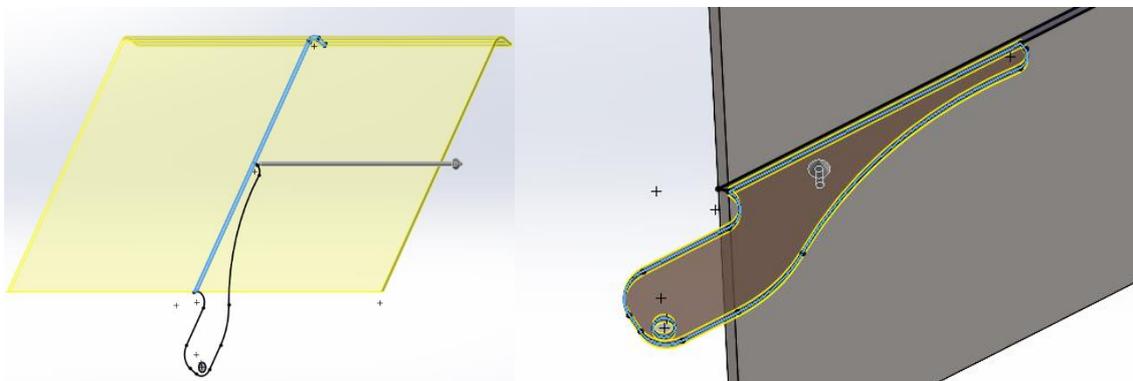


Figura 70: Capturas de las extrusiones realizadas en los diferentes contornos del croquis que se muestra en la Figura 42.

Cabe destacar que se ha seguido un razonamiento similar al propuesto en la plataforma inferior, el cual se ha basado en aprovechar al máximo el espacio disponible para que el atleta pueda adaptar la colocación de sus pies a su gusto. Es por ello por lo que, el largo final de la plataforma es de unos 0,4m, mientras que el ancho de esta es de 0,7m. Por otra parte, cabe destacar que, en este caso, aún es más importante proporcionar una superficie amplia donde el atleta pueda colocar los pies debido a que en función de la apertura y el adelantamiento de estos, se focalizan zonas musculares diferentes, tal y como se muestra a continuación.

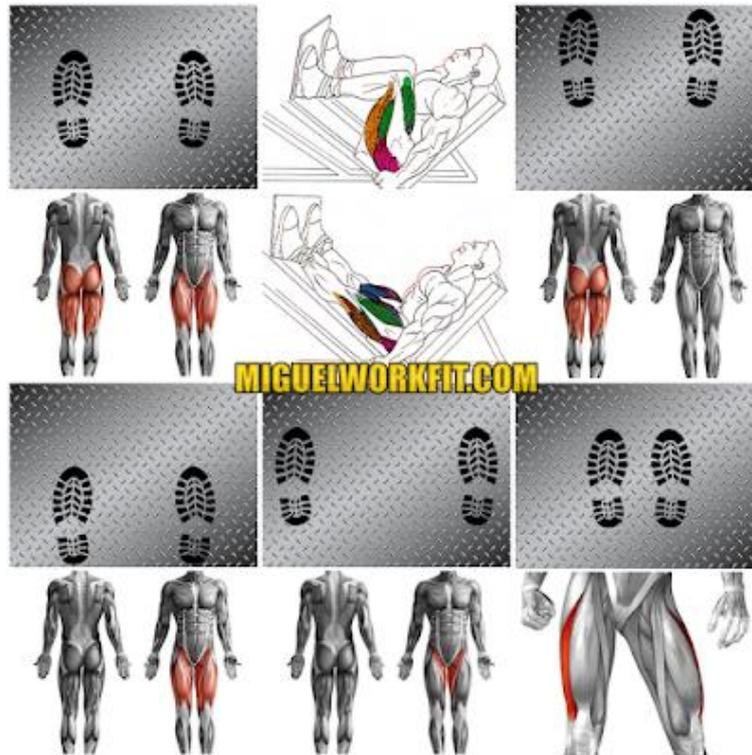


Figura 71: Foco en diferentes grupos musculares en función de la colocación de los pies por parte del atleta, ofrecida por la página Miguelworkfit.com.

6.8 Perfiles metálicos para instalación de pasador de seguridad.

Por último, se desarrolla el diseño de los perfiles metálicos que albergan el pasador de seguridad. Se trata de dos perfiles de 60X60X3 mm soldados entre sí. A lo largo del primero de estos se colocan diferentes taladros, de tal manera que se podrá introducir el pasador en alguno de estos orificios. En lo referente al segundo de estos, este trabaja aportando estabilidad y una menor deformación al perfil donde se coloca el pasador.

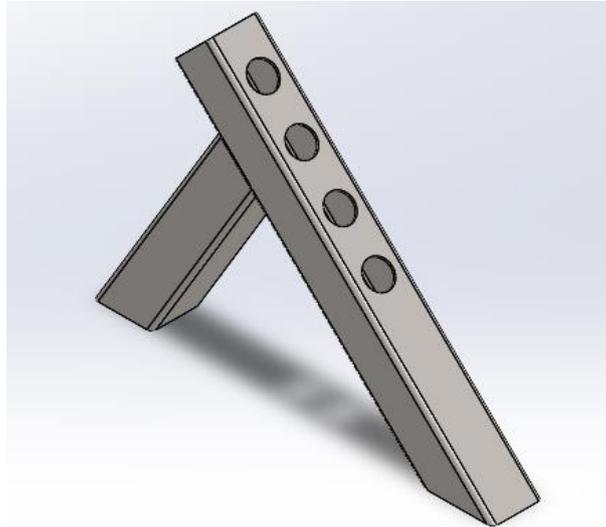


Figura 72: Disposición de los perfiles metálicos para la colocación del pasador de seguridad.

Cabe destacar que la posibilidad de colocar el pasador en diversas posiciones puede cumplir dos funciones. Por un lado, aporta seguridad al atleta en caso de que este no consiga bloquear los topes laterales de seguridad a tiempo una vez haya acabado su ejercicio. Por otra parte, se puede emplear a modo de limitante en el recorrido que el atleta decida realizar, de tal manera que consiga una técnica estandarizada con un rango de recorrido igual en todas sus repeticiones, siendo apto para emplear en ambas disposiciones de la estructura, bien sea para la realización de sentadilla jaca o para la ejecución de prensa para piernas.

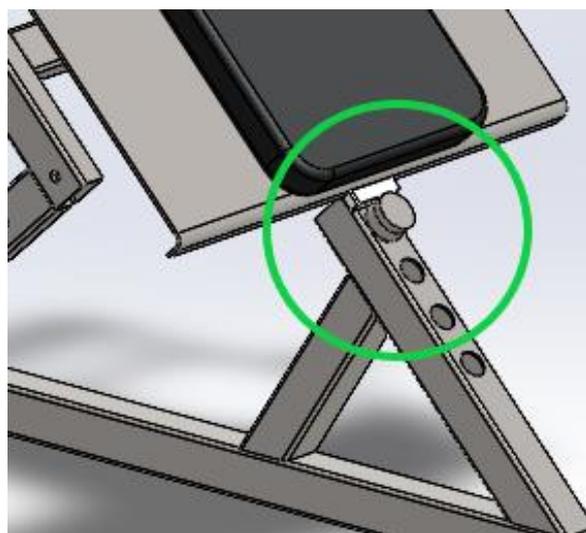


Figura 73: Situación pasador de seguridad.

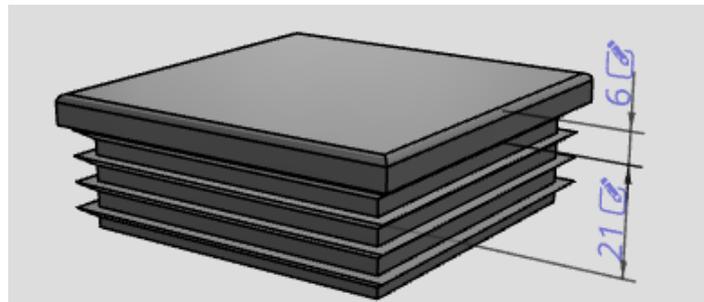
Tal y como se muestra en la imagen anterior, la estructura se encuentra configurada en modo sentadilla jaca. Esto se puede observar debido al abatimiento de la plataforma superior, así como a la colocación del respaldo acolchado sobre esta. Dicho este, lo que realmente se pretende mostrar es como una vez el carro alcanza su límite inferior del recorrido, en el cual una de las piezas antivibración situada en el doblada de la chapa metálica de la plataforma hace contacto con la cara del pasador, frenando por completo el movimiento descendente de la máquina y consiguiendo que esta no pueda provocar ningún tipo de lesión o daño al atleta.

6.9 Tapas.

En siguiente lugar, una de las últimas fases del diseño consiste en seleccionar las tapas correspondientes a los diversos perfiles que se encuentran a lo largo de la estructura. Para llevar a cabo este paso, se localiza un proveedor de tapones terminales para tubo, el cual proporciona este tipo de equipamiento para un gran abanico de secciones de tubo cuadrado, rectangular y redondo. En este caso se requiere cubrir los extremos de los perfiles con dos de los tres tipos de sección ofrecidos por el proveedor, cuadrado y rectangular. Es por ello por lo que se seleccionan los tapones que ofrece el proveedor Elesa, destacando que desde su misma página web se pueden solicitar los modelos CAD, pudiendo así introducirlos en el ensamblaje una vez se han descargado.

Dicho esto, se muestra a continuación los diferentes tipos de tapón seleccionados finalmente, así como sus dimensiones, las cuales se muestran en pulgadas y centímetros, las primeras se aprecian en color negro, mientras que los centímetros aparecen en color azul.

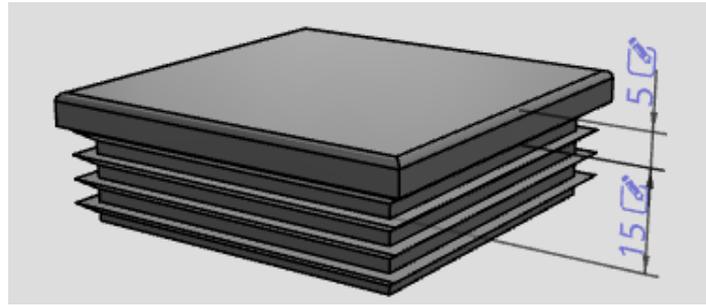
6.9.1 Tapones 75X75.



Código	Descripción	B	h	h ₁	Diámetro exterior del tubo	Espesor		
435275-C9	NILQ-75-C9	2.95 75	0.83 21	0.24 6	2.95 75	0.08+4.5 2+4.5		

Figura 74: Tapón para perfil cuadrado 75X75 y dimensiones.

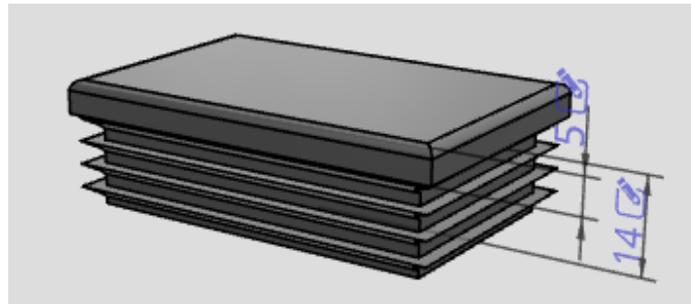
6.9.2 Tapones 60X60.



Código	Descripción	B	h	h ₁	Diámetro exterior del tubo	Espesor		
435260-C9	NILQ-60-C9	2.36 60	0.59 15	0.20 5	2.36 60	1.5±0.5		

Figura 75: Tapón para perfil cuadrado 60X60 y dimensiones.

6.9.3 Tapones 60X40.



Código	Descripción	B	L	h	h ₁	Diámetro exterior del tubo	Espesor		
435554-C9	NILR-60x40-C9	2.36 60	1.57 40	0.55 14	0.20 5	2.36x1.57 60x40	0.04±0.12 1±0		

Figura 76: Tapón para perfil rectangular 60X40 y dimensiones.

Una vez comentadas las diferentes etapas que se han atravesado durante el diseño del ensamblaje, se procede a analizar el resto de los componentes que no han sido mencionados durante este apartado. Esto se debe a que existen ciertos elementos constructivos que han sido diseñados y dimensionados en base a la antropometría, término que comparte una estrecha relación cuando se habla del diseño de maquinaria de musculación.

7 ESTUDIO DE ANTROPOMETRÍA ESTÁTICA.

El término antropometría hace referencia al estudio cuantitativo de las proporciones y las medidas del cuerpo humano. Este interés por conocer las características físicas de la persona es algo completamente ancestral y normalmente se realizaba con el objetivo de representar las proporciones precisas del cuerpo humano.

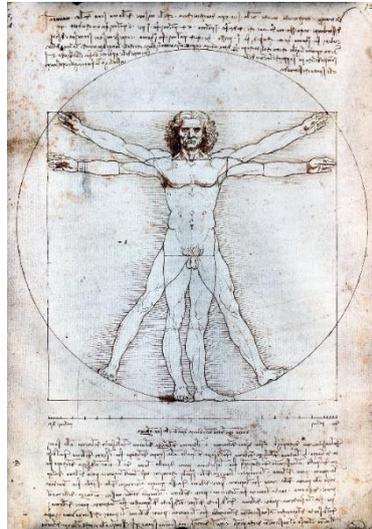


Figura 77: Hombre del Vitruvio. Dibujo realizado por Leonardo Da Vinci tomando en cuenta las proporciones del arquitecto de la Antigua Roma Vitruvio.

7.1 Aplicación de la Antropometría.

Hoy en día, la antropometría se trata de una disciplina fundamental en diferentes ámbitos, ya que tiene en cuenta diversos factores como la seguridad de la persona y su ergonomía.

Dicho esto, en lo que respecta al estudio de antropometría de la máquina diseñada, este se considera crucial, debido a que este permitirá crear un entorno de trabajo óptimo para el atleta. Además, realizando este análisis, se cumplirán satisfactoriamente dos de los objetivos principales propuestos por el autor, los cuales se basan en que un amplio rango de la población puede ejecutar los ejercicios que permite el sistema desarrollado, así como que la práctica de estos sea lo menos lesiva y segura posible. Cabe destacar, por lo tanto, que ciertas dimensiones de la estructura irán condicionadas por el concepto comentado anteriormente.

Ahora bien, antes de comenzar a desarrollar cada uno de los componentes por separado, cabe destacar que se pueden encontrar diferentes fuentes de información en referencia a datos antropométricos, siendo la mayor parte de estudios sobre antropometría aplicada a la ergonomía realizados en EE.UU. y Europa entre los años 60 y 80, por lo que puede que algunas de las medidas que se han seleccionado directamente de este tipo de estudios se vean ligeramente afectadas por diversos cambios en la sociedad, como el aumento de la población, la mejora de la calidad de vida en algunos territorios etc., lo cual ha conllevado que la sociedad sea cada vez un poco más alta. Además, sumado a lo anterior, cabe mencionar que dichas variables se obtienen sobre individuos desnudos, por lo que, en algún caso, puede que haya que considerar un cierto margen de error o tolerancia.

7.2 Fuente de información en la que se basa el estudio.

A continuación, se muestra una imagen de la portada del libro al que se va a atender a la hora de seleccionar las diferentes medidas que se consideran necesarias a la hora de dimensionar desde un punto de vista ergonómico la estructura final.

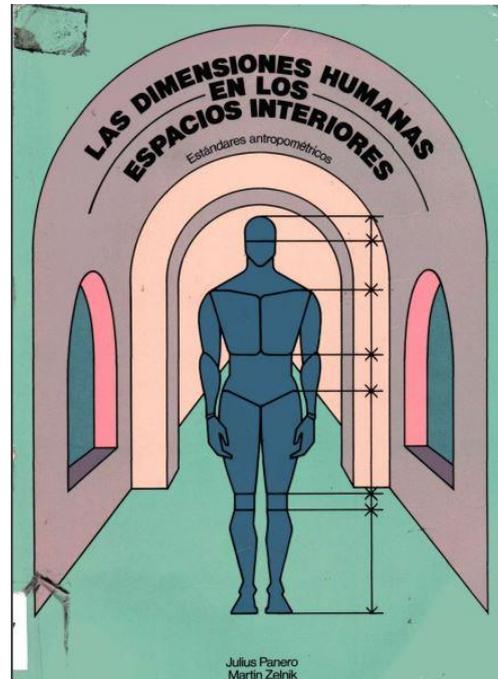


Figura 78: Portada Libro en el que se ha basado dicho estudio.

El libro “Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores” fue escrito en el año 1979 por Julius Panero y Martin Zelnik y se puede dividir en 3 partes.

La primera de estas trata la teoría y aplicación de la Antropometría, dedicando una sección única a las personas físicamente disminuidas y ancianos. Además, proporciona al diseñador los fundamentos de la antropometría y un conocimiento básico del modo de establecer las normas de diseño interior.

La segunda parte, contiene unas tablas antropométricas ilustradas y de fácil lectura con los datos disponibles más comunes del tamaño corporal, organizados por grupos de edad y percentiles. También se incluyen datos sobre la amplitud del movimiento articular y dimensiones del cuerpo de los niños.

Por último, en la tercera parte se presentan centenares de dibujos acotados que ilustran en planta y sección la correcta relación antropométrica entre el usuario y el espacio. Los tipos de espacios que se estudian abarcan desde el residencial y comercial hasta el recreativo e institucional; todas las tablas de dimensiones se completan con las correspondientes conversiones a sistema métrico.

Cabe destacar que de entre estas tres partes, se ha atendido en mayor profundidad la segunda de estas, debido a que es en esta donde se encuentran los datos más comunes del tamaño corporal, organizados por grupos de edad y percentiles.

7.3 Diseño y dimensionamiento ergonómico.

Ahora bien, una vez comentado esto, se procede a desarrollar el procedimiento seguido a la hora de determinar las diferentes dimensiones de los elementos que el alumno ha considerado adecuadas a la hora de dimensionar desde un punto de vista ergonómico.

7.3.1 Ejes guía.

En primer lugar, la longitud de los perfiles tubulares de sección circular, diseñados con el fin de guiar los rodamientos que van acoplados al carro desplazable de la estructura. Esto es importante porque podría dar lugar a dos problemáticas, que se comentan a continuación.



Figura 79: Situación de los ejes guía y los elementos que se le acoplan.

La primera de ellas, una longitud escasa. Esto se vería traducido en que cierto porcentaje de la población que superara una determinada altura no podría ejecutar de manera confortable el ejercicio de sentadilla jaca, debido a que la parte superior del carro impactaría con el perfil superior que une ambas partes de la máquina, lo que se vería traducido en un recorrido incompleto y una sensación incómoda para el atleta.

El segundo de los motivos, una longitud desmesurada, lo cual se vería traducido en un exceso de material, que conllevaría un mayor peso de la estructura, así como un costo mayor.

Teniéndose en cuenta estos factores, a la hora de dimensionar los tubos, se han tomado en cuenta las siguientes variables para determinar la longitud total de estos perfiles.

Por un lado, se ha considerado crucial tener en cuenta la distancia estándar existente entre la planta del pie y los hombros de una persona perteneciente al percentil 95% de sexo masculino, ya que, en la ejecución del movimiento para cuando la máquina se configura en la posición de jaca (posición más crítica de entre las 3 posibles a ejecutar) el límite superior del trayecto conlleva una cuasi extensión de la rodilla, por lo que teniendo en cuenta que la persona apoya sus hombros/trapezios en las hombreras y suponiendo que sus tobillos se encuentran alineados con las articulaciones de rodilla y cadera, dicha distancia será uno de los limitantes a la hora de determinar la dimensión del perfil tubular de sección circular.

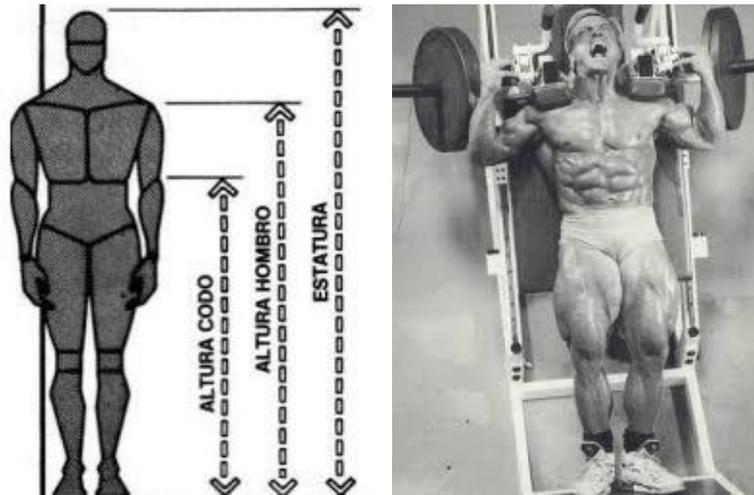


Figura 80: Límite superior del recorrido alcanzado durante la ejecución del ejercicio de sentadilla jaca.

Por otro lado, se ha de atender a las propias dimensiones del carro en relación con la situación de las hombreras, debido a que existe una distancia entre el tope del perfil metálico superior que conforma este y la situación del acolchado que se atornilla a las hombreras.

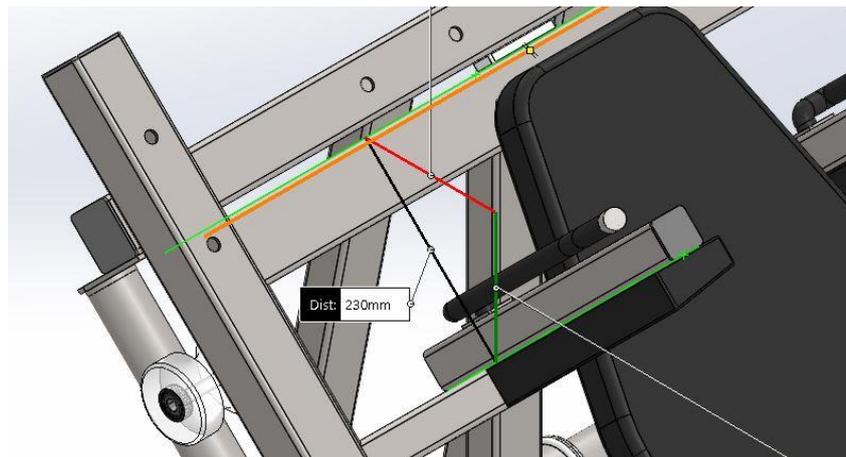


Figura 81: Distancia de la superficie superior del carro respecto de la superior de las hombreras.

Una vez se han comentado estos dos factores, se pasa a obtener el valor resultante de la suma de dichas dimensiones para así escoger la longitud final del tubo.

Dimensiones del cuerpo: previsión 1985, de hombres y mujeres adultos, en pulgadas y centímetros, según sexo selección de percentiles											
		Peso		A		C		D			
		lb	kg	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm		
95	HOMBRES	215.4	97,7	47.6	120,9	61.3	155,7	74.3	188,6	34.4	87,4
	MUJERES	165.1	74,9	42.8*	108,7	55.7	141,4	68.0	172,8	31.7	80,6
	HOMBRES	143.7	65,2	41.5	105,5	53.7	136,5	66.2	168,2	29.3	74,3
	MUJERES	104.5	47,4	38.0*	96,5	48.4	122,9	60.0	152,3	26.7	67,7

Figura 82: Valor Altura Hombro percentil 95 sexo masculino.

A modo de conclusión, al situarse en el percentil 95 del sexo masculino, se obtiene que dicha altura equivale a 1,56 m, que sumados a los 0,23 m que separan las hombreras del perfil metálico superior, equivalen a un valor resultante de 1,79 m de longitud. Tal y como se observa en la imagen inferior, la longitud de este es de 1,81 m debido a que se tiene en cuenta que el atleta puede llevar calzado, así como que esta máquina pueda ser empleada por una persona perteneciente a un percentil superior al empleado.



Figura 83: Croquis 2D y Modelo 3D donde se muestra la longitud final del eje guía.

7.3.2 Bloqueos laterales.

7.3.2.1 Cantidad de chapas que presentan.

En segundo lugar, se va a analizar la colocación de los topes laterales de seguridad. Esto se va a realizar atendiendo a las diferentes alturas que pueden presentar los atletas, por lo que se parte de colocar una cantidad de topes determinada que satisfaga ambos movimientos principales de la máquina.

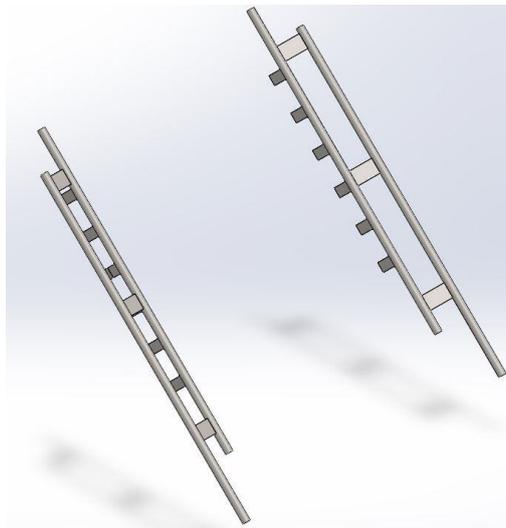


Figura 84: Captura bloqueos laterales.

Tal y como se ha comentado anteriormente, en este dimensionamiento se necesita considerar ambas configuraciones (jaca/prensa) de la máquina para el correcto distanciamiento de las chapas de los topes laterales. Consiguiendo esto, se logrará que el atleta pueda dejar reposar el carro de una manera satisfactoria tras acabar su entrenamiento indiferentemente de su altura y sin realizar apenas esfuerzo.

Una vez dicho esto, se comienza por situar la primera de las chapas a una distancia de unos 7 centímetros de la superficie inferior del saliente lateral que presenta el carro cuando este se sitúa en el límite superior de la máquina (recorrido que solo se podrá alcanzar durante la realización de sentadilla jaca) para que este se detenga al hacer contacto con la ya comentada chapa, quedando tal que así:

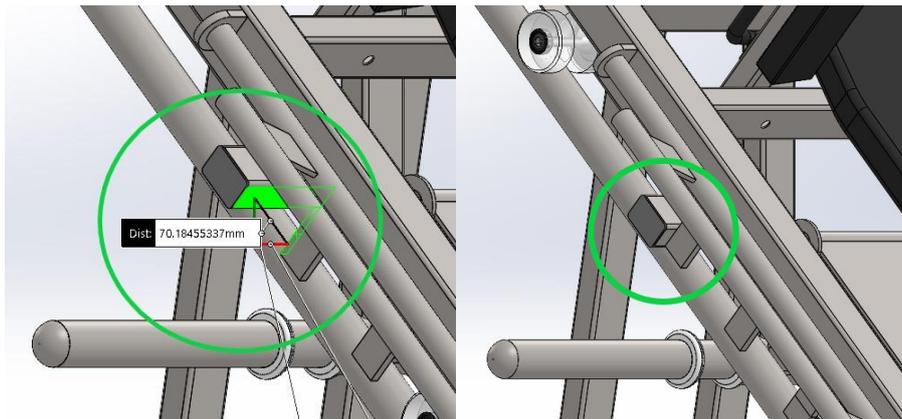


Figura 85: Distancia límite superior-primera chapa.

A partir de aquí, se determina una cantidad total de 6 topes, los cuales se colocarán a 0,15 m distancia entre sí, habiéndose optimizado esta distancia para que como se ha comentado anteriormente, exista el menor número de topes posibles, abarcando un rango de recorrido lógico a lo largo del cual el atleta podrá dejar reposar el carro tras haber finalizado el entrenamiento en ambas posiciones del ensamblaje.

Para comprender esto de una mejor manera, se aporta una imagen del croquis final sobre el cual se ha realizado posteriormente una operación de saliente-extruir para obtener el modelo 3D de estas chapas. Además, se aporta una captura en la que mediante la herramienta “medir” de SolidWorks se demuestra que la distancia existente entre chapas es la ya mencionada.

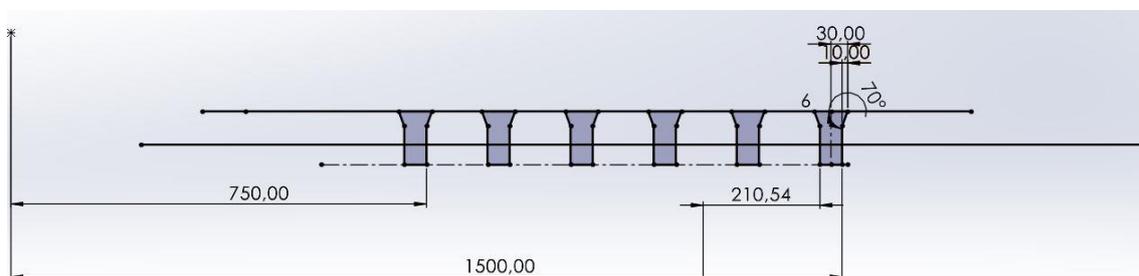


Figura 86: Croquis mediante el cual se extruyen dichas chapas.

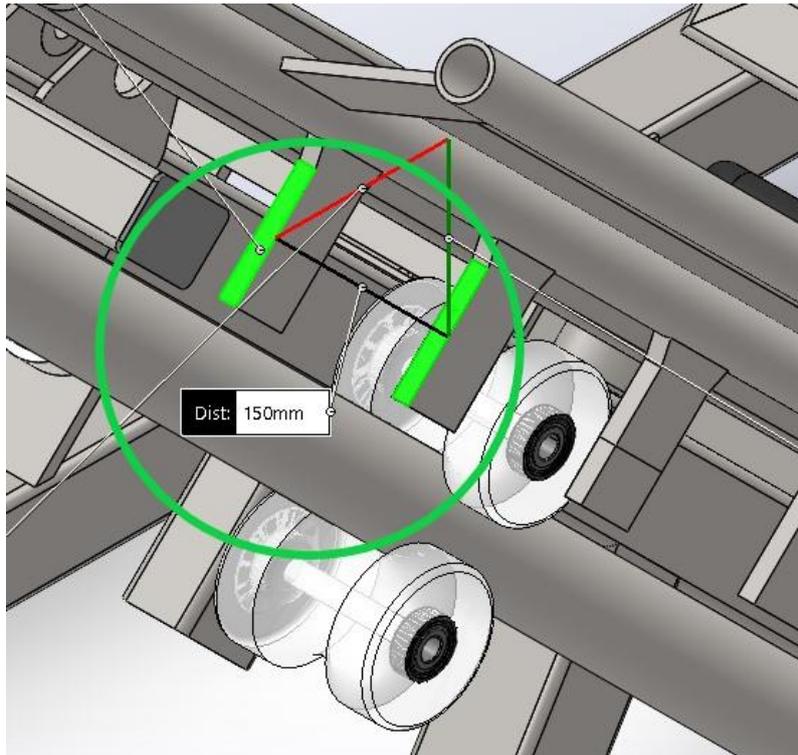


Figura 87: Distancia entre chapas.

7.3.2.2 Separación agarraderas bloqueos laterales.

En siguiente lugar, se atiende a la separación existente entre los bloqueos laterales de seguridad. Dicho análisis se realiza con el fin de que el atleta pueda liberar los topes de seguridad de la estructura una vez se haya acomodado en los acolches (ya sea en la posición de prensa angular o de sentadilla jaca), pudiendo así realizar el recorrido correspondiente del ejercicio seleccionado.

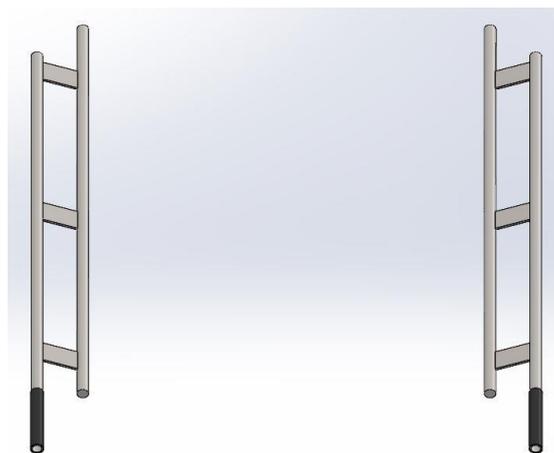


Figura 88: Situación bloqueos laterales.

En este caso, el no atender a esta dimensión podría desembocar en dos problemáticas. Por un lado, el que estuvieran demasiado juntos se vería traducido directamente en que las plataformas donde apoya los pies el atleta fueran demasiado estrechas, no permitiendo que este pudiera adaptar la colocación de sus pies a su gusto.

Por otro lado, el que fuera demasiado extensa podría provocar que ciertos perfiles de persona no pudieran alcanzar dichas agarraderas, situando al atleta ante una situación de peligro pues solo le estaría protegiendo el pasador de seguridad ante una posible caída. Además, el exceso en dicha distancia ampliaría el tamaño de ciertos componentes, así como perfiles metálicos, produciendo un abultamiento en el presupuesto final.

Dicho esto, tras intentar obtener la medida existente entre el centro de las palmas de las manos, el alumno no consigue encontrar estadísticas al respecto de esta, por lo que se procede a emplear como valor el percentil 5 del sexo femenino referente al alcance lateral del brazo, valor extraído de medir la distancia normal existente entre las puntas de los dedos y un plano que divide a la persona simétricamente, tal y como se muestra a continuación.

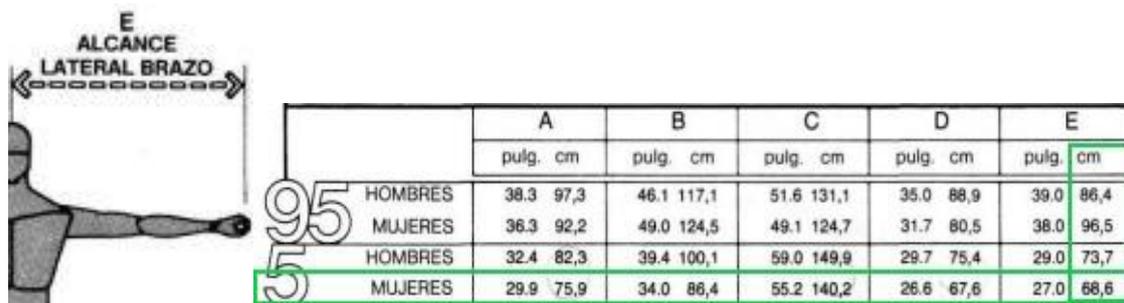


Figura 89: Valor alcance lateral brazo percentil 5 sexo femenino.

Esto da como resultado el valor de 0,69 m, que equivale a 1,38 m si se tienen en cuenta las dos mitades que conforman el cuerpo humano. Ahora bien, entendiendo que las agarraderas de los laterales se envuelven con la mano y no se rozan con las puntas de los dedos de esta, así como que la extensión completa del brazo no es del todo ideal, sino que el codo siempre se encontrará un tanto flexionado, dicho valor de 1,38m se considera excesivo, por lo que se reduce este hasta los 1,25 m aproximadamente, medida la cual aporta unos buenos anchos de plataforma, así como permite que todo tipo de persona puede desbloquear y bloquear la máquina con relativa comodidad a través de los topes laterales.

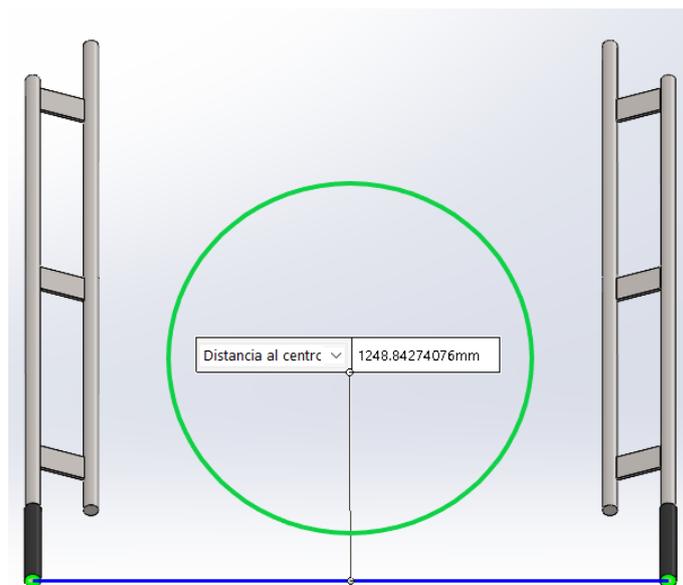


Figura 90: Distancia existente entre los centros de las agarraderas.

7.3.3 Hombreras.

En cuarto lugar, se hace referencia a los acolchados donde el atleta coloca sus trapecios/hombros con el objetivo de realizar la funcionalidad que permite ejecutar una sentadilla jaca en dicha estructura. Dichos acolchados se encuentran atornillados a unos perfiles de 40x40, cuya colocación en el carro también es crucial para que los acolchados distribuyan de manera correcta la carga sobre la persona.

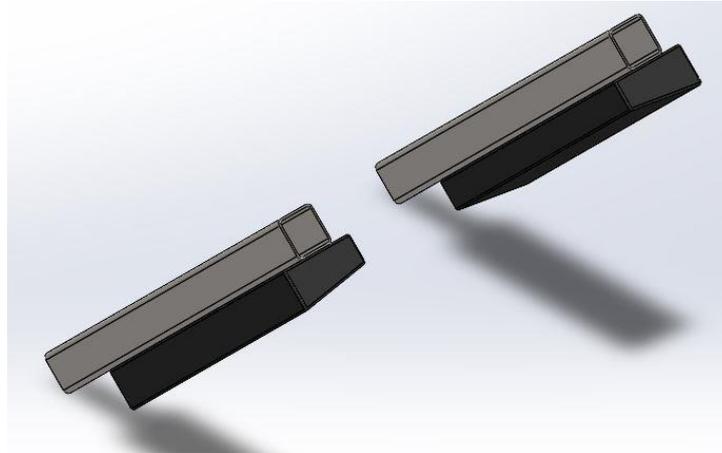


Figura 91: Situación Hombreras.

Dicho esto, se parte de la premisa de tomar la dimensión de la anchura existente en los hombros de una persona perteneciente al percentil 5 de sexo femenino. Esto se debe a que, en base a este valor, se podrá determinar una separación entre las caras interiores de las hombreras adecuadas, así como una colocación correcta de los perfiles que las sujetan.

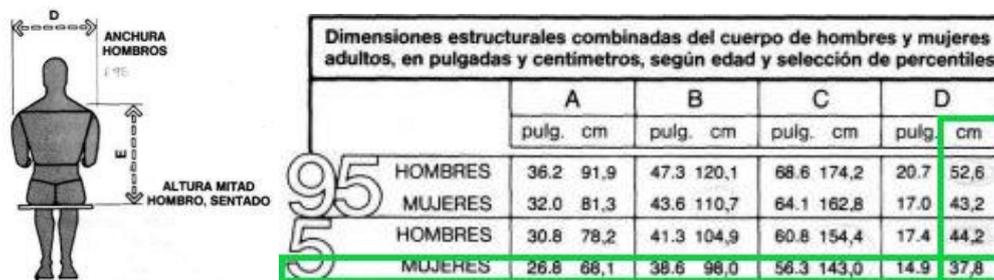


Figura 92: Valor anchura hombros percentil 5 sexo femenino.

Teniendo en cuenta el valor de 0,38 m como separación máxima entre las caras interiores de las hombreras, todavía se reduce más esta distancia teniendo en consideración que el apoyo de las hombreras se realice en la amplitud máxima de los hombros puede llegar a ser un tanto incómodo para el atleta, por lo que se reduce dicha dimensión hasta los 0,32 m, permitiendo al deportista mantener en contacto con los acolchados una mayor superficie de la parte alta de su torso.

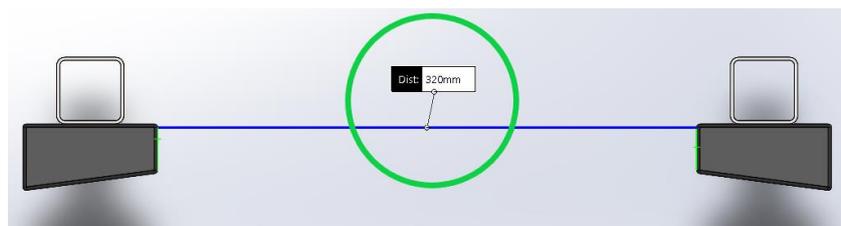


Figura 93: Distancia mínima existente entre hombreras.

Por otro lado, otro de los valores interesantes para tener en cuenta es la distancia existente entre las caras exteriores de las hombreras, ya que, en personas de una talla superior, estas requerirán de una distancia mayor para mantener sus trapecios totalmente apoyados en los acolchados. Es por esto por lo que se toma como referencia el percentil 95 de sexo masculino, el cual muestra una distancia entre hombros de 0,53 m, por lo que el valor equivalente entre dichas caras será de unos 0,48 m, más que suficiente para asegurar el apoyo de las hombreras a lo largo de los trapecios principalmente, así como parte de los hombros.

		Dimensiones estructurales combinadas del cuerpo de hombres y mujeres adultos, en pulgadas y centímetros, según edad y selección de percentiles							
		A		B		C		D	
		pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm
95	HOMBRES	36.2	91.9	47.3	120.1	68.6	174.2	20.7	52.6
	MUJERES	32.0	81.3	43.6	110.7	64.1	162.8	17.0	43.2
5	HOMBRES	30.8	78.2	41.3	104.9	60.8	154.4	17.4	44.2
	MUJERES	26.8	68.1	38.6	98.0	56.3	143.0	14.9	37.8

Figura 94: Anchura hombros percentil 95 sexo masculino.

Por último, cabe destacar que se ha aplicado una cierta inclinación sobre el croquis en el cual se ha diseñado la hombrera. Dicha inclinación favorece y acompaña el apoyo del trapecio del deportista sobre el acolchado, aportando una experiencia más satisfactoria durante la realización del ejercicio.

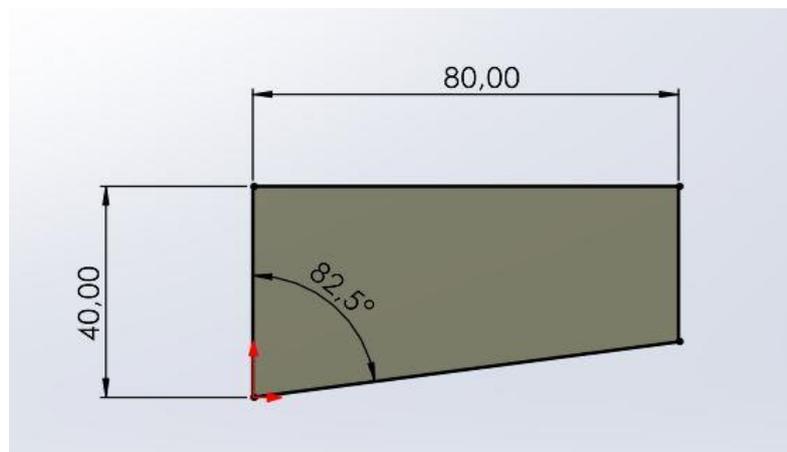


Figura 95: Croquis 2D pre-extrusión.

7.3.4 Respaldo acolchado.

En siguiente lugar se procede a analizar las medidas empleadas a la hora de diseñar el asiento. En este caso se ha buscado que el respaldo satisfaga ciertas medidas para que este sea empleable en ambas posiciones principales de la máquina.

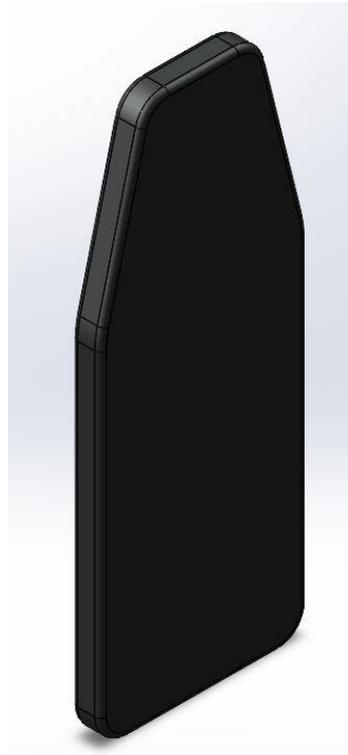


Figura 96: Modelo 3D respaldo.

Por un lado, se atiende al percentil 95 referente a la distancia “altura mitad hombro”. Este dato se considera como el más fiable de entre los que ofrece el estudio para, en primer lugar, dimensionar la distancia que presentará el asiento desde su parte inferior hasta la coincidente con la parte más baja de las hombreras.

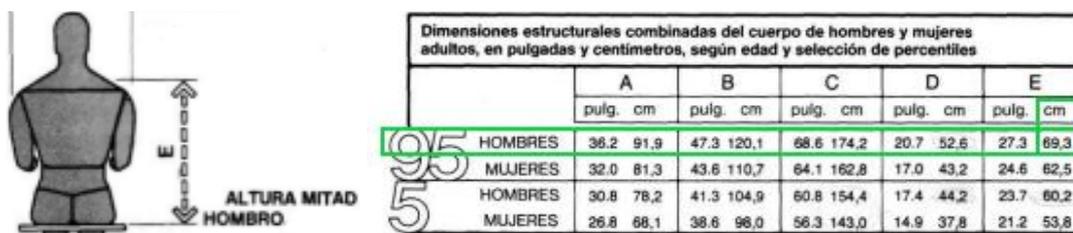


Figura 97: Altura mitad hombro percentil 95 sexo masculino.

Una vez se obtiene la medida (tal y como se muestra en la tabla superior) equivalente a 0,69 m de distancia, se procede a analizar la parte restante de este. Tras haber obtenido el segundo valor se podrá realizar una suma de estos datos obteniendo así la longitud final del respaldo.

En segundo lugar, se considera imprescindible tomar en consideración el percentil 95 de sexo masculino referente a la “altura ojo, sentado”. Se toma este variable debido a que el atleta, una vez sobrepasada las hombreras, presenta otro punto de apoyo en la parte trasera de la cabeza, la cual coincide con la perpendicular que forman los ojos con la superficie del respaldo.

Cabe destacar que esta distancia se tendrá en cuenta a la vez que la mencionada anteriormente de la “altura mitad hombro”. Esto se hace porque restando el segundo valor al primero de estos se obtendrá una distancia mínima que deberá presentar el asiento desde la parte inferior de las hombreras hasta el límite superior de este.

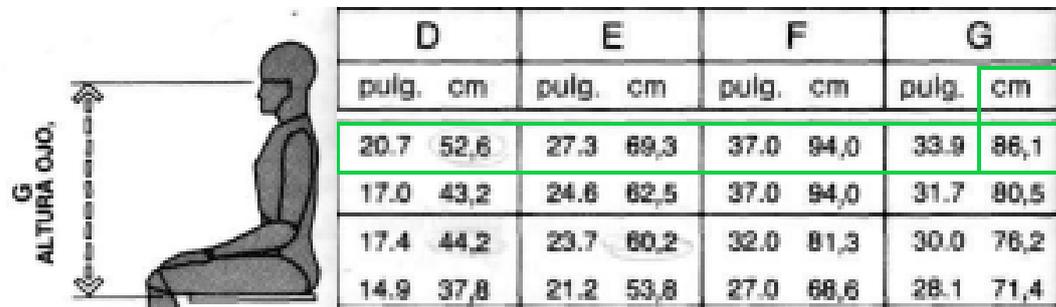


Figura 98: Altura ojo percentil 95 sexo masculino.

Una vez obtenidos ambos valores se realiza una resta para obtener dicha distancia mínima comentada anteriormente, obteniendo así un valor de 0,17 m aproximadamente.

Dicho esto, se muestra una imagen del croquis final mediante el cual se ha modelado el respaldo acolchado. Posteriormente se razonarán algunas de las medidas que se muestran en este.

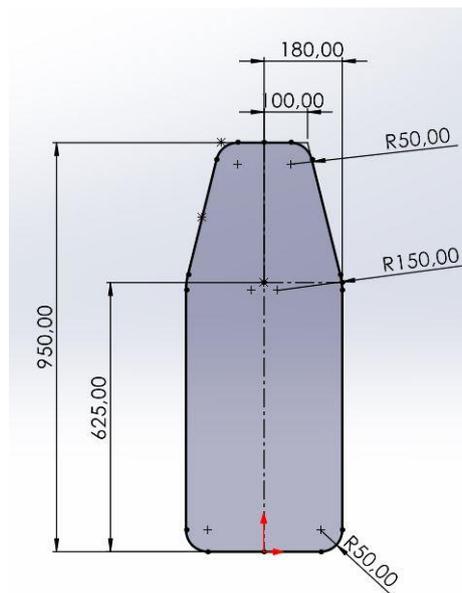


Figura 99: Croquis respaldo.

En relación con el croquis que se muestra acotado anteriormente, cabe destacar que el ancho del asiento se ha estipulado de tal manera que el atleta pueda anclar sus diferentes puntos de apoyo al asiento, como la parte posterior de la cabeza, escápulas y glúteo (en el caso de la prensa solo se apoyará cabeza y escápulas principalmente). Por ello, la anchura seleccionada a lo largo de la mayor parte de la longitudinal de este es de 0,36 m, una distancia ligeramente superior a la estándar que presentan diferentes bancos de musculación, así como respaldos de diferentes máquinas de gimnasio.

7.3.5 Asiento acolchado.

Por otra parte, se analizan las medidas plasmadas en el diseño del asiento que acompaña al respaldo cuando el ensamblaje se encuentra en situación para ejecutar el movimiento de prensa angular.



Figura 100: Modelo 3D asiento.

En este caso, se ha tomado como anchura la misma que se ha empleado para el respaldo acolchado y como longitud, la necesaria como para que cualquier tipo de atleta pueda apoyar el glúteo mayor en este mientras realiza el ejercicio.

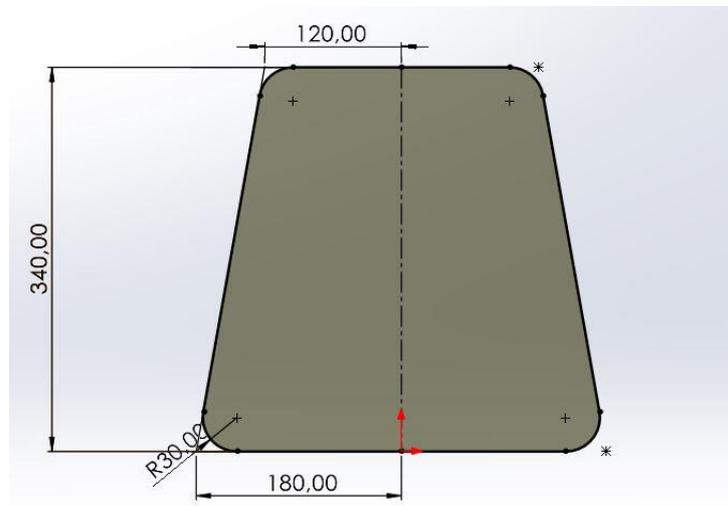


Figura 101: Croquis asiento.

7.3.6 Agarraderas Hombreras.

Por último, se analiza la colocación de las agarraderas para la ejecución del movimiento de sentadilla jaca. En este lugar, se han colocado los perfiles tubulares de sección circular anclados a los perfiles metálicos de 40x40 de tal manera que las agarraderas quedan ligeramente elevadas respecto de las hombreras acolchadas, decisión lógica si se entiende que a la hora de sujetar estas, el centro de las palmas de las manos siempre va a quedar por encima de los hombros/trapezios que estén apoyados en las hombreras.

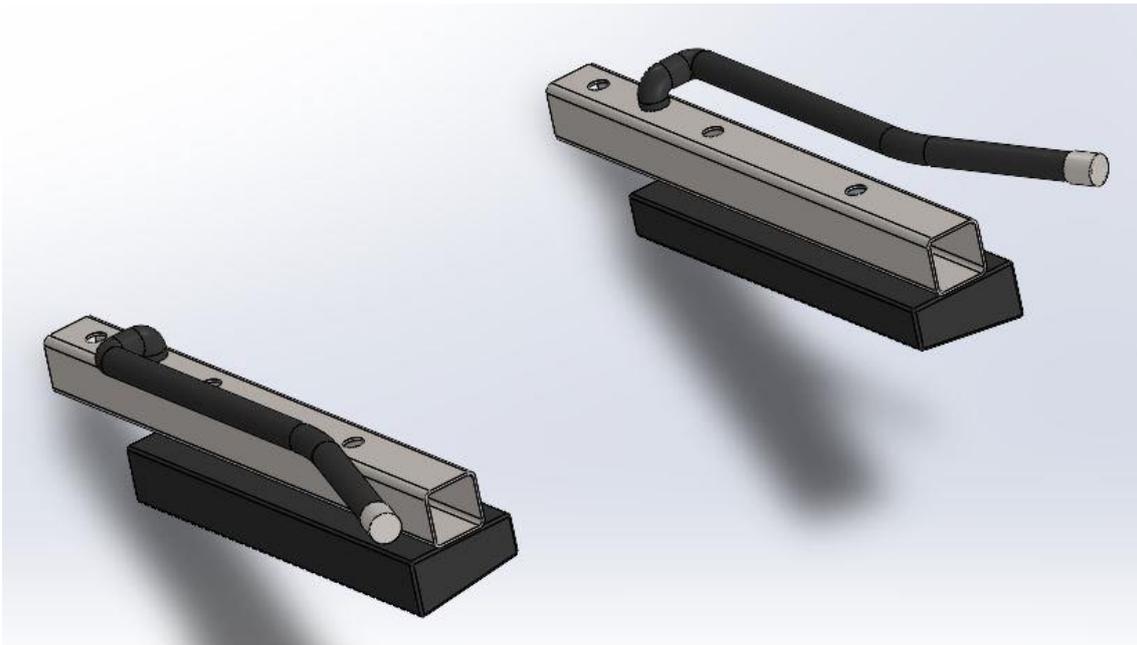


Figura 102: Situación agarraderas.

Además, el final de trayecto que describe el croquis mediante el cual se han modelizado, se encuentra ligeramente distanciado a lo ancho de las hombreras debido a que así el agarre de estas se podrá realizar en un plano escapular, descartando el frontal por una posible falta de movilidad por parte del atleta, así como el sagital porque provocaría interferencias con las hombreras.

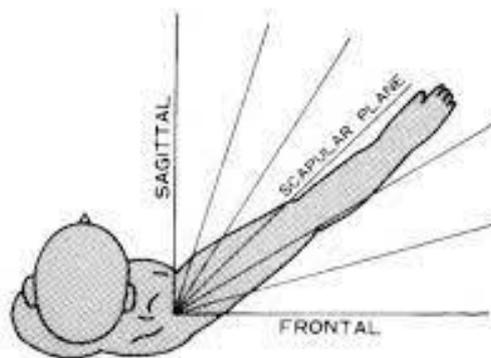


Figura 103: Plano sagital, escapular y frontal.

8 MATERIALES.

En el presente apartado se procede a seleccionar los materiales de los diferentes elementos que conforman el diseño propuesto. Para ello, cabe destacar que se ha de tener en cuenta diferentes aspectos como el económico, la procesabilidad que presenta, la disponibilidad o las propiedades mecánicas.

Por otro lado, se ha de considerar que una gran cantidad de los elementos empleados en el ensamblaje están totalmente normalizados, por lo que son directamente adquiridos de un fabricante o un distribuidor.

Esto conlleva que en la mayoría de los casos el material a emplear quede definido por el vendedor del producto, pudiendo, a lo sumo, modificar algunos aspectos, como por ejemplo la composición química del material, la calidad de este o la aplicación para la que va a ser destinado, guardando una estrecha relación sendos tres términos.

Ahora bien, una vez se ha comentado esto, se procede a realizar la selección del material que presentarán los perfiles metálicos huecos de sección circular, rectangular y cuadrada.

8.1 Material de los perfiles metálicos comerciales.

A continuación, se analiza la selección del material que presentarán los diversos tipos de perfiles comerciales que se localizan a lo largo de la estructura, así como los que conforman el carro, la plataforma inferior, los ejes de carga o los ejes guía.

Los tipos de acero más comunes empleados a la hora de elaborar este tipo de elementos varían en función del proveedor, debido a que es este el que decide qué procesos de fabricación emplear, así como qué tratamientos aplicar en su gestación.

En este caso, se ha decidido consultar diferentes catálogos de venta de diversos proveedores, como pueden ser Alsimet e Incafe2000, a lo que el estudiante se decanta finalmente por emplear el de Alsimet debido principalmente a tres factores, los cuales se comentan a continuación.



Figura 104: Logo Alsimet.

Por un lado, la variedad de dimensiones que ofrece en su catálogo de perfiles comerciales, coincidiendo estas con las secciones que se habían empleado en un principio en el diseño.

PERFILES METÁLICOS COMERCIALES				
GEOMETRÍA SECCIÓN	DIMENSIONES [mm]	Nº DE PERFILES	LONGITUD TOTAL [m]	APLICACIÓN
CUADRADO	75X75X3	1	0,81	Perfil superior carro
CUADRADO	60X60X3	13	14,78	Estructura y perfiles donde se coloca el pasador de seguridad.
RECTANGULAR	60X40X2	19	9,04	Carro, plataforma inferior, perfiles para ejes de carga
CIRCULAR	50X4	4	4,47	Ejes de carga y ejes guía
CIRCULAR	30X2	2	2,80	Agarraderas laterales
CIRCULAR	15X1,5	2	0,90	Agarraderas hombreras.

Tabla 1: Tipos de sección y dimensiones a emplear en el diseño.

En segundo lugar, este proveedor ofrece dichos perfiles en diferentes calidades de acero, desde E220-E190, hasta S275 y S355.

TUBO DE HIERRO
CALIDAD:
E 220 - E 190
S 275
S 355

Figura 105: Captura extraída del catálogo Alsimet referente a las calidades de tubo de hierro que ofrece.

Además, es posible adquirir dichos perfiles habiéndosele aplicado diferentes tratamientos a estos, de entre los cuales cabe destacar el laminado soldado, el laminado en caliente o frío, el decapado y el galvanizado.

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN
Acero galvanizado	Elevada protección contra la corrosión, la abrasión y una mayor durabilidad.	Cubiertas, columnas, vigas y barandillas.
Laminado en caliente	Elevada resistencia al desgaste y al impacto y una excelente soldabilidad.	Se usa en labores de renovación, creación de armaduras y bastidores.
Laminado en frío	Elevada flexibilidad, alta calidad superficial y excelente conformabilidad.	Suelos metálicos, tuberías, vallas y rejillas.
Acero estirado	Macizo y resistente, de superficie fina.	cerrajería, ensamblajes ligeros, mecanismos de precisión.

Tabla 2: Características y aplicaciones de los aceros en función del tratamiento aplicado.

Ahora bien, de entre los materiales mostrados en la tabla, el acero galvanizado resulta ser el más adecuado para la selección de estos perfiles, debido a que este tipo de tratamiento le otorga al perfil un recubrimiento de zinc en la superficie que evita su oxidación, así como ofrece una buena resistencia a impactos. Por otro lado, la vida útil o durabilidad del perfil aumenta, debido a que dicha capa de zinc asegura el buen comportamiento de este bajo condiciones extremas.

Por último, en relación con la selección de los perfiles, se va a escoger que estos sean de calidad 275, en referencia al límite elástico en MPa que la sección es capaz de resistir ante diversos tipos de esfuerzo. Posteriormente, se comprobará en el Anexo I: Cálculos la validez de alguno de estos ante las cargas estáticas a las que se enfrenta la máquina.

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	210000.0031	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.28	N/D
Módulo cortante	79000	N/mm ²
Densidad de masa	7800	kg/m ³
Límite de tracción	410	N/mm ²
Límite de compresión		N/mm ²
Límite elástico	275	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica	1.1e-05	/K
Conductividad térmica	14	W/(m·K)

Tabla 3: Propiedades Acero S275-JR.

8.2 Material de las ruedas guía.

En este caso se procede a desarrollar la función del elemento para comprender la selección del material de este.

En la mayor parte de maquinaria de este calibre, se parte de un eje guía sobre el cual se montan unos rodamientos, los cuales finalmente se cubren con una especie de corredera de metal que presenta un tubo de nylon en su interior para el correcto deslizamiento de esta.



Figura 106: Captura gráfica referente al primer método de guiado explicado. Máquina Jaca FSDX-06 del fabricante y distribuidor FitLand.

Otra manera de llevar a cabo el guiado del carro es colocar unas ruedas de nylon con hendidura en forma de U sobre el eje guía. A estas, se les acoplan unos ejes en su interior, colocando a cada uno de los extremos un rodamiento, lo que permite una sedosa suavidad a la hora de ejecutar el movimiento.

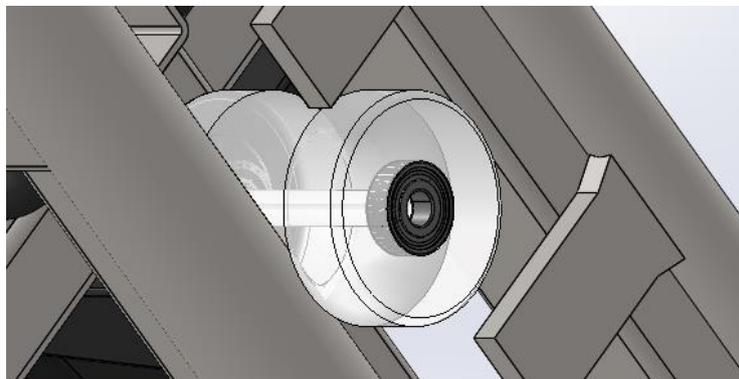


Figura 107: Método guiado extraído del propio diseño realizado en el presente proyecto.

De entre los dos métodos, ambos emplean el nailon con la misma finalidad, pero a título personal, el alumno decide escoger la segunda de las opciones para el diseño de esta máquina, tal y como se viene mostrando en apartados anteriores, por lo que el material a través del cual se fabricarán dichas ruedas será el nailon, perteneciente a la familia de polímeros sintéticos (poliamidas).

Dicho esto, el alumno compara diversos proveedores de barras de Nylon, de entre los cuales cabe destacar ServeiEstació y MuchoPlástico. Ambos ofrecen una herramienta que permite seleccionar dichas barras del diámetro que el comprador desee, así como establece diversas longitudes de barra para que este compre la que más se adapte.

Ahora bien, partiendo de la base de que existe un total de 6 ruedas, de 0.08m de diámetro cada una, así como 0.095m de ancho, se intenta optimizar las dimensiones tanto del diámetro de la barra a escoger como de la longitud de esta, obteniendo finalmente el siguiente resultado. En primer lugar, se selecciona una barra de 0.8m de diámetro en ambos proveedores. Por otro lado, en ambas páginas web se escogen se escoge una longitud total de barra equivalente y superior a la suma del total de rodamientos existente, por si alguno de las operaciones de corte o mecanizados fueras erróneos.

RUEDAS DE NAILON					
ANCHO [m]	DIÁMETRO [m]	Nº RUEDAS	LONGITUD TOTAL COMPONENTES [m]	DIÁMETRO BARRA SELECCIONADA [m]	LONGITUD BARRA SELECCIONADA [m]
0,095	0,08	6	0,57	0,08	1

Tabla 4: Dimensiones rueda de nailon y barra escogida.



Figura 108: Barra de Nailon ofrecida por ServeiEstació.

Tras realizar estos pasos, se escoge como proveedor final ServeriEstació debido al costo de adquisición de este material, unos 92,60€, frente a los 209.60€ de MuchoPlástico por el mismo volumen y tipo de nailon.

Finalmente, se muestran diversas características y aplicaciones del material escogido, así como propiedades mecánicas.

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN
Poliamida 6	Procesabilidad, resistencia a agentes químicos, excelente resistencia a la fatiga y al desgaste, rigidez extrema...	Piezas de maquinaria (engranes y cojinetes), piezas para automóvil (depósito de gasolina), líneas de pesca, cremalleras, palas de ventilador industrial y demás.

Tabla 5: Características y aplicaciones de la Poliamida 6.

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2620	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.34	N/D
Módulo cortante	970.4	N/mm ²
Densidad de masa	1120	kg/m ³
Límite de tracción	90	N/mm ²
Límite de compresión		N/mm ²
Límite elástico	103.648886	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica	0.233	W/(m·K)
Calor específico	1601	J/(kg·K)

Tabla 6: Propiedades mecánicas Nailon Tipo 6.

8.3 Material perfiles macizos.

A continuación, se procede a analizar el material que presentan los tochos de hierro con los que se trabajará el posterior mecanizado de ciertos componentes los cuales serán completamente macizos debido a la naturaleza de los esfuerzos que deben soportar estos.

Siendo dichos elementos los siguientes. En primer lugar, el pasador de seguridad, que presenta un diámetro de 0,05m. En segundo lugar, las barras laterales que sujetan las chapas de seguridad encargadas de frenar el carro, cuyo diámetro es de 0,03 m. Por último, los ejes mecanizados que sustentan los rodamientos, así como el perfil macizo al cual se le suelda la plataforma superior, del mismo diámetro empleado para las barras laterales.

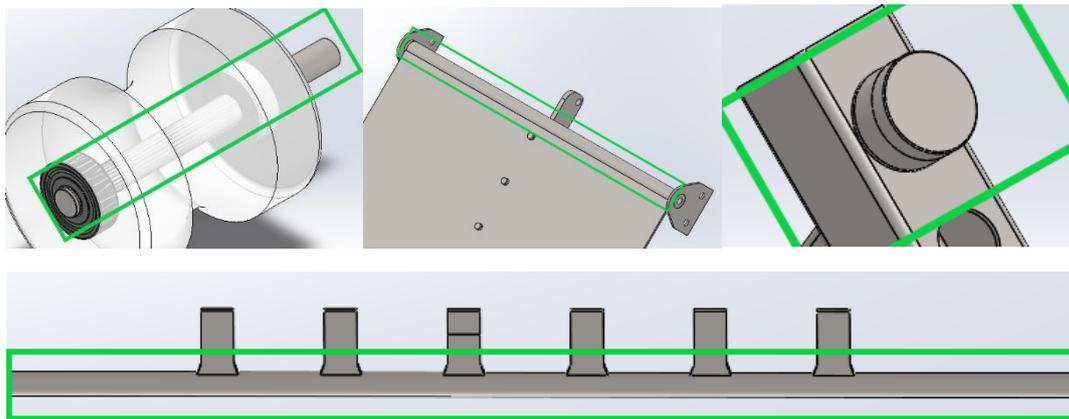


Figura 109: Capturas de los diferentes componentes que intervienen en la selección de materiales de este apartado.

Dicho esto, se lleva a cabo la búsqueda de un perfil macizo que ofrezca la posibilidad del mecanizado de sendas piezas, debido a que la longitud total de dichos componentes no es lo suficientemente extensa como para valorar la adquisición de diversos diámetros de perfil macizo.

PERFILES MACIZOS					
GEOMETRÍA SECCIÓN	DIÁMETRO BARRA SELECCIONADA [mm]	Nº DE COMPONENTES A MECANIZAR	LONGITUD TOTAL COMPONENTES [m]	LONGITUD BARRA SELECCIONADA [m]	APLICACIÓN
CIRCULAR	52	10	4,27	6	Barras bloqueo lateral, ejes rodamientos, barra plataforma superior y pasador de seguridad.

Tabla 7: Características barra seleccionada para mecanizado de piezas macizas.

En siguiente lugar, se acude de nuevo al catálogo de Alsimet, que en este caso también ofrece el tipo de producto que se está buscando. Esta vez la calidad del acero es St-275, mientras que el tratamiento aplicado a estos perfiles es el laminado en caliente, el cual aporta al acero una resistencia muy alta al desgaste y al impacto y una excelente procesabilidad, tanto a la hora de ser torneado, como de ser soldado.

PERFILES COMERCIALES DE HIERRO

Laminado en caliente.

Vigas en IPN perfil normal, UPN forma U, IPE alas paralelas,

HEA serie ligera, HEB alas anchas y largas, HEM alas anchas reforzadas.

Largos de 6 a 14m.

PERFIL DE HIERRO
CALIDAD:
St- 275

Figura 110: Captura extraída del catálogo Alsimet donde se detalla el tratamiento térmico de los perfiles de acero, así como la calidad de estos.

Por último, antes de pasar con la siguiente selección de materiales con la siguiente selección de materiales, cabe destacar que se decide escoger una barra de 6m de longitud y 52 mm de diámetro debido a que el diámetro mayor post mecanizado será de 50 mm. Dicho esto, el diámetro del resto de piezas oscila entre los 15 y los 30 mm, por lo que la cantidad de material a desprender del sólido será mayor.

A modo de conclusión, esta decisión es tomada en base a que la longitud de corte mínima en la que el proveedor vende las barras es de 6m, longitud que no se llega a alcanzar mediante la suma de las dimensiones del total de piezas macizas a mecanizar. Por lo que no se considera viable adquirir diversos diámetros de barra, lo que provocaría un aumento del presupuesto, así como un exceso de material sobrante tras el montaje de la máquina.

8.4 Material de los acolchados.

En este tipo de componentes se suele buscar conseguir dos objetivos. Por un lado, se trata de lograr que el atleta se sienta cómodo a la hora de colocarse en los diferentes acolchados de la estructura (respaldo, asiento, hombreras etc.), pero al mismo tiempo se busca rigidez. Esto se ve reflejado en aportar al deportista una mayor libertad de movimiento, así como una mayor estabilidad a la hora de realizar el ejercicio. Además, la suma de ambos objetivos colabora en la existencia de un menor riesgo de lesión.

En este caso, debido a que la fabricación de acolchados para maquinaria del sector fitness se encuentra bastante estandarizada, se procede a comentar los materiales que se suelen emplear, así como las pequeñas variaciones que puede decidir tomar el proyectista a la hora de decidir la composición de ciertos elementos que componen este.

ACOLCHADOS	
MATERIALES A EMPLEAR	FUNCIÓN
MADERA	APORTAR RIGIDEZ AL AL CONJUNTO, ASÍ COMO SIRVE DE ESTRUCTURA PARA EL RESTO DE COMPONENTES
ESPUMAS DE ALTA DENSIDAD O INDERFORMABLES	APORTAR ESTABILIDAD, ASÍ COMO COMODIDAD AL ATLETA.
CUERO SINTÉTICO O POLIPIEL	OFRECER RUGOSIDAD, FAVORECIENDO LA ADHERENCIA DEL ATLETA, ASÍ COMO SER IGNÍFUGO Y RESISTENTE A TODO TIPO DE PH.

Tabla 8: Materiales a emplear y funciones que cumplen cada uno de estos.

En siguiente lugar, se procede a encontrar un distribuidor donde poder adquirir una espuma de elevada densidad, pudiendo así proporcionar las características mencionadas anteriormente. Tras realizar una pequeña búsqueda, se da con 'TopDormitorios', el cual proporciona hasta 4 espumas de diversas densidades, desde los 20kg/m³, hasta los 35 kg/m³.

Finalmente, se opta por escoger la espuma indeformable HR (High Resilience/Alta Resiliencia), que garantiza las propiedades que se muestran a continuación.



Figura 111: Características de la espuma HR indeformable.

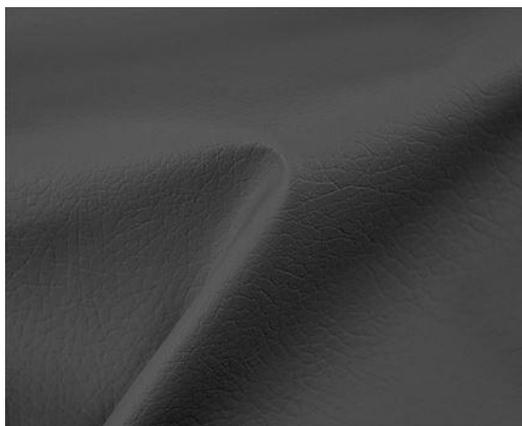
Por último, y puesto que no se ha comentado, cabe destacar que la espuma HR indeformable no es más que un nombre comercial para designar la espuma de poliuretano, que es empleada también en el sector del descanso en la fabricación de colchones.

En segundo lugar, se analiza el material que conformará el exterior del asiento, el respaldo y las hombreras, el cual, además de presentar un acabado elegante y presentar un tacto eficiente en la interacción con el atleta, debe de aportar una buena resistencia frente a diversos agentes como los ácidos, las bases o los pH neutros. Asimismo, según recalca la normativa en referencia a este tipo de equipamiento, los materiales empleados deben de ser ignífugos.

Dicho esto, se ha descubierto que la mayoría de los bancos de pesas, así como los empleados en máquinas de musculación, están recubiertos de polipiel o cuero sintético, lo cual evita que la espuma del interior sea degradada por los agentes ya comentados, así como proporciona una adecuada interacción con el atleta a la hora de asegurar que este pueda acoplarse de manera segura a los acolchados, evitando así todo tipo de deslizamiento.

Finalmente, el estudiante se decide por escoger una polipiel, debido a su elasticidad, su elevada resistencia frente a la abrasión, los arañazos, así como los productos de limpieza.

En este caso, la polipiel ha sido seleccionada del catálogo del fabricante y distribuidor POLIPIEL, y presenta las siguientes características técnicas.



- COMPOSICIÓN: 45% PVC 15% Poliuretano 20% Poliéster 10% Algodón 10% Otros.
- ANCHURA: 140 Cm.
- PESO DEL METRO LINEAL: 700 gr.
- RESISTENCIA A LA ABRASIÓN (ISO 12947): 40.000 Ciclos Martindale.
- SOLIDEZ DEL COLOR A LA LUZ (ISO 105-B02): 4-5
- RESISTENCIA AL FROTE SECO/MOJADO (ISO 105-X12): 4.
- RESISTENCIA AL DESGARRO (ISO 13937-3): 65N/65N.
- RESISTENCIA A LA TRACCIÓN URDIMBRE / TRAMA (ISO 1421): 450N/550N.
- PROLONGACIÓN URDIMBRE/TRAMA(ISO 1421) 20% / 20%.

Figura 112: Características técnicas Polipiel seleccionada.

9 PROCESOS DE FABRICACIÓN.

En el presente apartado se procede a estipular la serie de procesos de fabricación que deberá atravesar la materia prima adquirida con el fin de obtener el producto final tal y como se ha diseñado. Se entiende por materia prima los perfiles huecos y macizos adquiridos en Alsimet, las planchas de acero adquiridas en FerrosPuig o las barras de nailon del proveedor MuchoPlástico, así como las espumas y las polipielles compradas en diversos proveedores.

En segundo lugar, se considera que existe una estrecha relación entre los métodos de unión empleados a lo largo del ensamblaje y los procesos de fabricación aplicados sobre los diferentes componentes que se localizan en este. Dicho esto, tanto los métodos de unión como los procesos de fabricación han sido ideados en todo momento pensándose en el posterior transporte y montaje del conjunto.

Por último, se recalca la existencia de una normativa en relación con los procesos de fabricación a emplear en proyectos de este estilo. Como se emplearán diferentes maquinarias para procesar los materiales antes de su unión, no hay que intervenir en esa fase ya que las propias máquinas cumplen la normativa, así como presentan su propio marcado CE.

9.1 Posibles procesos de fabricación para el corte de los perfiles comerciales.

Una vez se han adquirido los perfiles del proveedor Alsimet, se procede a trabajar sobre estos para obtener las formas mostradas en el diseño. Para ello, y teniendo en cuenta que Alsimet distribuye los perfiles seleccionados en longitudes de 6 metros, se centra la búsqueda en analizar los servicios más comunes que suelen ofrecer las empresas a la hora de cortar perfiles metálicos.

Tras realizar una breve búsqueda en diversas empresas, se observa que los procesos más empleados en lo referente a la transformación de perfiles metálicos suelen ser el corte de tubo con sierra de cinta, el corte de tubo con disco y, por último, el corte de tubo por láser. A continuación, se procede a desarrollar cada uno de estos para finalmente decantarse por uno de ellos.

No sin antes mencionar a la empresa 'FerrosPlanes', situada en Barcelona, la cual se dedica al mecanizado industrial de tubo especialmente en los métodos que se menciona en los siguientes apartados. Cabe destacar que el alumno ha basado parte de su explicación en la información que dicha empresa ofrece a través de su página web.



Figura 113: Logo empresa FerrosPlanes.

9.1.1 Corte de tubo con sierra de cinta.

Se trata de un tipo de corte mecánico y durante el proceso, una banda continua de metal disponible en varias configuraciones de dentado se encarga de cortar los sólidos.

Es indicado para trabajar con grandes lotes de tubos de gran diámetro y grosor, siendo máxima su productividad en estos casos.



Figura 114: Captura ofrecida por Planes referente al proceso de corte de perfiles comerciales mediante sierra de cinta.

Ahora bien, en lo que a las tolerancias se refiere, este proceso queda muy lejos de poder competir con los mencionados posteriormente, y es que, no está indicado para trabajos que requieran una precisión elevada.

Servicio	Materiales	Tipos de corte	Dimensiones del tubo que puede cortar	Grueso del tubo que puede cortar	Tolerancias
Sierra de cinta	Hierro, acero inoxidable	Redondo, cuadrado, rectangular, perfiles	Ø 25-500 mm	±1 mm	50-11.500 mm

Tabla 9: Especificaciones técnicas del corte por sierra de cinta.

9.1.2 Corte de tubo con sierra de disco.

El aserrado es uno de los métodos más versátiles y usados para el corte de tubo. Puede trabajar con volúmenes elevados de producción, proporcionando un corte limpio el cual se suele pulir posteriormente con un desbarbado.



Figura 115: Captura ofrecida por la empresa FerrosPlanes, situada en Barcelona.

Este tipo de método es adecuado para cualquier forma de tubos de diámetro pequeño o poco grosor, pudiendo cortar en ángulo y ofreciendo un rango de tolerancias estrecho. Además, al ser un proceso de corte en frío (la zona de corte se enfría con emulsiones solubles en aceite o en aceite sintético para evitar que se reblandezcan los dientes del disco) no produce zona afectada por el calor, algo que puede ser un beneficio para productos que requieren acabado posterior.

Por último, pese a presentar un acabado y una precisión un tanto inferiores a las ofrecidas por el corte por láser, se trata de un proceso mucho más económico que este, tanto en preparación de máquina, como en productividad.

Servicio	Materiales	Tipos de corte	Dimensiones del tubo que puede cortar	Grueso del tubo que puede cortar	Tolerancias	Longitud pieza acabada
Disco	Hierro, acero inoxidable.	Redondo, cuadrado, rectangular, oval, semioval, perfiles.	Ø 6-120 mm	0,5-10 mm	1±0,5 mm	10-4.800 mm

Tabla 10: Especificaciones técnicas del corte de tubo por disco.

9.1.3 Corte de tubo por láser.

Se trata de una tecnología que usa la amplificación de luz por emisión estimulada de radiación para cortar materiales, y es empleada habitualmente en las aplicaciones de industria y automovilística.



Figura 116: Captura ofrecida por FerrosPlanes en referencia al proceso de corte por láser.

Este tipo de proceso hace uso de un láser de alta potencia dirigido por ordenador, el cual es apuntado directamente hacia el material que se desea cortar. Dicho esto, el acabado de la superficie donde se realiza el corte es de alta calidad, así como presenta un nivel de precisión elevado.

Además, cabe destacar este método por la libertad que ofrece a la hora de cortar diferentes formas y detalles como agujeros, optimizando el material para que este no requiera de operaciones adicionales como el perforado o punzonado. Por último, permite cortar una variedad más amplia de materiales.

Servicio	Materiales	Tipos de corte	Dimensiones del tubo que puede cortar	Grueso del tubo que puede cortar	Tolerancias	Peso de tubo que puede manejar	Longitud pieza acabada
Láser	Hierro, acero inoxidable, aluminio, latón, cobre, titanio.	Redondo, cuadrado, rectangular, oval, octagonal, elíptico.	Ø 12-154 mm	0,5-8 mm (en hierro), 0,5-6 mm (resto de materiales)	±0,1 mm	23 kg/m	1-6.500 mm

Tabla 11: Captura ofrecida por FerrosPlanes en referencia al proceso de corte por láser.

9.2 Posibles procesos de fabricación para el corte de planchas metálicas.

Una vez seleccionadas las planchas de acero desde el catálogo que ofrece FerrosPuig, se procede a analizar los posibles procesos de corte a emplear. Cabe destacar que este proceso deberá de satisfacer el corte de planchas de acero comprendidas entre los 5 y los 10 milímetros de espesor.

Por último, cabe destacar los elementos que se podrán conformar tras el empleo del método de corte correspondiente.

En primer lugar, se solicitará el corte de una plancha de acero laminado en caliente de 300x300x5 mm, de la cual se extraerán diversas piezas como las chapas que se localizan a los extremos de los perfiles huecos, las cuales posibilitan su posterior unión mediante tornillería. Además, se deberá de poder obtener todo tipo de chapa de espesor 5mm que se localice en el modelo, como las orejetas que sostienen la plataforma superior e inferior de la máquina, o las chapas recubiertas de material que permita la amortiguación de las vibraciones producidas durante la ejecución del ejercicio, las cuales se encuentran en la superficie inferior de los perfiles inferiores de la estructura.

En segundo lugar, en lo que se refiere a la plancha laminada en caliente de 300x300x10 mm, se extraen las diversas piezas situadas en los bloqueos laterales cuya función es detener el movimiento del carro.

Por último, las planchas lagrimadas laminadas en caliente que conformarán las plataformas de la estructura serán ambas de 3/5 mm. Esto quiere decir que, de los 5 mm de espesor, 3 son correspondientes a pura plancha de metal, mientras que los 2 restantes hacen referencia al espesor que aporta el relieve de la propia lágrima. Ahora bien, en lo referente a su largo y ancho, estas presentarán dimensiones de 714x420 y 710x560 mm.

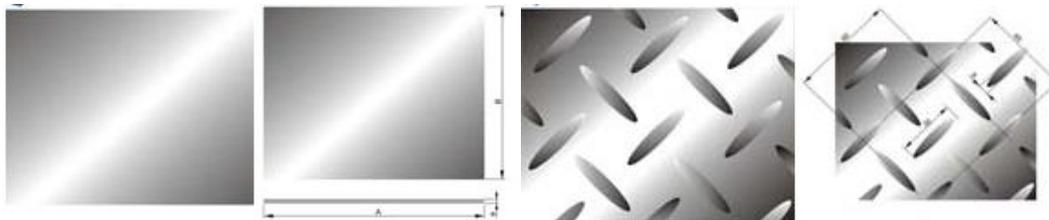


Figura 117: Tipos de plancha empleada.

Ahora sí, tras realizar una breve búsqueda, al parecer existen diversas tecnologías de corte que se pueden adaptar de manera correcta para el mecanizado de estas. Están aquellas que se basan en procesos de corte mecánico por abrasión, como el cizallado o el punzonado, y las que emplean métodos térmicos, como el oxicorte o el láser.

9.2.1 Corte por cizalla.

El cizallamiento es un proceso mecánico realizado en frío que se utiliza para cortar en línea recta sobre chapa metálica. El corte se realiza entre los bordes de dos herramientas de corte opuestas. En primer lugar, el material se bloquea; cuando la pieza de trabajo está fija, una cuchilla móvil desciende hacia una cuchilla fija con el espacio entre ellas determinado por el desplazamiento requerido.

En este caso, se recalca que el resultado obtenido en la superficie de las caras que se han separado puede presentar diversos errores como una ligera torsión, error de rectitud o un desnivel del borde de corte, aunque se pueden eliminar estos con sus respectivos postprocesos.



Figura 118: Acabado ofrecido por parte de la cizalladura. Captura ofrecida por MetalRos.

Además, la mayoría de chapas presentan ciertos taladrados, por lo que sería necesario portar dichas chapas a una fresadora manual o CNC (control numérico por computadora), finalizando así la tarea en dos pasos.

9.2.2 Corte por punzonado.

Se trata de una de las técnicas más empleadas en el conformado de chapa metálica. Durante este proceso, el cual es guiado por CNC, se le aplica una fuerza de compresión a un punzón para que este pueda introducirse en la chapa deformando y fracturando esta hasta cortar el material.

Además, este presenta ciertas ventajas respecto del corte con láser, como puede ser su calidad-precio, siempre y cuando la geometría de la pieza lo permita.



Figura 119: Cizalladora controlado por CNC. Instantánea ofrecida por SOME StampingSolutions.

9.2.3 Corte por oxicorte.

Se trata de una de las tecnologías que emplean métodos térmicos para el corte del material. En este caso, la pieza se calienta hasta que alcanza una temperatura suficiente como para ser atacada mediante el empleo de oxígeno y propano, lo que consigue dividir esta.

Este tipo de tecnología permite el corte de chapa de grandes espesores y tamaños. Sin embargo, parte con la desventaja de su ineficacia a la hora de trabajar con piezas de acero inoxidable.



Figura 120: Ilustración visual proceso de oxicorte.

9.2.4 Corte por láser.

Esta tecnología se ha tratado en el apartado anterior, en este caso el alumno se limita a mencionarla de nuevo, no repitiendo así una información ya compartida.

9.2.5 Proceso escogido para el corte de los perfiles comerciales y las chapas.

Teniendo en cuenta los cortes a realizar, las dimensiones de los perfiles y las planchas a emplear, así como los acabados y tolerancias que se requieren obtener, se concluye que el corte por láser es el proceso más adecuado a la hora de tratar los perfiles huecos y macizos que se proponen, así como las diversas planchas que se han adquirido.

Además, se ha de tener en cuenta que, mediante la correcta programación de la mesa de trabajo, se podrán realizar, al mismo tiempo, los diferentes orificios que presentan tanto perfiles como chapas para su posterior unión mediante tornillería, eliminando así el proceso de portar estas piezas a una fresadora para realizarles los correspondientes taladros, por lo que se gana en tiempo.

CORTE DE PERFILES MEDIANTE LÁSER							
SECCIÓN	DIMENSIONES [mm]	LONGITUD SUMINISTRADA [m]	ORIFICIOS TOTALES	Nº DE CORTES	PERPENDICULARES	EN ÁNGULO	FUNCIONES
CUADRADO	75X75X3	6	4	1	1	0	Permitir la unión por soldadura a una chapa o a otros perfiles directamente.
CUADRADO	60X60X3	6	44	15	8	7	
RECTANGULAR	60X40X2	6	12	23	11	12	
CIRCULAR	50X4	6	0	4	4	0	
CIRCULAR	30X2	6	0	2	2	0	
CIRCULAR	15X1,5	6	0	2	2	0	
CIRCULAR	52	6	0	7	7	0	

Tabla 12: Cantidad de operaciones de corte por láser a aplicar en las diferentes secciones empleadas.

En la anterior tabla se muestra el número de cortes a realizar en los diferentes perfiles adquiridos, así como la cantidad total de orificios a realizar. Cabe destacar que para calcular la cantidad de cortes totales se ha tenido en cuenta que las barras son suministradas en longitudes de 6 metros, por lo que se ha intentado optimizar esta cantidad al máximo, con tal que el material sobrante sea el menor posible.

Por último, la situación de los orificios, así como las distancias a las que realizar los cortes se referenciarán en el apartado de planos, la tabla anterior simplemente es un indicativo que sirve a modo de referencia para conocer la cantidad total de cortes y orificios que se encuentran a lo largo de la estructura.

CORTE DE CHAPAS MEDIANTE LÁSER				
DIMENSIONES PLANCHA SUMINISTRADA [mm]	ANTIDESLIZANTE	CHAPAS A EXTRAER	Nº DE CHAPAS TOTAL	Nº DE ORIFICIOS
300x300x5	NO	Chapas unión perfiles, chapas amortiguación y orejetas plataforma inferior y superior.	27	20
300x300x10	NO	Chapas de seguridad soldadas a los perfiles laterales.	12	0
714x20x3/5	SÍ	Plataforma superior	1	0
710x560x3/5	SÍ	Plataforma inferior	1	0

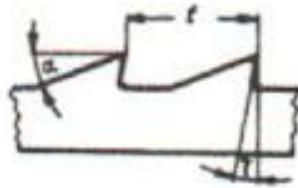
Tabla 13: Cantidad de chapas a obtener y total de orificios que presentará cada plancha.

9.3 Proceso de fabricación aplicable para el corte de las barras de Nailon.

En este caso, se va a optar por realizar un aserrado del bruto con la ayuda de una sierra de cinta de dientes triscados (inclinados alternativamente para que el surco sea más espeso que la hoja y ésta se deslice bien). Su forma es la de una larga cinta en lazo cerrado, que realiza un movimiento longitudinal continuo. En general las máquinas de cinta son más sencillas y económicas que el resto de sus competidores, como, por ejemplo, la sierra de disco.

Dicho esto, cabe destacar que los acabados son de menor calidad por lo que habrá que aplicar algún tipo de postproceso a las caras del material implicadas durante la separación.

aserrado



		NYLON 6
Sierra cinta	°	20-30
Ángulo de incidencia a	°	2-5
Ángulo de virutas g	mm	3-8
Pitch t	m/mi	>500
Velocidad de corte V	n	~3000
Sierra circular V	m/mi	
	n	

Figura 121: Ángulos, avances y velocidades de corte recomendadas para el aserrado de Poliamida.

9.4 Proceso de fabricación para el mecanizado de componentes de revolución.

Este tipo de piezas se suele operar en una máquina llamada torno, la cual proporciona un movimiento de giro a la pieza que se mecaniza, haciendo que esta gire alrededor de su eje de revolución.



Figura 122: Torno CNC Daewoo, modelo Puma 2000Y.

En esencia el torno consta de una bancada que soporta en un extremo un cabezal, elemento responsable de producir el giro de la pieza; y en el otro el contrapunto, donde se apoya la pieza.

El arranque de material se realiza mediante una herramienta de corte que trabaja en dos movimientos: avance lineal y profundidad de pasada. La herramienta está sujeta a unos carros que se desplazan a lo largo de la bancada.



Figura 123: Instantánea del mecanizado en torno de una pieza.

Una vez se ha descrito el torno, cabe destacar la necesidad de mecanizar piezas de dimensiones y materiales diferentes, por lo que a la hora de operar con ellas se intentará ser lo más preciso posible en la selección de las condiciones de corte de cada una de estas.

TORNEADO PIEZAS DE REVOLUCIÓN				
TIPO	MATERIAL	ANCHO [m]	DIAMETRO [m]	FUNCIÓN
RUEDA	NYLON	0,095	0,08	Guiar carro a través de los ejes
EJE RODAMIENTO	ACERO	0,14	0,012	Sustentar las ruedas de nylon, los rodamientos y los elementos de retención radial.
BARRA LATERAL	ACERO	1,3	0,3	Rotar agarraderas laterales.
PASADOR DE SEGURIDAD	ACERO	0,1	0,5	Detener el movimiento del carro en caso de fallo.

Tabla 14: Materiales y dimensiones de las piezas a obtener el torneado de los brutos de nylon y acero.

9.5 Granallado automático.

Antes de tratar los procesos de unión como la soldadura o el propio pintado de la estructura mediante pulverizado electrostático, cabe destacar el empleo de un método muy común que consiste en someter a toda pieza de acero que participe en el ensamblaje a un bombardeo de bolas de acero en todas las direcciones a una velocidad cercana a los 300 km/h. Esto se realiza con el fin de eliminar todas las impurezas del proceso de laminación y óxido de estos para después poder aplicar una soldadura o un proceso de pintado de una manera que hará que estas sean más duraderas.

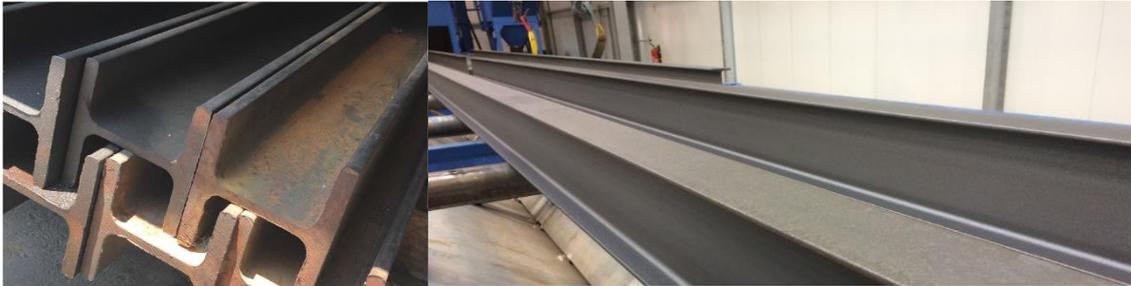


Figura 124: Pre y Post de un perfil sometido a granallado.

9.6 Posibles procesos aplicable para la unión entre diversos perfiles y chapas.

Tal y como se ha comentado anteriormente, la mayoría de los elementos con los que se trabaja en este proyecto son perfiles metálicos de diversas geometrías y secciones, así como chapas de diferentes espesores y dimensiones similares. Esto favorece el empleo de la soldadura y la tornillería como métodos de unión principales. Ahora bien, la elección de uno de ambos métodos suele residir en la mayoría de los casos en cómo piensa el proyectista optimizar el transporte y posterior montaje de estos elementos.

Es decir, una estructura completamente soldada, imposibilitaría el montaje del conjunto total en un domicilio estándar a causa de las propias dimensiones que presenta esta. Por otra parte, el empleo de tornillería en cada una de las uniones que presenta el ensamblaje es innecesario, así como aumenta la cantidad de componentes y el peso total del conjunto.

Ahora bien, en lo referente al proceso de soldadura, se procede a definir este, así como a valorar el empleo de algunos de los tipos más importantes que existen.

Se entiende por soldadura aquella unión o fusión de piezas que se realiza mediante el aporte de energía, desembocando en que dichas piezas acaben formando un continuo.

9.6.1 Unión mediante soldadura por arco.

Entre todos los tipos de soldadura, la más sencilla de emplear es aquella que emplea equipos de soldadura por arco eléctrico, ya que utiliza una fuente de energía eléctrica que permite derretir los metales. Dentro de este tipo de soldadura, podemos destacar tanto la soldadura MAG/MIG (GMAW), por sus siglas en inglés), como la TIG (GTAW).



Figura 125: Instantánea captada durante la realización de un proceso de soldadura MIG/TIG.

En primer lugar, el equipo de soldadura MIG es un proceso que utiliza una alimentación continua de alambre como electrodo y una mezcla de gas inerte o semi inerte para proteger la soldadura, ideal para unir aceros suaves, aceros inoxidables y aluminio. Cabe destacar que no es muy recomendable ejecutar la soldadura MIG al aire libre, pues se requiere del aporte continuo de un gas y las condiciones del entorno pueden interrumpir dicha operación.

Por otro lado, la soldadura TIG es un proceso que utiliza un electrodo permanente de tungsteno, lo que permite obtener cordones de gran resistencia menos sensibles a corrosión.

Por último, cabe destacar que la principal diferencia entre estas reside en el gas que emplean. Mientras que la función de los gases activos (MAG) es principalmente hacer el trabajo de la soldadura mucho más resistente, eliminar o reducir la aparición de los poros y mejorar el aspecto de los resultados de la soldadura, los gases inertes que se emplean en el sistema MIG y TIG, sirven principalmente para proteger la soldadura.

9.6.2 Unión mediante soldadura Oxiacetilénica (Oxigas).

El proceso de soldadura oxiacetilénica consiste en una llama dirigida por un soplete, obtenida por medio de la combustión de los gases oxígeno-acetileno, que llegan a elevar la temperatura hasta el orden de los 3000°. El intenso calor de la llama calienta las superficies metálicas que se desea unir hasta su punto de fusión, con o sin aplicación de material de aporte, de manera que al enfriarse quede una sola pieza continua.

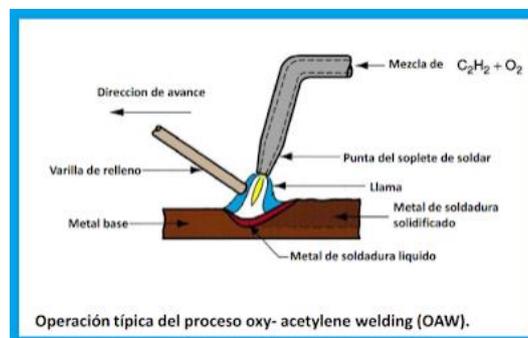


Figura 126: Imagen didáctica proceso oxigas.

9.6.3 Proceso finalmente escogido para la unión de perfiles y chapas entre sí. Se decide escoger finalmente la soldadura por hilo continuo (MIG/MAG), también denominada GMAW (Gas Metal Arc Welding), para llevar a cabo la unión de los diversos elementos ya comentados, decisión la cual se toma principalmente pues ofrece las siguientes cualidades.

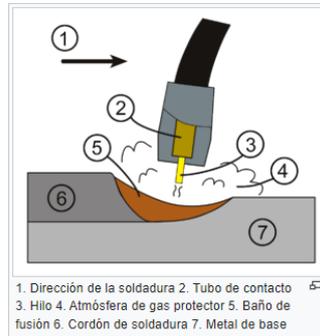


Figura 127: Proceso MIG/MAG.

En primer lugar, se trata de un proceso adecuado para trabajar con los espesores (5-10 mm) que se emplean en el proyecto. En segundo lugar, cabe destacar su elevada productividad y calidad, pudiéndose depositar 3 veces más metal que con el proceso de electrodo revestido, obteniéndose aun así una buena apariencia de acabado. Por último, destaca su gran versatilidad a la hora de poder depositar el metal rápidamente en todas las posiciones.

9.7 Procesos aplicados para la fabricación de los acolchados.

En este caso, se hace referencia a las diversas etapas existentes en el conformado de un respaldo y un asiento acolchados de cara a la práctica deportiva.

Dicho esto, en primer lugar, se procede a escoger una tabla contrachapada, la cual se debe ajustar a las dimensiones finales del asiento. En caso de que alguno de los bordes recortados quede con ciertas imperfecciones, se puede repasar estos con papel de lija.



Figura 128: Antes y después de la tabla contrachapada.

En segundo lugar, se recubre la parte superior del asiento con una lámina de “polyfill” (material esponjoso y sintético empleado para rellenar cojines y almohadas), a la que se le suma la espuma

HR indeformable, acomodando ambos materiales a la forma de la madera. Una vez se tiene bien colocada, se grapa el polyfill a la parte trasera del asiento, envolviendo por completo a la espuma de alta densidad.

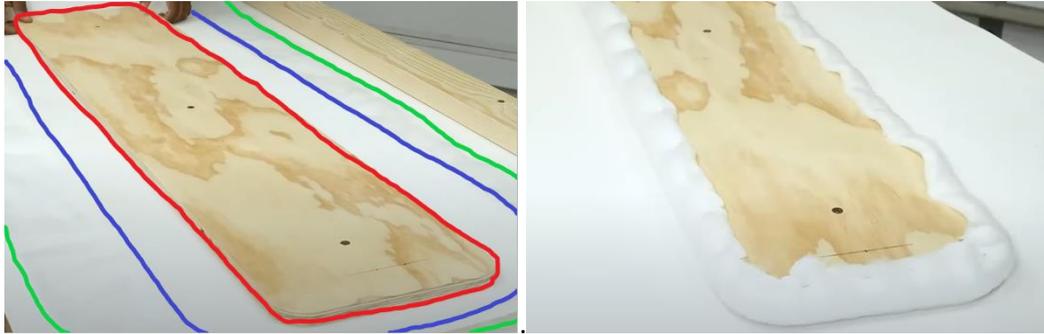


Figura 129: Antes y después de colocar el polyfill que envuelve la espuma. En la imagen a la izquierda Polyfill marcado en verde, espuma marcada en azul y tabla en rojo.

A continuación, se tapiza el asiento empleando la polipiel de PVC y poliuretano, la cual le da un acabado estético, así como protege a los materiales del interior de cualquier tipo de agente externo, bien sea el fuego, el sudor o los mismos productos de limpieza. Tras escoger la cantidad de polipiel adecuada, se tapizan todas las caras del modelo, no dejando alguna de estas al descubierto, quedando el resultado tal como se muestra a continuación.



Figura 130: Resultado final tras el tapizado en polipiel de los elementos que conforman el interior del respaldo.

Por último, cabe destacar que el proceso a seguir en las hombreras, así como en el asiento, es exactamente igual, salvando la diferencia del método de unión, pues el respaldo se coloca por presión y las hombreras y el asiento se encuentran atornilladas a unos perfiles metálicos.

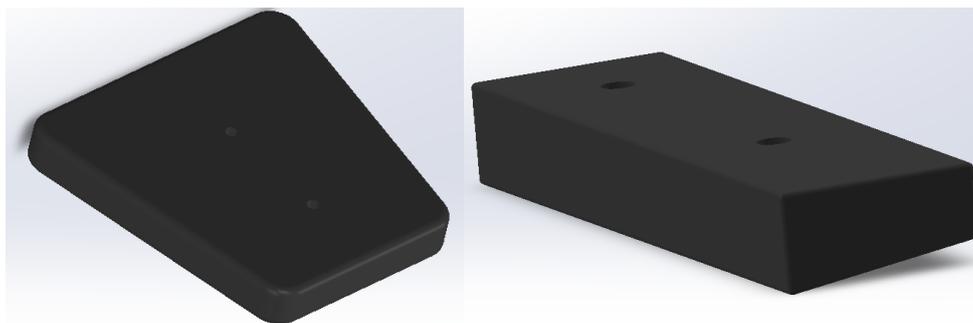


Figura 131: Modelado 3D asiento y hombreras.

9.8 Pintado.

Por último, se aplica una capa de pintura a los componentes metálicos mediante el método de pulverizado electrostático. Se selecciona directamente este pues se trata del método más estandarizado en esta industria a la hora de darle color al equipamiento deportivo.

De entre las ventajas de la electrostática respecto de la pulverización convencional, se puede destacar una mayor eficiencia de transferencia: la pieza conectada a tierra atrae y queda envuelta con más pintura, así como un menor coste de fabricación. Además de ahorrar material al desperdiciar menos pintura, la cabina de pulverización también está más limpia y se ha de cambiar menos veces los filtros.



Figura 132: Pulverizado electrostático en acción.



Figura 133: Resultado final tras la aplicación de la pintura.

10 CONCLUSIÓN Y LÍNEA DE TRABAJO FUTURA.

Tras darse por finalizado el presente proyecto, se procede a valorar de la manera más objetiva posible el cumplimiento de los objetivos que se propusieron a principio de este.

En primer lugar, uno de los motivos de la ejecución de este proyecto consiste en demostrar los conocimientos y aptitudes adquiridas a lo largo del Grado en Ingeniería Mecánica, más en concreto en los pilares fundamentales que constituyen de manera general el presente proyecto, como pueden ser el cálculo estructural y la selección de materiales y procesos de fabricación.

Además, por lo que respecta a los objetivos generales que propuso el alumno, se puede afirmar haber logrado todos estos, pues mediante el diseño de la estructura se ha podido conseguir que esta presente diversas funcionalidades, así como se le ha dotado de componentes que hacen de esta un espacio seguro y adaptado a todo tipo de atleta.

Dicho esto, se afirma haber alcanzado y demostrado estos objetivos a lo largo del desarrollo de la memoria y se proponen varias maneras de continuar adquiriendo conocimientos en estos campos.

En primer lugar, el proyectista no descarta seguir expandiendo sus conocimientos en este sector, mediante el traslado de lo aprendido a la elaboración de maquinaria con sistemas de transmisión de fuerzas diversos (correas, poleas, barras...), al mismo tiempo que se mantienen las premisas propuestas en este trabajo.

Por otro lado, se han considerado interesantes algunos métodos de entrenamiento con bandas de resistencia, por lo que se valoraría la posibilidad de acoplar algún sistema a estas que permitiera su colocación.

11 BIBLIOGRAFÍA.

- anónimo. (2017, julio 17). El asombroso origen de las máquinas del gimnasio. infobae. <https://www.infobae.com/salud/fitness/2017/07/16/el-asombroso-origen-de-las-maquinas-del-gimnasio/>
- Armas, Y. (2014). Tablas de momentos de vigas tipo. [https://www.academia.edu/7316347/Tablas de momentos de vigas tipo](https://www.academia.edu/7316347/Tablas_de_momentos_de_vigas_tipo)
- Caporaletti, J. (2020a, septiembre 17). Sentadilla Hack - Hack Squat - Guía práctica. Skeptical Dragoon; Jordan Caporaletti. <https://skepticaldragoon.es/sentadilla-hack/>
- Caporaletti, J. (2020b, octubre 5). Prensa de Piernas - Prensa 45o - guía práctica. Skeptical Dragoon; Jordan Caporaletti. <https://skepticaldragoon.es/prensa-de-piernas/>
- Casado, E. (2016, agosto 28). Quién fue... George Hackenschmidt: uno de los padres del "wrestling". 20minutos. <https://blogs.20minutos.es/quefuede/2016/08/28/quien-fue-george-hackenschmidt-uno-de-los-padres-del-wrestling/>
- ¿Cómo elegir el proceso de soldadura adecuado? (s/f). Mundialdetornillos.com. Recuperado el 27 de julio de 2022, de <https://www.mundialdetornillos.com/noticias/como-elegir-procesos-de-soldadura>
- Corte de tubo por láser. (s/f). ferrosplanes. Recuperado el 27 de julio de 2022, de <https://ferrosplanes.com/corte-tubo-laser/>
- Diferencias entre soldadura por hilo y por electrodo. (s/f). Talleres Maf. Recuperado el 27 de julio de 2022, de <https://talleresmaf.com/diferencias-entre-soldadura-por-hilo-y-por-electrodo/>
- Distribuidor de equipos de musculación. (s/f). Ldfitnessequipo.com. Recuperado el 27 de julio de 2022, de <http://ldfitnessequipo.com/production-process/>
- Evolución máquinas de entrenamiento. Timeline. (s/f). Timetoast Timelines. Recuperado el 27 de julio de 2022, de <https://www.timetoast.com/timelines/evolucion-maquinas-de-entrenamiento>
- Fabricación y venta de máquinas de gimnasio. (2020, julio 1). JBS FITNESS; JBS-FITNESS. <https://jbs-fitness.es/>
- Férricos. (s/f). Alsimet.es. Recuperado el 27 de julio de 2022, de <http://www.alsimet.es/es/familias-de-productos/ferricos>
- Laia. (2019, abril 24). ¿Qué tipo de Maquinaria encontramos en un Gimnasio? Oss Fitness. <https://ossfitness.com/tipos-maquinas-gimnasio/>
- Norma ISO 7089 (DIN 125) (rodela plana milimétrica). (s/f). Imporpernos.com. Recuperado el 27 de julio de 2022, de <https://www.imporpernos.com/blog/norma-iso-7089-din-125>
- Polipiel perwish carbon. (s/f). Polipiel por metros. Recuperado el 27 de julio de 2022, de https://www.polipiel.com/polipiel-perwish-carbon_p1711301.htm

Tavarez, K. (2006). Las dimensiones humanas en espacios interiores -Julius Panero y Martin Zelnik .pdf. Human Dimension & Interior Space.
https://www.academia.edu/38361588/Las_dimensiones_humanas_en_espacios_interiores_Julius_Panero_y_Martin_Zelnik_pdf

(S/f-a). Elesa.com. Recuperado el 27 de julio de 2022, de
<https://www.elsa.com/es/elesab2bstoreus>

(S/f-b). Gob.es. Recuperado el 27 de julio de 2022, de
<https://www.csd.gob.es/sites/default/files/media/files/2020-02/EQUIPAMIENTO%20DEPORTIVO.pdf>

(S/f-c). Serveiestacio.com. Recuperado el 27 de julio de 2022, de
<https://serveiestacio.com/es/barra-redonda-de-nylon.html>

(S/f-d). Titaniumstrength.es. Recuperado el 27 de julio de 2022, de
<https://www.titaniumstrength.es/titanium-strength-supreme-prensa-de-piernas-prensa-hack.html>



GRADO	Ingeniería Mecánica
TÍTULO	Diseño y fabricación de una máquina multifuncional de entrenamiento para trabajar el tren inferior del cuerpo humano combinando las funciones de una máquina de sentadilla hacka y una prensa angular.
TUTOR	Sergio Jordá Gisbert
AUTOR	Sergio Gimeno Llobregat
FECHA	JULIO 2022
VOLUMEN	DOCUMENTO N°3 → ANEXOS
ANEXO I: CÁLCULOS ANALÍTICOS Y SIMULACIONES	

Contenido

1	Cálculo analítico.	4
1.1	Cálculo analítico ejes de carga.	4
1.1.1	Reacciones en el eje.	6
1.1.2	Momento de inercia de la sección (circular hueca).	6
1.1.3	Deformaciones en el eje.	6
1.1.4	Diagramas eje.	6
1.2	Cálculo analítico chapas laterales de seguridad.	7
1.2.1	Reacciones en la chapa.	8
1.2.2	Momento de inercia de la sección (rectangular maciza).	8
1.2.3	<i>Deformaciones en el eje.</i>	8
1.2.4	Diagramas chapa.	9
1.3	Cálculo analítico del pasador de seguridad.	9
1.3.1	Reacciones en el pasador.	11
1.3.2	Momento de inercia de la sección (circular maciza).	11
1.3.3	Deformaciones en el eje.	11
1.3.4	Diagramas pasador.	12
2	SIMULACIONES.	13
2.1	Simulación ejes de carga.	15
2.1.1	Tensiones en el eje.	17
2.1.2	Deformaciones en el eje.	18
2.1.3	Factor de seguridad en el eje.	18
2.1.4	Conclusión simulación eje.	19
2.2	Simulación del ensamblaje de los bloqueos laterales de seguridad.	19
2.2.1	Proceso iterativo de simulación.	20
2.2.2	Tensiones en el eje.	21
2.2.3	Primera simulación.	21
2.2.4	Segunda simulación.	22
2.2.5	Tercera simulación.	22
2.3	Simulación del pasador de seguridad.	24
2.3.1	Tensiones en el pasador de seguridad.	26
2.3.2	Deformaciones en el pasador de seguridad.	26
2.3.3	Factor de seguridad en el pasador de seguridad.	26

Figura 1: Captura de los ejes cargados al máximo de su capacidad.	4
Figura 2: Dibujo eje con situación de la carga y apoyo empotrado.	5
Figura 3: Interacción entre la chapa y el perfil lateral del carro que descansa sobre esta.	7
Figura 4: Dibujo chapa con situación de la carga y apoyo empotrado.	8
Figura 5: Situación del pasador de seguridad en el ensamblaje.	10
Figura 6: Diagrama del sólido libre del pasador de seguridad.	10
Figura 7: Análisis mediante SolidWorks Simulation de la distribución de tensiones en el disco de una bicicleta.	13
Figura 8: Comprobación de la activación del complemento.	13
Figura 9: Primer paso del procedimiento.	13
Figura 10: Marcado de tic verde hace referencia a la asignación correcta del material.	14
Figura 11: Diversos tipos de sujeción aplicables.	14
Figura 12: Posibles cargas externas aplicables sobre el sólido.	14
Figura 13: Configuración de malla para los elementos a analizar.	15
Figura 14: Diferentes resultados ofrecidos por el software, así como otros añadidos por parte del alumno.	15
Figura 15: Material asignado al eje de carga.	15
Figura 16: Superficie del eje fijada.	16
Figura 17: Carga aplicada al eje.	16
Figura 18: Mallado eje.	17
Figura 19: Tensiones en el eje.	17
Figura 20: Deformaciones en el eje.	18
Figura 21: Factor de seguridad en el eje.	18
Figura 22: Acero estructural que conformará el conjunto del ensamblaje a simular.	19
Figura 23: Geometría seleccionada como fija.	19
Figura 24: Colocación de la carga.	20
Figura 25: Mallado del ensamblaje de los bloqueos laterales.	20
Figura 26: Tensiones, deformaciones y factor de seguridad obtenidos en la primera simulación.	21
Figura 27: Tensiones, Deformaciones y Factor de seguridad en segunda simulación.	22
Figura 28: Distribución de tensiones en tercera simulación.	23
Figura 29: Deformaciones tercera simulación.	23
Figura 30: Factor de seguridad tercera simulación.	24
Figura 31: Material del pasador de seguridad.	24
Figura 32: Geometría fija pasador de seguridad.	24
Figura 33: Situación y aplicación de la carga.	25
Figura 34: Mallado del pasador de seguridad.	25
Figura 35: Tensiones en el pasador de seguridad.	26
Figura 36: Deformaciones en el pasador.	26
Figura 37: Factor de seguridad pasador de seguridad.	26
Figura 38: Tipo de entalladura realizada al cambio de sección del pasador de seguridad.	27
Figura 39: Factor de seguridad primer concepto de pasador.	27

Por lo que respecta al análisis de la máquina y debido a que se trata de un sistema demasiado complejo como para poder realizar una simulación del conjunto empleando SolidWorks, se ha decidido realizar el cálculo a mano de algunos de sus componentes, así como se han cotejado estos resultados con los ofrecidos por SolidWorks tras la simulación de estos mismos componentes. Dichas piezas han sido escogidas en base a la importancia desde el punto de vista de la seguridad. Para ello, se han planteado algunos de los escenarios más desfavorables y se ha analizado qué sucedería en cada caso, así como cuáles serían los componentes que recibirían las fuerzas principales, cobrando relativa importancia frente al resto.

1 Cálculo analítico.

Por ello, en primer lugar, se ha escogido un total de 3 componentes para su correspondiente cálculo analítico a mano. Estos son: los ejes donde se colocan los discos (cargas) a la hora de realizar el ejercicio, algunas de las diferentes piezas de seguridad de las barras laterales con el fin de bloquear el carro una vez el atleta quiere detener el ejercicio. Por último, el pasador central que se coloca al gusto del atleta en los perfiles cuadrados situados en el interior de la estructura, siendo este el encargado de detener el carro en caso de que los bloqueos laterales no sean bien colocados o en su defecto, fallen. Tal y como se puede observar, todos estos elementos cumplen su propia función a la hora de asegurar la integridad del atleta.

1.1 Cálculo analítico ejes de carga.

La función de estos elementos es soportar los discos que el atleta desee introducir sin que estos se rompan o deformen en exceso. Dicho esto, se pueden dar situaciones de todo tipo, desde no introducir ningún disco y ejecutar el movimiento con la propia resistencia que ofrece el carro, hasta darse una situación hipotética en la cual se aprovecha casi al máximo la longitud disponible de dichos ejes, cargando estos con discos comerciales de 25kg y un ancho de 3,75cm. Esto implicaría que cada eje tuviera que soportar unos 200kg. Por último, cabe destacar que a los ejes no les afecta ni la disposición de la estructura ni el atleta cuando se introduce en esta, por lo que en este caso solo se debe contemplar la carga que representan los discos introducidos en estos.

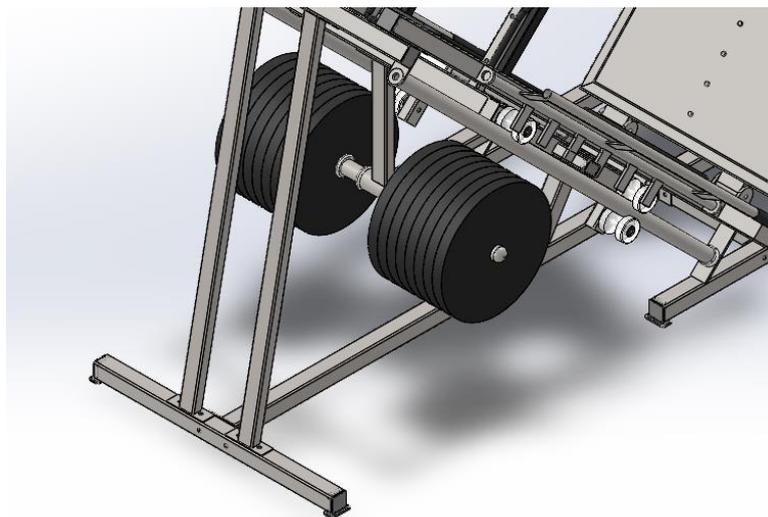


Figura 1: Captura de los ejes cargados al máximo de su capacidad.

Una vez se ha comentado esto, se simplifica la geometría del eje tal y como si fuera una viga empotrada, la cual presenta una carga en el centro de su longitud aprovechable, que no es equivalente a su longitud total debido a que, si se colocaran los discos justo en el empotramiento del eje, estos interferirían durante el trayecto del carro con los perfiles metálicos traseros de la estructura. Para comprender esto de un mejor modo, en la imagen anterior se puede observar cómo no se introducen discos hasta la unión con los perfiles metálicos que los soportan.

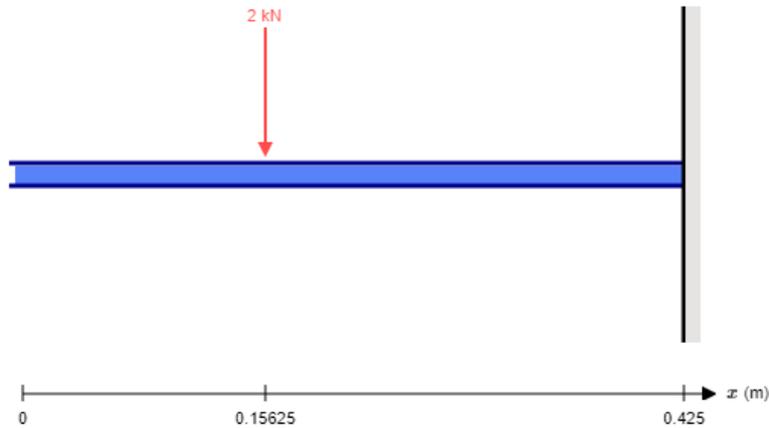


Figura 2: Dibujo eje con situación de la carga y apoyo empotrado.

Cabe destacar que la imagen anterior ha sido obtenida gracias a la página web “SkyCiv” a la cual se le puede introducir la longitud de viga, los apoyos que posee, la distancia a la que se encuentra la carga y la magnitud de esta, ofreciendo un diagrama del sólido libre.

En siguiente lugar, se procede a calcular las reacciones y solicitaciones que se dan en este componente, así como se obtendrán sus deformaciones (para las cuales se requerirán obtener el momento de inercia de la sección, así como el módulo elástico del material seleccionado para conformar esta pieza) y se mostrarán los diagramas cortante y flector. Para ello, se hace uso de un prontuario de vigas, en el que tan solo se ha de encontrar el tipo de situación ante la que se encuentra el proyectista. Una vez localizada, se puede afirmar que se trata de una viga simple en voladizo con carga puntual genérica, para la cual dicho prontuario ofrece las siguientes fórmulas.

Reacciones y solicitaciones	
	Reacciones: $R_B = F$
	Cortantes: $V_{AC} = 0$ $V_{CB} = -F$
	Flectores: $M_{AC} = 0$ $M_{CB} = -F(x-a)$ $M_B = -Fb$
Deformaciones	
	Giros: $\varphi_C = \varphi_A = \frac{Fb^2}{2EI}$
	Elástica: $y_{AC} = \frac{Fb^2}{6EI} [3(L-x) - b]$ $y_{CB} = \frac{F}{6EI} (L-x)^2 (2b-a+x)$
	Flechas: $y_C = \frac{Fb^3}{3EI}$ $y_A = \frac{Fb^2}{6EI} (2b+3a)$

Sección hueca

$I = \frac{\pi}{2} (R^4 - r^4) = \frac{\pi}{32} (D^4 - d^4)$

Tabla 1: Fórmulas para calcular reacciones y deformaciones en viga simple en voladizo con carga puntual genérica.

1.1.1 Reacciones en el eje.

$$\sum F_x = 0; R_{x_B} + 0 [N] = 0; R_{x_B} = 0 [N]$$

$$\sum F_y = 0; R_{y_B} - 2000 [N] = 0; R_{y_B} = 2000 [N]$$

$$\sum M_{z_B} = 0; 2000 [N] * 0,26875 [m] + M_{z_B} = 0; M_{z_B} = 537,5 [N * m]$$

1.1.2 Momento de inercia de la sección (circular hueca).

$$I = \frac{\pi}{4} * (R^4 - r^4); I = \frac{\pi}{4} * (25^4 - 21^4) = 154051,13 [mm^4]$$

1.1.3 Deformaciones en el eje.

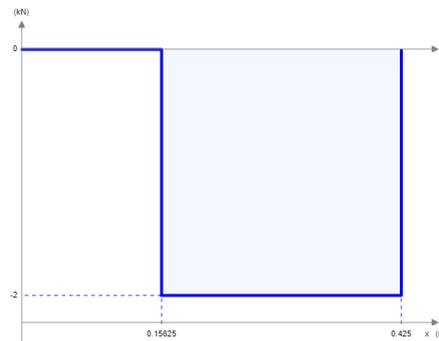
$$\text{Giros} \rightarrow \varphi_C = \varphi_A = \frac{F * b^2}{2 * E * I}; \varphi_C = \varphi_A = \frac{2000 [N] * 268,75^2 [mm]}{2 * 210000 \left[\frac{N}{mm^2} \right] * 154051,13 [mm^4]} = 0,0022 [mm]$$

$$\text{Flecha en C} \rightarrow y_C = \frac{F * b^3}{3 * E * I}; y_C = \frac{2000 [N] * 268,75^3 [mm]}{3 * 210000 \left[\frac{N}{mm^2} \right] * 154051,13 [mm^4]} = 0,40 [mm];$$

$$\text{Flecha en A} \rightarrow y_A = \frac{F * b^2}{6 * E * I} * (2 * b + 3 * a);$$

$$y_A = \frac{2000 [N] * 268,75^2 [mm]}{6 * 210000 \left[\frac{N}{mm^2} \right] * 154051,13 [mm^4]} * (2 * 268,75 [mm] + 3 * 156,25 [mm]) = 0,749 [mm];$$

1.1.4 Diagramas eje.



Gráfica 1: Diagrama cortantes.



Gráfica 2: Diagrama momento flector.

1.2 Cálculo analítico chapas laterales de seguridad.

La labor de esta pieza es bloquear el movimiento del carro una vez el atleta deja de ejecutar el ejercicio, recayendo todo el peso que esté colocado en los ejes sobre dichas chapas. Dicho esto, a cada lado de la estructura se puede localizar un total de 6 chapas colocadas a 15 centímetros entre sí, por lo que el carro podrá reposar sobre un total de 6 posiciones diferentes, incidiendo de la misma forma sobre estas en todo momento.

En lo referente a la situación más desfavorable, se ha estipulado lo siguiente, y es que, a pesar de existir una chapa por lateral, se va a suponer una situación hipotética en el que el carro está cargado con 8 discos por eje, y este, por error o accidente del atleta, consigue reposar tan solo sobre un lateral de los dos existentes. Por lo que dicho valor es resultante del peso que reposa por parte de los ejes sobre esta, así como el propio peso del carro y el supuesto sujeto que se apoya sobre el respaldo a la hora de ejecutar el ejercicio de sentadilla jaca, transmitiendo parte de su peso a dichas chapas.

Al igual que en el caso anterior, se pretende que, mediante su diseño y dimensionamiento, esta pieza no se rompa o deforme en exceso.

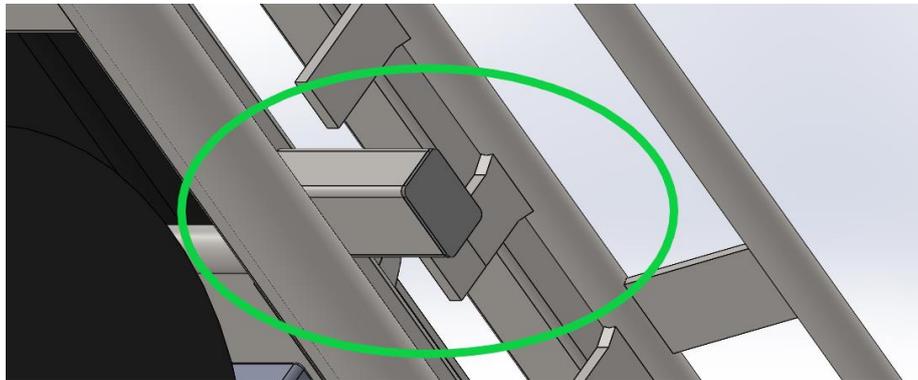


Figura 3: Interacción entre la chapa y el perfil lateral del carro que descansa sobre esta.

Una vez se ha comentado esto, se simplifica la geometría de la chapa tal y como si fuera una viga empotrada (el empotramiento se daría sobre la barra maciza redonda sobre la que se suelda). En este caso, el centro de la superficie inferior del perfil que apoya sobre la parte superior de la chapa se considera como la localización exacta donde se aplica la fuerza, quedando el diagrama del sólido libre tal que así.

En siguiente lugar, se ofrece una captura referente al diagrama del sólido libre de la pieza que se está analizando.



Figura 4: Dibujo chapa con situación de la carga y apoyo empotrado.

A continuación, se procede a calcular las reacciones y sollicitaciones que se dan en este componente, así como se obtendrán sus deformaciones (para las cuales se requerirán obtener el momento de inercia de la sección, así como el módulo elástico del material seleccionado para conformar esta pieza) y se mostrarán los diagramas cortante y flector. Para ello, se emplea el formulario para vigas simples en voladizo con carga puntual genérica.

Reacciones y sollicitaciones	
	Reacciones: $R_B = F$
	Cortantes: $V_{AC} = 0 \quad V_{CB} = -F$
	Flectores: $M_{AC} = 0 \quad M_{CB} = -F(x-a) \quad M_B = -Fb$
Deformaciones	
	Giros: $\varphi_C = \varphi_A = \frac{Fb^2}{2EI}$
	Elástica: $y_{AC} = \frac{Fb^2}{6EI} [3(L-x) - b] \quad y_{CB} = \frac{F}{6EI} (L-x)^2 (2b-a+x)$
	Flechas: $y_C = \frac{Fb^3}{3EI} \quad y_A = \frac{Fb^2}{6EI} (2b+3a)$
$\begin{aligned} \bar{I}_x &= \frac{bh^3}{12} & \bar{I}_y &= \frac{b^3h}{12} & \bar{I}_{xy} &= 0 \\ I_x &= \frac{bh^3}{3} & I_y &= \frac{b^3h}{3} & I_{xy} &= \frac{b^2h^2}{4} \end{aligned}$	

Tabla 2: Formulario empleado para el cálculo estático de las chapas.

1.2.1 Reacciones en la chapa.

$$\sum F_x = 0; \quad R_{x_B} + 0 [N] = 0; \quad R_{x_B} = 0 [N]$$

$$\sum F_y = 0; \quad R_{y_B} - 5000 [N] = 0; \quad R_{y_B} = 5000 [N]$$

$$\sum M_{z_B} = 0; \quad 5000 [N] * 0,06786 [m] + M_{z_B} = 0; \quad M_{z_B} = 339,3 [N * m]$$

1.2.2 Momento de inercia de la sección (rectangular maciza).

$$I = \frac{b * h^3}{12}; \quad I = \frac{10 [mm] * 40^3 [mm]}{12} = 53333,3 [mm^4]$$

1.2.3 Deformaciones en el eje.

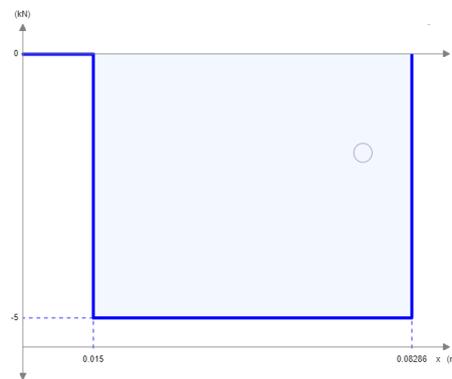
$$\text{Giros} \rightarrow \varphi_C = \varphi_A = \frac{F * b^2}{2 * E * I}; \quad \varphi_C = \varphi_A = \frac{5000 [N] * 67,86^2 [mm]}{2 * 210000 \left[\frac{N}{mm^2} \right] * 53333,3 [mm^4]} = 0,0010 [mm]$$

$$\text{Flecha en C} \rightarrow y_C = \frac{F * b^3}{3 * E * I}; \quad y_C = \frac{5000 [N] * 67,86^3 [mm]}{3 * 210000 \left[\frac{N}{mm^2} \right] * 53333,3 [mm^4]} = 0,047 [mm];$$

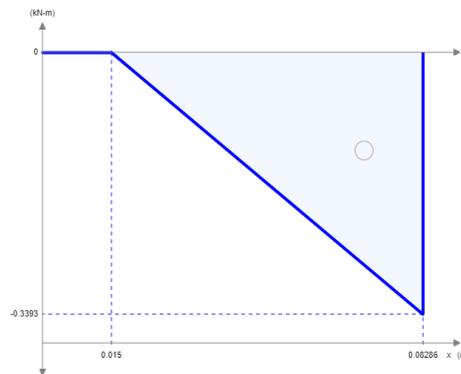
$$\text{Flecha en A} \rightarrow y_A = \frac{F * b^2}{6 * E * I} * (2 * b + 3 * a);$$

$$y_A = \frac{5000 [N] * 67,86^2 [mm]}{6 * 210000 \left[\frac{N}{mm^2} \right] * 53333,3 [mm^4]} * (2 * 67,86 [mm] + 3 * 15 [mm]) = 0,062 [mm] ;$$

1.2.4 Diagramas chapa.



Gráfica 3: Diagrama cortante.



Gráfica 4: Diagrama momento flector.

1.3 Cálculo analítico del pasador de seguridad.

La función de este componente es bloquear el movimiento del carro en caso de que los bloqueos laterales no hayan sido activados. Esto se puede dar por diferentes causas como el olvido por parte del atleta o el propio fallo muscular de este (pudiendo provocar que el carro cayese sin control alguno).

Ahora bien, en lo referente a la situación más desfavorable, se ha estipulado un escenario similar al que se da en la chapa laterales, es decir, se va a suponer una situación hipotética en el que el carro está cargado con 8 discos por eje, y este, por error o accidente del atleta, consigue reposar tan solo sobre un lateral de los dos existentes. Por lo que dicho valor es resultante del peso que reposa por parte de los ejes sobre esta, así como el peso del carro y parte del supuesto sujeto que se apoya sobre el respaldo a la hora de ejecutar el ejercicio de sentadilla jaca, transmitiendo parte de su peso a dichas chapas.

En ningún caso se trata como caso más desfavorable el ejercicio de prensa para piernas debido al contexto en el que se generan los esfuerzos.

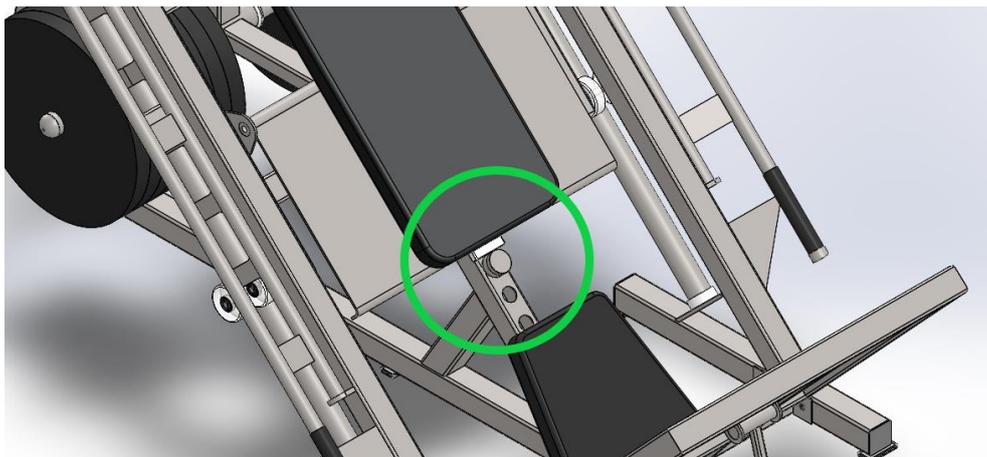


Figura 5: Situación del pasador de seguridad en el ensamblaje.

Una vez se ha comentado esto, se simplifica la geometría del pasador tal y como si fuera una viga empotrada (el empotramiento se daría en taladro realizado sobre la cara delantera del perfil metálico de 60x60x3).

En siguiente lugar, se ofrece una captura referente al diagrama del sólido libre de la pieza que se está analizando.

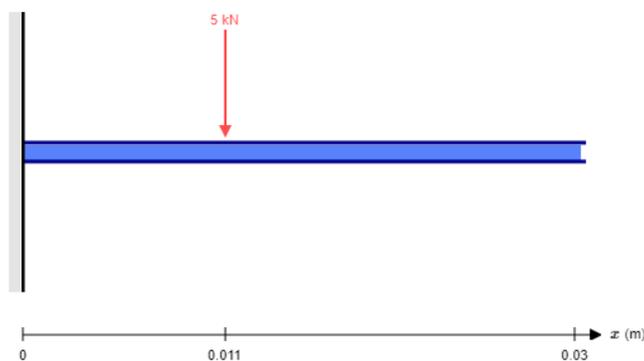


Figura 6: Diagrama del sólido libre del pasador de seguridad.

A continuación, se procede a calcular las reacciones y sollicitaciones que se dan en este componente, así como se obtendrán sus deformaciones (para las cuales se requerirán obtener el momento de inercia de la sección, así como el módulo elástico del material seleccionado para

conformar esta pieza) y se mostrarán los diagramas cortante y flector. Para ello, se emplea el formulario para vigas simples en voladizo con carga puntual genérica.

Reacciones y solicitaciones	
	Reacciones: $R_B = F$
	Cortantes: $V_{AC} = 0 \quad V_{CB} = -F$
	Flectores: $M_{AC} = 0 \quad M_{CB} = -F(x-a) \quad M_B = -Fb$
Deformaciones	
Giros: $\varphi_C = \varphi_A = \frac{Fb^2}{2EI}$	
Elástica: $y_{AC} = \frac{Fb^2}{6EI} [3(L-x)-b] \quad y_{CB} = \frac{F}{6EI} (L-x)^2 (2b-a+x)$	
Flechas: $y_C = \frac{Fb^3}{3EI} \quad y_A = \frac{Fb^2}{6EI} (2b+3a)$	

Tabla 3: Formulario empleado para el cálculo estático del pasador de seguridad.

1.3.1 Reacciones en el pasador.

$$\sum Fx = 0; \quad Rx_B + 0 [N] = 0; \quad Rx_B = 0 [N]$$

$$\sum Fy = 0; \quad Ry_B - 5000 [N] = 0; \quad Ry_B = 5000 [N]$$

$$\sum Mz_B = 0; \quad 5000 [N] * 0,011 [m] + Mz_B = 0; \quad Mz_B = 55 [N * m]$$

1.3.2 Momento de inercia de la sección (circular maciza).

$$I = \frac{\pi * d^4}{64}; \quad I = \frac{\pi * 50^4 [mm]}{64} = 306796,2 [mm^4]$$

1.3.3 Deformaciones en el eje.

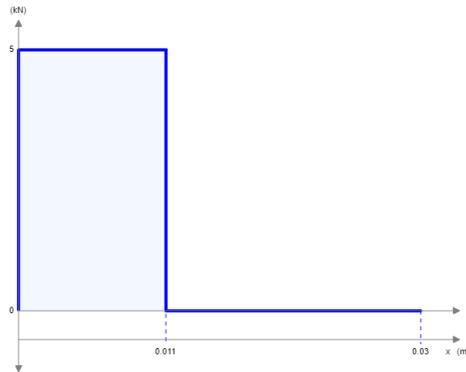
$$\text{Giros} \rightarrow \varphi_C = \varphi_A = \frac{F * b^2}{2 * E * I}; \quad \varphi_C = \varphi_A = \frac{5000 [N] * 11^2 [mm]}{2 * 210000 \left[\frac{N}{mm^2} \right] * 306796,2 [mm^4]} = 0,0000047 [mm]$$

$$\text{Flecha en C} \rightarrow y_C = \frac{F * b^3}{3 * E * I}; \quad y_C = \frac{5000 [N] * 11^3 [mm]}{3 * 210000 \left[\frac{N}{mm^2} \right] * 306796,2 [mm^4]} = 0,000034 [mm];$$

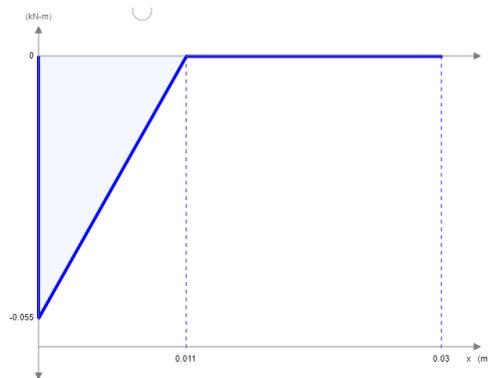
$$\text{Flecha en A} \rightarrow y_A = \frac{F * b^2}{6 * E * I} * (2 * b + 3 * a);$$

$$y_A = \frac{5000 [N] * 11^2 [mm]}{6 * 210000 \left[\frac{N}{mm^2} \right] * 306796,2 [mm^4]} * (2 * 11 [mm] + 3 * 19 [mm]) = 0,00012 [mm];$$

1.3.4 Diagramas pasador.



Gráfica 5: Diagrama cortante.



Gráfica 6: Diagrama flector.

2 SIMULACIONES.

En el presente apartado se muestran los resultados obtenidos tras llevar a cabo una simulación estática de cada uno de los componentes calculados analíticamente a mano. Dicha simulación se llevará a cabo gracias a SolidWorks Simulation, uno de los muchos recursos que ofrece este programa.

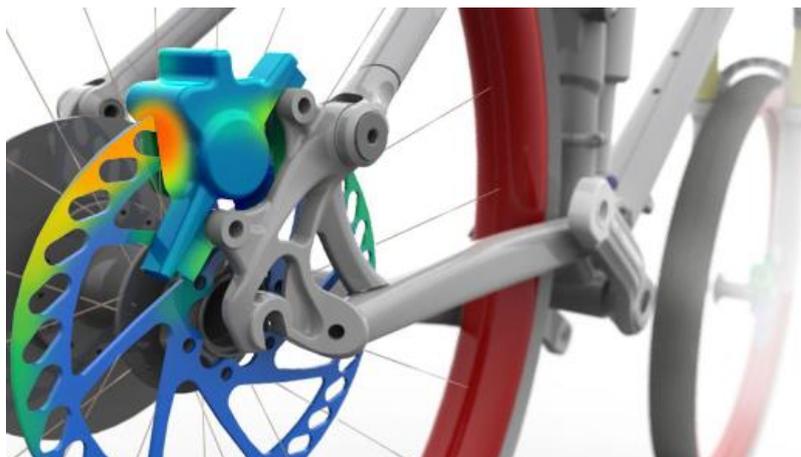


Figura 7: Análisis mediante SolidWorks Simulation de la distribución de tensiones en el disco de una bicicleta.

Dicho recurso se puede considerar como un paquete de herramientas de análisis estructural que emplea el análisis de métodos finitos (FEA, por sus siglas en inglés), permitiendo al proyectista someter a sus diseños a condiciones reales para aumentar la calidad del producto al tiempo que reduce los costes de la creación de este.

En este caso se ha realizado un total de tres análisis estáticos. En cada uno de estos, los pasos a seguir han sido similares y se comentan a continuación.

Antes que nada, no está de más confirmar que dicho complemento se encuentra activado en el presente dispositivo, pudiendo así emplear este.

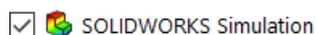


Figura 8: Comprobación de la activación del complemento.

En siguiente lugar se ejecuta este y se selecciona el tipo de análisis a realizar, en este caso, de tipo estático.

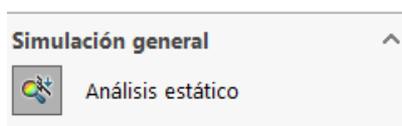


Figura 9: Primer paso del procedimiento.

En tercer lugar, se le debe de asignar un material a la pieza, pues sin este, no se podrían obtener valores como las deformaciones que se dan a lo largo del componente o el mismo factor de seguridad existente en las diferentes secciones del continuo.



Figura 10: Marcado de tic verde hace referencia a la asignación correcta del material.

A continuación, se deben de asignar las sujeciones, que describen cómo se soporta el modelo realmente. Para ello se pueden aplicar diversas restricciones a elementos como caras o aristas del modelo, haciendo que, en estos, el desplazamiento sea cero o distinto de cero. A modo de resumen, mediante la aplicación de este tipo de restricciones, se busca realizar una similitud con cómo se encuentra o cómo se comporta una parte del modelo en el espacio.

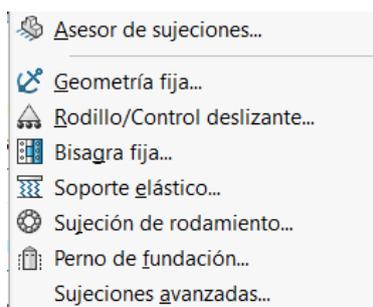


Figura 11: Diversos tipos de sujeción aplicables.

Por otro lado, se establecen las cargas externas a las que está sometida la pieza que se quiere tratar. Llegados a este punto, cabe destacar la generación de una línea de partición en el sólido, la cual permite aplicar la carga deseada a lo largo de la cara o arista deseada.

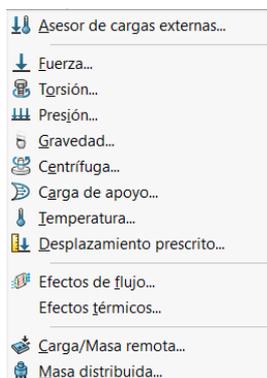


Figura 12: Posibles cargas externas aplicables sobre el sólido.

En el siguiente paso, se procede a configurar y ejecutar el mallado del modelo. Para la correcta ejecución de este y con el fin de obtener unos resultados lo más correctos posible, se estipula que la malla sea basada en curvatura, así como la densidad del mallado sea lo más fina posible, tal y como se muestra en la imagen siguiente.

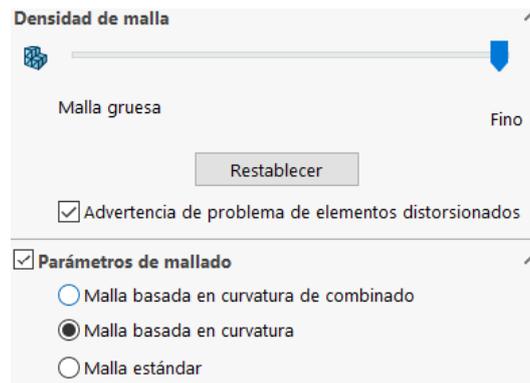


Figura 13: Configuración de malla para los elementos a analizar.

Por último, se ejecuta el estudio. Tras la compleción de este, el programa ofrece de manera estándar 3 resultados evaluables por parte del proyectista, los cuales son las Tensiones (Von Mises), los desplazamientos y las deformaciones unitarias.

Si bien es cierto, cabe mencionar la adición de un resultado a los ya ofrecidos de por sí por parte del software. En este caso, se ha agregado el resultado 'Factor de seguridad', íntegramente relacionado con el límite elástico del material empleado, así como con las tensiones existentes a lo largo de la pieza. Este es considerado crucial por parte del proyectista debido a que de un vistazo se puede comprobar cuáles son las secciones más solicitadas de la pieza, así como cuáles deben de ser optimizadas en el caso de que se pretenda que el elemento cumpla un cierto factor de seguridad.

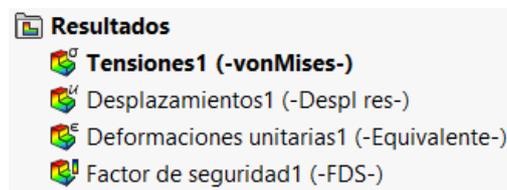


Figura 14: Diferentes resultados ofrecidos por el software, así como otros añadidos por parte del alumno.

Dicho esto, se analizan las simulaciones realizadas, así como la interferencia que han tenido los resultados en el proceso de optimización del diseño.

2.1 Simulación ejes de carga.

En lo referente a dicho análisis, se comienza por asignar el material del eje, en este caso, acero de calidad S-275.



Figura 15: Material asignado al eje de carga.

En segundo lugar, se establece como geometría fija la superficie del eje que se acopla a la unión de los perfiles metálicos, haciendo entender al programa que el eje se encuentra empotrado, siendo indeformable la sección que se ha fijado.

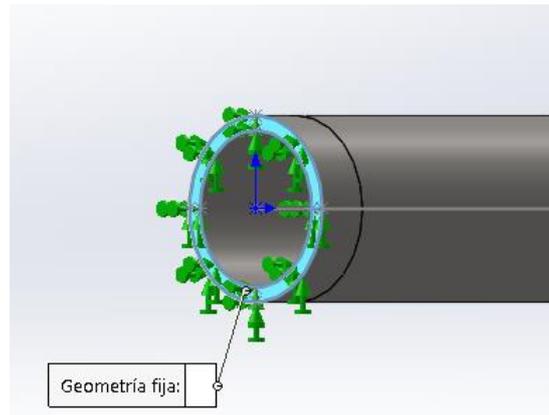


Figura 16: Superficie del eje fijada.

A continuación, se aplica la carga a la que está sometida este en la situación más desfavorable, comentada en el desarrollo de los cálculos analíticos. A modo de recordatorio, esta se basaba en que dicho componente soportara un total de 8 discos de 25 kilogramos cada uno a lo largo de su longitud útil. Para ello, se genera una línea de partición en el modelo, que permitirá aplicar la carga de manera uniforme a lo largo de la superficie correspondiente.

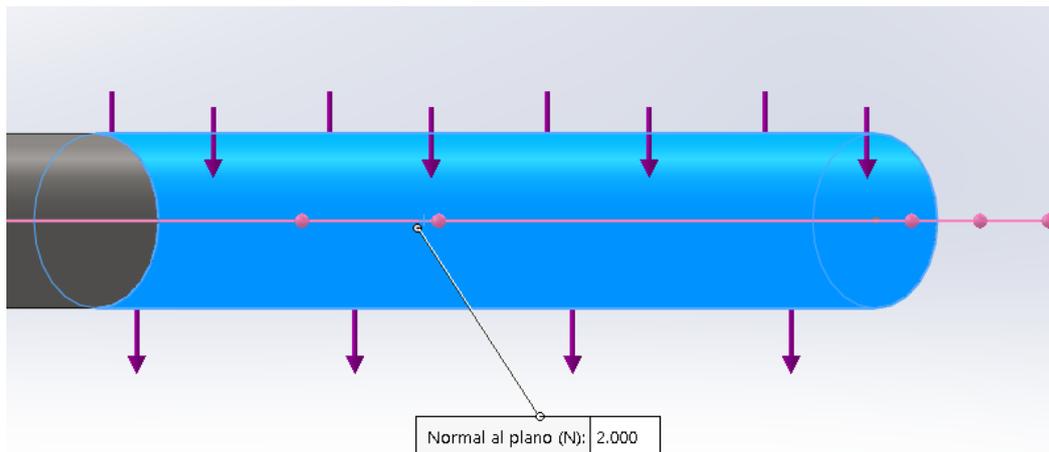


Figura 17: Carga aplicada al eje.

En siguiente lugar, con el objetivo de poder ejecutar el análisis, se malla el modelo en la manera que se ha explicado anteriormente, basando dicha malla en curvatura y aplicando una densidad de malla fina.

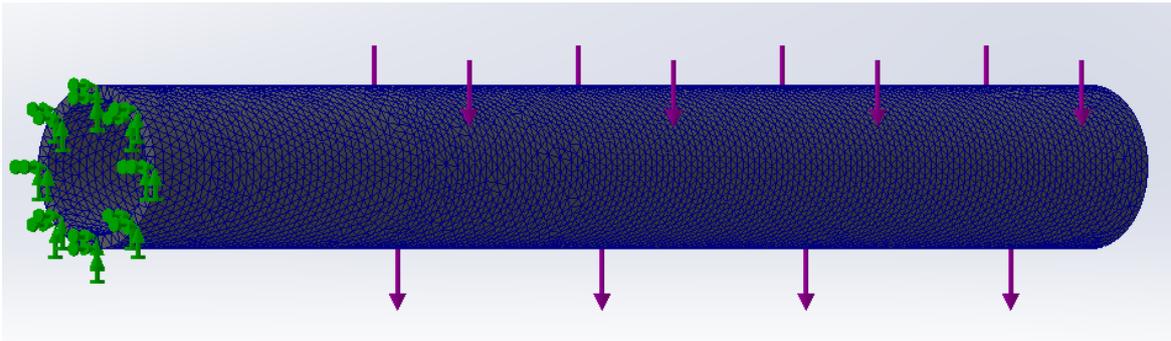


Figura 18: Mallado eje.

Por último, se ejecuta el estudio, obteniéndose los siguientes resultados. Cabe destacar que la representación gráfica de estos presenta una escala de deformación que acentúa estos en gran medida. Este ajuste no se va a modificar porque se considera que ayuda a hacerse una idea del comportamiento del elemento constructivo bajo las condiciones reales a las está sometido.

2.1.1 Tensiones en el eje.

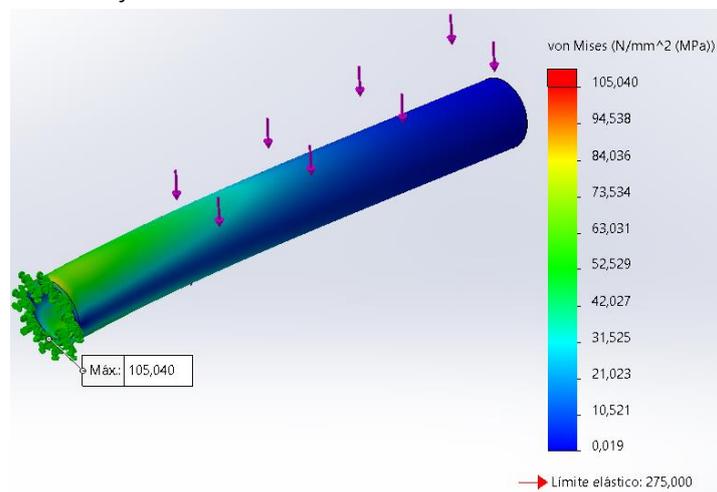


Figura 19: Tensiones en el eje.

Tal y como se puede observar, es lógico que las tensiones más elevadas se distribuyan cerca del empotramiento, dándose la tensión máxima justo en este y siendo equivalente a 105,04 MPa.

2.1.2 Deformaciones en el eje.

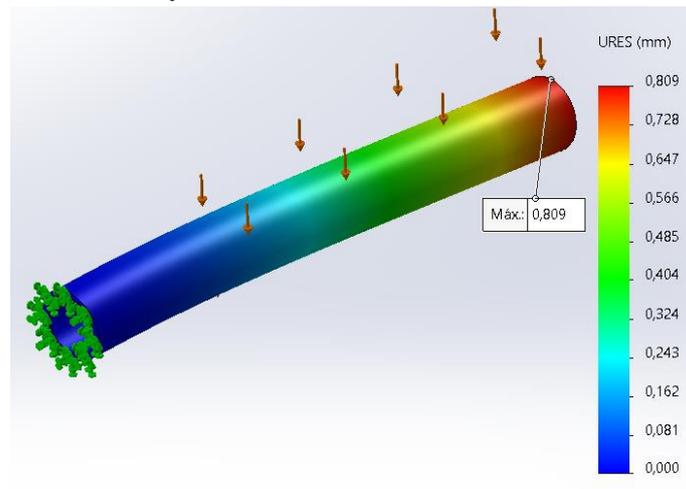


Figura 20: Deformaciones en el eje.

Por el contrario, en lo referente a las deformaciones, a mayor distancia respecto del empotramiento, el elemento sufre una mayor deformación, encontrando su valor máximo en el extremo de este. Por último, es posible afirmar que el valor obtenido en los cálculos analíticos a mano se desvía muy poco del obtenido en el software tras la simulación.

Deformación en el eje	
Resultado analítico [mm]	Resultado Simulación [mm]
0,749	0,809

Tabla 4: Comparativa cálculo analítico frente a simulación estática.

2.1.3 Factor de seguridad en el eje.

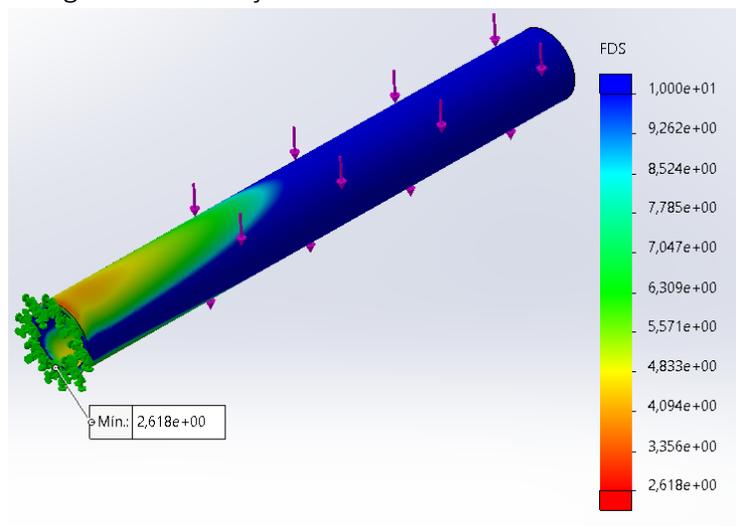


Figura 21: Factor de seguridad en el eje.

Tal y como se ha introducido anteriormente, este resultado guarda una estrecha relación con las tensiones, así como con el límite elástico del material. Es por ello por lo que se observa que las zonas más perjudicadas son principalmente las cercanas al empotramiento. Pese a esto, el coeficiente de seguridad mínimo es de 2,6, es decir, para que el material comenzara a deformarse de una manera irreversible, se debería de cargar el eje con unos 520 kilogramos.

2.1.4 Conclusión simulación eje.

A modo de conclusión se extrae que los resultados obtenidos a lo largo de la simulación son válidos, debido a que tras cotejarse estos con los obtenidos a mano, se puede afirmar su similitud. Por otro lado, la magnitud de estos valores se considera aceptable, debido a que el componente no se deforma en exceso y el factor de seguridad que presenta la pieza ante una situación desfavorable es más que aceptable.

2.2 Simulación del ensamblaje de los bloqueos laterales de seguridad.

En lo referente a dicho análisis, se procede a comprobar el comportamiento del ensamblaje de los bloqueos laterales. Este está compuesto por las propias chapas de seguridad, la barra maciza a la que se anclan, la agarradera lateral hueca y las chapas que sujetan dicho conjunto de piezas al perfil metálico lateral. Esto se hace con el propósito de optimizar las medidas y el diseño de los diferentes componentes que se han comentado, tal y como se mostrará en los resultados obtenidos.

Dicho esto, se les asigna el material a los diferentes sólidos tratados. En este caso, el conjunto de chapas, perfiles y barras macizas es de acero de calidad S-275.

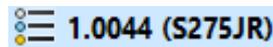


Figura 22: Acero estructural que conformará el conjunto del ensamblaje a simular.

En segundo lugar, en lo referente a las restricciones a aplicar, en este caso, se establece como geometría fija la superficie de las chapas que se encuentran soldadas al perfil lateral de la estructura.

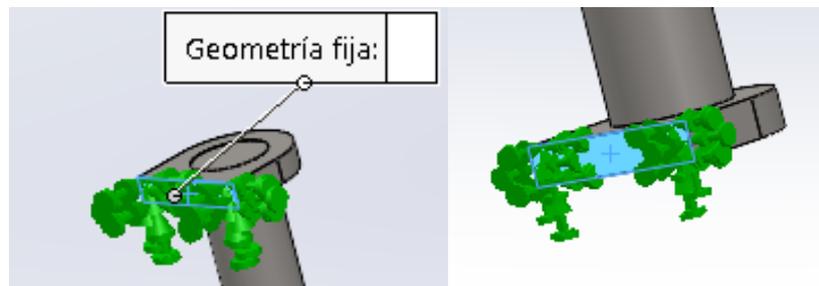


Figura 23: Geometría seleccionada como fija.

A continuación, se aplica la misma situación desfavorable comentada en el apartado de cálculos analíticos. A modo de recordatorio, esta se basaba en aplicar una carga de 500 kilogramos a la superficie de la chapa de seguridad que se encuentra en contacto con el perfil lateral del carro, el cual transmite dicha fuerza.

Ahora bien, puesto que se está analizando el conjunto y no el elemento por separado, se aplica dicha fuerza sobre la tercera chapa tomando como referencia la zona superior del ensamblaje. Esta se considera como la más desfavorable junto con la cuarta pues serán las que mayores deformaciones produzcan sobre la barra maciza a dimensionar.

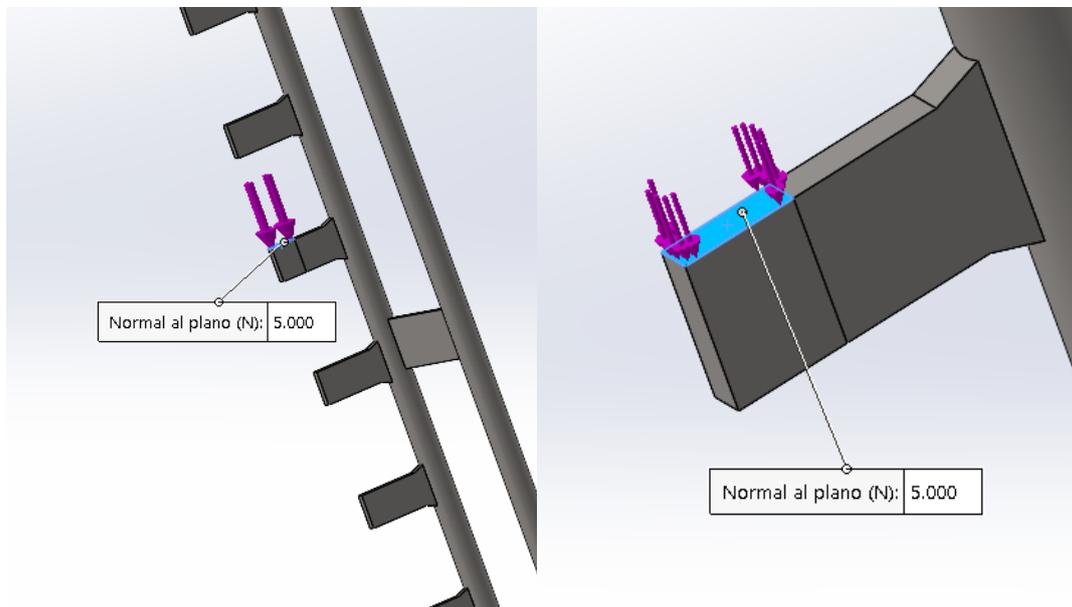


Figura 24: Colocación de la carga.

De nuevo, cabe destacar el empleo de la herramienta de 'Línea de partición', que permite colocar la carga sobre la superficie exacta sobre la que se transmite esta en el contexto del ensamblaje.

En siguiente lugar, con el objetivo de poder ejecutar el análisis, se malla el modelo en la manera que se ha explicado anteriormente, basando dicha malla en curvatura y aplicando una densidad de malla fina.

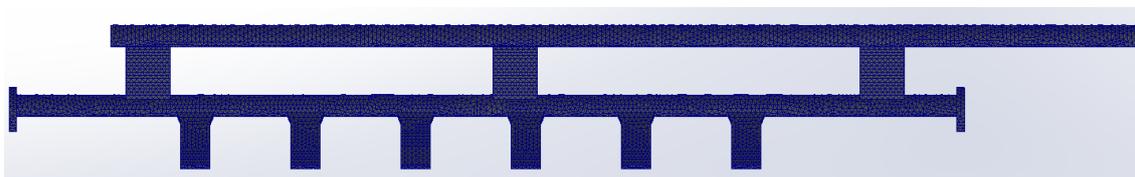


Figura 25: Mallado del ensamblaje de los bloques laterales.

Por último, se ejecuta el estudio, obteniéndose los siguientes resultados. Cabe destacar que la representación gráfica de estos presenta una escala de deformación que acentúa estos en gran medida. Este ajuste no se va a modificar porque se considera que ayuda a hacerse una idea del comportamiento del elemento constructivo bajo las condiciones reales a las está sometido.

2.2.1 Proceso iterativo de simulación.

En la presente simulación, se ha llevado a cabo un proceso iterativo por el cual los resultados ofrecidos por la herramienta eran interpretados por el proyectista con el fin de optimizar el diseño al máximo posible, buscando cumplir con un coeficiente de seguridad mínimo de 1,5.

Dicho esto, tras cada simulación se ha atendido a las zonas más solicitadas del ensamblaje, lo que se ha visto traducido en la edición de estas, bien fuera a través del croquis sobre el que se realiza la extrusión, la profundidad de la extrusión en sí, o las propias dimensiones de los perfiles a emplear para que estos no se deformen en exceso.

2.2.2 Tensiones en el eje.

Tal y como es lógico, las tensiones máximas se dan en el empotramiento de la chapa, afectando tanto a la chapa, como a la barra maciza en sí. Por otro lado, se puede observar como el cambio de sección producido en la chapa es un punto para atender a la hora de optimizar el diseño.

Dicho esto, el proceso seguido ha pasado por aumentar el espesor de la chapa y el diámetro de la barra maciza, así como se han intentado suavizar las tensiones mediante el empleo de diferentes redondeos, aplicados tanto en el cambio de sección como cerca del empotramiento.

Cabe mencionar que el cambio más considerable en los resultados se ha dado con el aumento simultáneo del espesor de la chapa y el diámetro de la barra, los cuales modifican en gran medida el momento de inercia de las secciones, viéndose esto traducido en un descenso de las deformaciones y las tensiones en estos puntos. Si bien es cierto, el empleo de redondeos en las zonas comentadas ha sido en la mayoría de los casos contraproducente, provocando inclusive mayores tensiones en el empotramiento, lo cual es poco ideal de cara a buscar un coeficiente de seguridad adecuado.

2.2.3 Primera simulación.

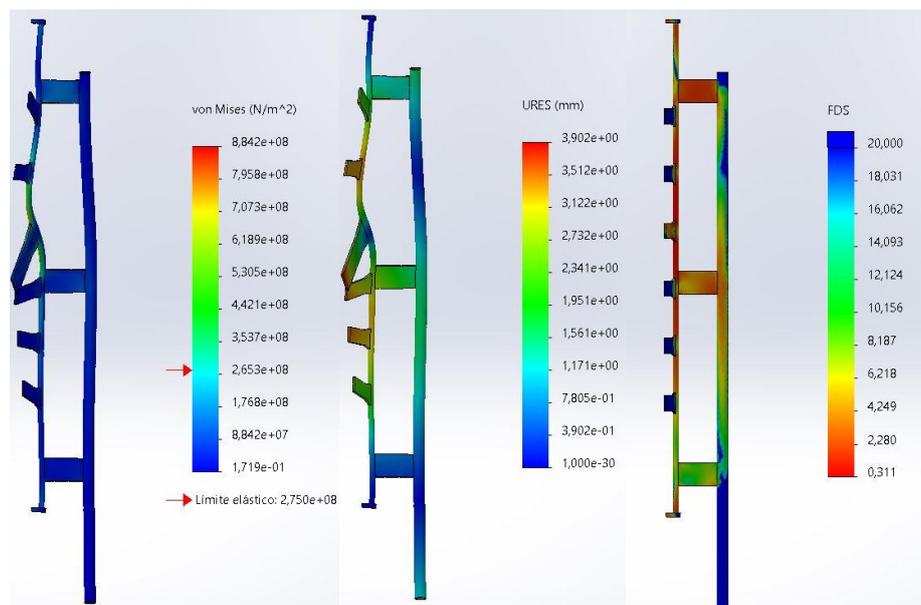


Figura 26: Tensiones, deformaciones y factor de seguridad obtenidos en la primera simulación.

Tras la primera simulación, se observa que se obtienen unos valores poco aceptables. Con un diámetro de barra y un espesor de chapa de 15 y 6 milímetros respectivamente, la tensión más alta es 3 veces superior a la permitida por el límite elástico del del material, lo cual provocaría la rotura del material. Por otra parte, se encuentran deformaciones máximas de 4mm, impermisibles en este tipo de equipamiento.

2.2.4 Segunda simulación.

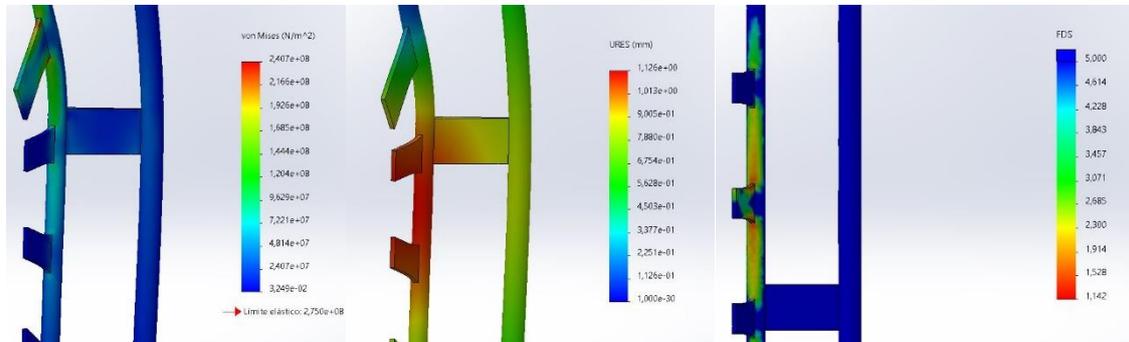


Figura 27: Tensiones, Deformaciones y Factor de seguridad en segunda simulación.

Estos segundos resultados son efecto de aumentar el espesor de la chapa y el diámetro de la barra maciza, hasta los 8 y 30 milímetros de diámetro respectivamente. Si bien es cierto, las tensiones máximas equivalentes son muy cercanas al límite elástico que ofrece el material, siendo el coeficiente de seguridad menor a 1,5, por lo que no se puede dar por finalizado el análisis.

2.2.5 Tercera simulación.

Se trata de la última de las simulaciones realizadas. En esta, se aumenta el espesor de la chapa hasta los 10 milímetros, dejando el resto de parámetros igual que en el caso anterior. A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

2.2.5.1 Tensiones tercera simulación.

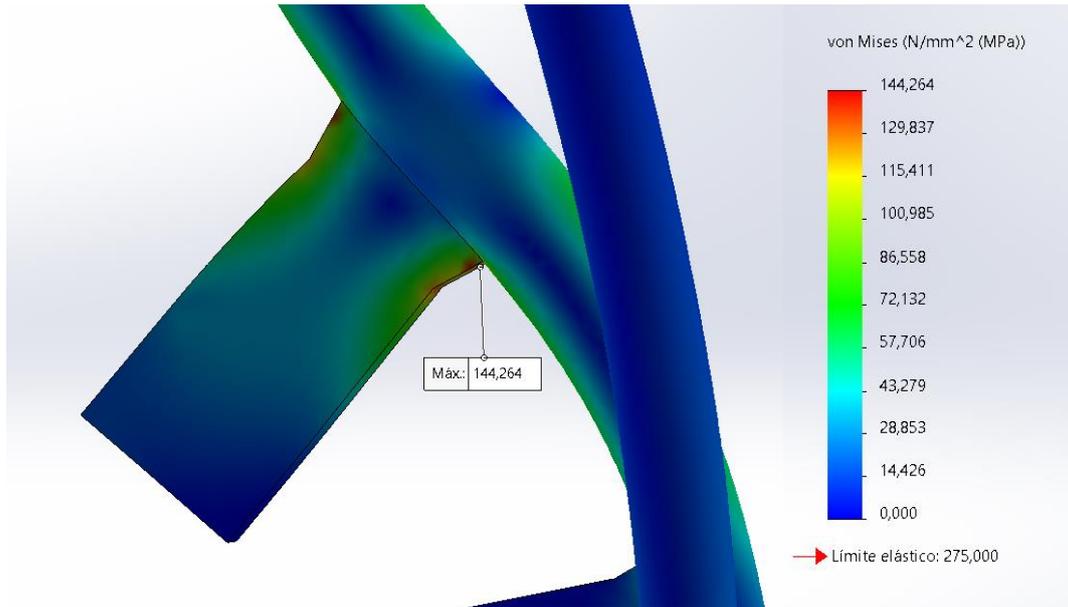


Figura 28: Distribución de tensiones en tercera simulación.

2.2.5.2 Deformaciones tercera simulación.

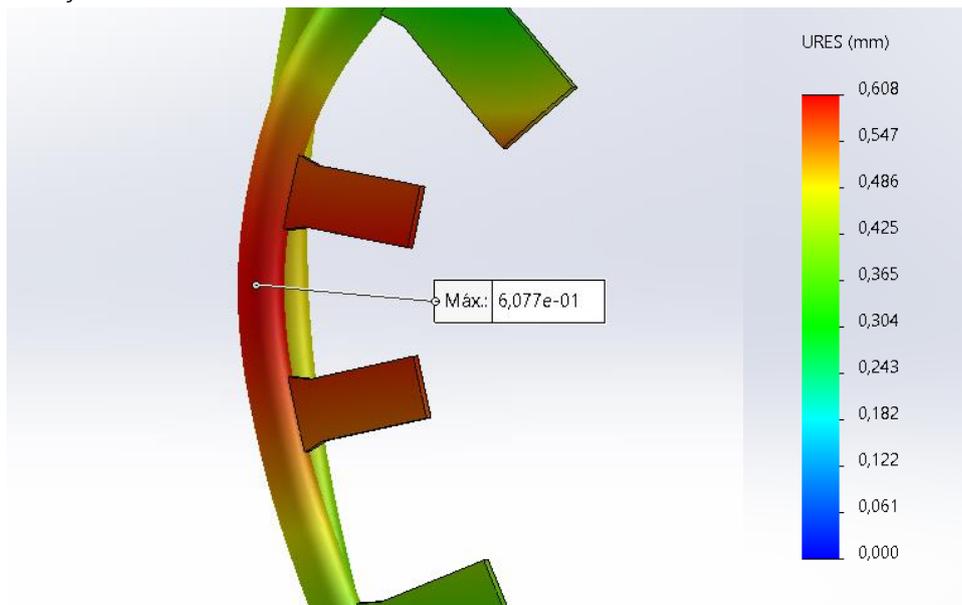


Figura 29: Deformaciones tercera simulación.

2.2.5.3 Factor de seguridad tercera simulación.

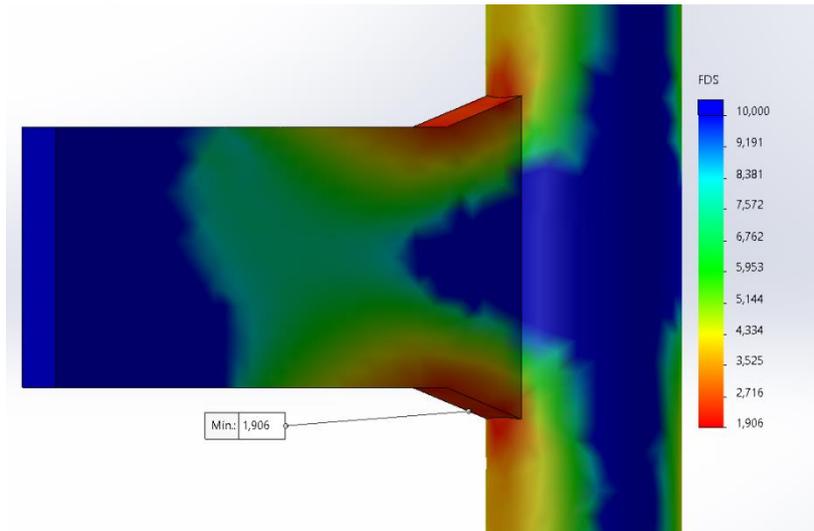


Figura 30: Factor de seguridad tercera simulación.

A modo de conclusión se extrae que los resultados obtenidos a lo largo de esta tercera simulación son aceptables, habiéndose obtenido un coeficiente de seguridad cercano a 2, y alcanzándose unos valores de deformación de medio milímetro, aceptable en este tipo de estructuras.

2.3 Simulación del pasador de seguridad.

En lo referente a este apartado, se procede a simular uno de los componentes de seguridad de la máquina ya calculados anteriormente de manera analítica.

Dicho esto, en primer lugar, se le asigna como material el acero de calidad S-275.



Figura 31: Material del pasador de seguridad.

En siguiente lugar, se procede a fijar la geometría de la pieza que se encuentra soportada por el perfil metálico que lo contiene.

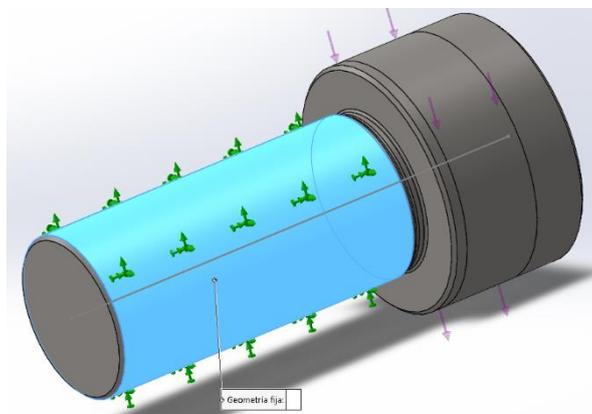


Figura 32: Geometría fija pasador de seguridad.

En tercer lugar, se localiza la carga a la que está sometida esta pieza, resultante del apoyo de la plataforma superior en la parte más gruesa de este.

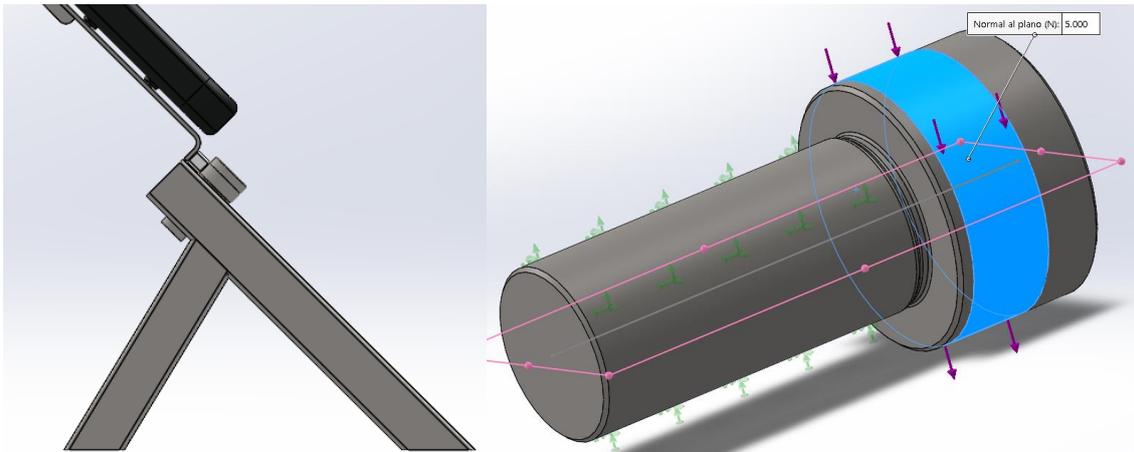


Figura 33: Situación y aplicación de la carga.

A continuación, se malla el modelo siguiendo las indicaciones comentadas anteriormente.

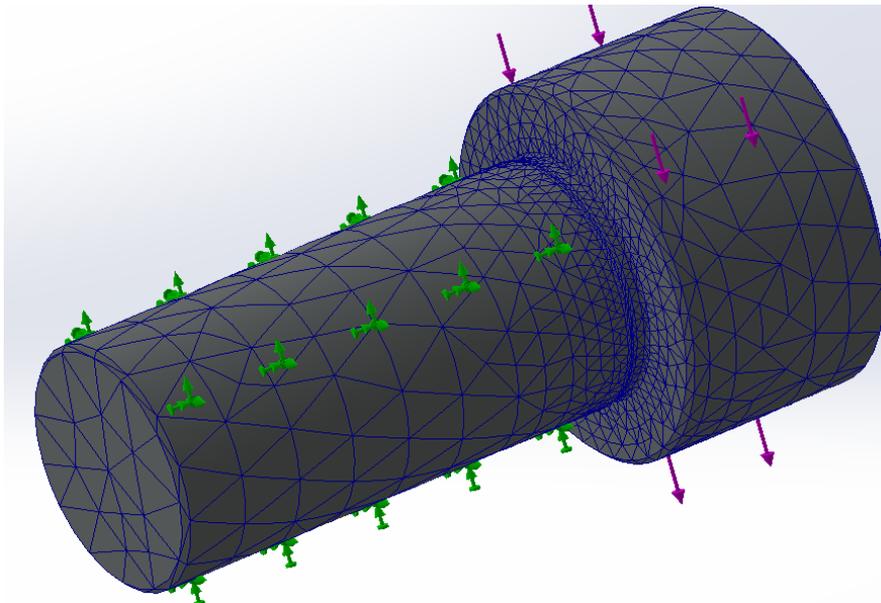


Figura 34: Mallado del pasador de seguridad.

Por último, se ejecuta el estudio, obteniendo los resultados que verificarán el cumplimiento del componente.

2.3.1 Tensiones en el pasador de seguridad.

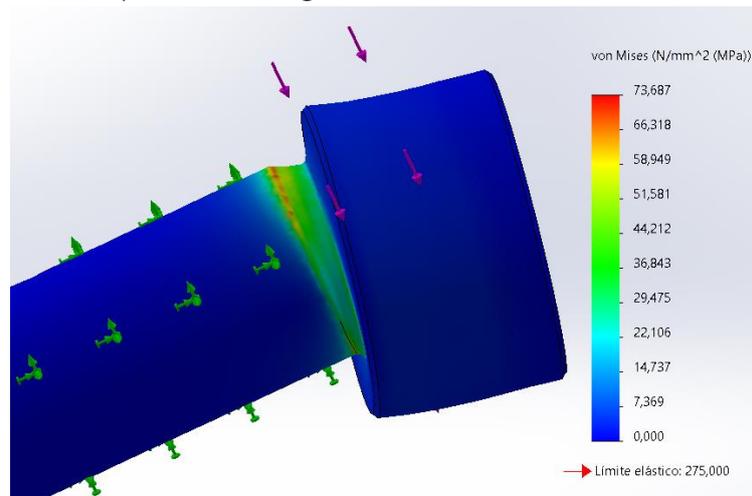


Figura 35: Tensiones en el pasador de seguridad.

2.3.2 Deformaciones en el pasador de seguridad.

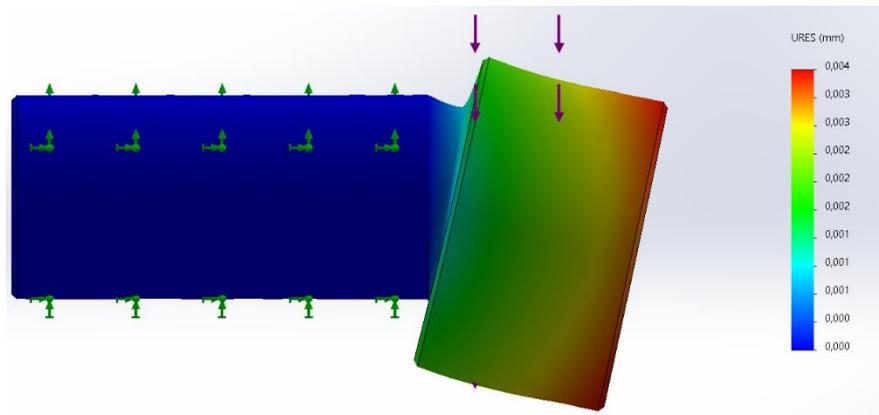


Figura 36: Deformaciones en el pasador.

2.3.3 Factor de seguridad en el pasador de seguridad.

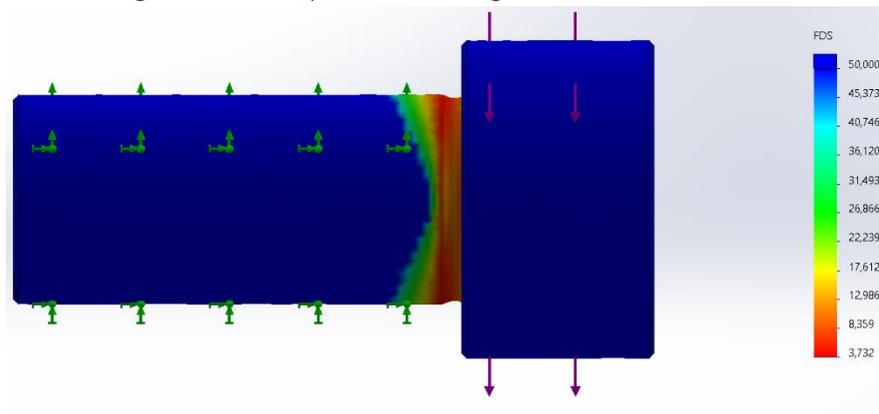


Figura 37: Factor de seguridad pasador de seguridad.

No sin antes pasar con las conclusiones de esa simulación, cabe destacar la iteración y posterior optimización que se realizó con este elemento, pues en sus inicios poseía unos diámetros muy inferiores a los actuales.

Por un lado, la sección introducida en el perfil metálico era de 13mm de diámetro, mientras que la exterior sobre la que incide la plataforma era de 25mm. Ello permitía el empleo de unos perfiles metálicos de sección cuadrada y de dimensiones 40x40x2.

Si bien es cierto, las concentraciones de tensión dadas en el cambio de sección daban lugar a una rotura por parte del componente. Tras observar esto, se procede a aumentar dichas secciones, así como se realiza una entalladura en el cambio de sección.

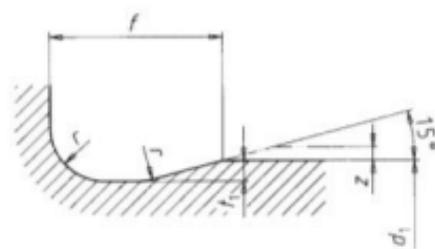


Figura 38: Tipo de entalladura realizada al cambio de sección del pasador de seguridad.

2.3.3.1 Resultados del primer diseño del pasador.

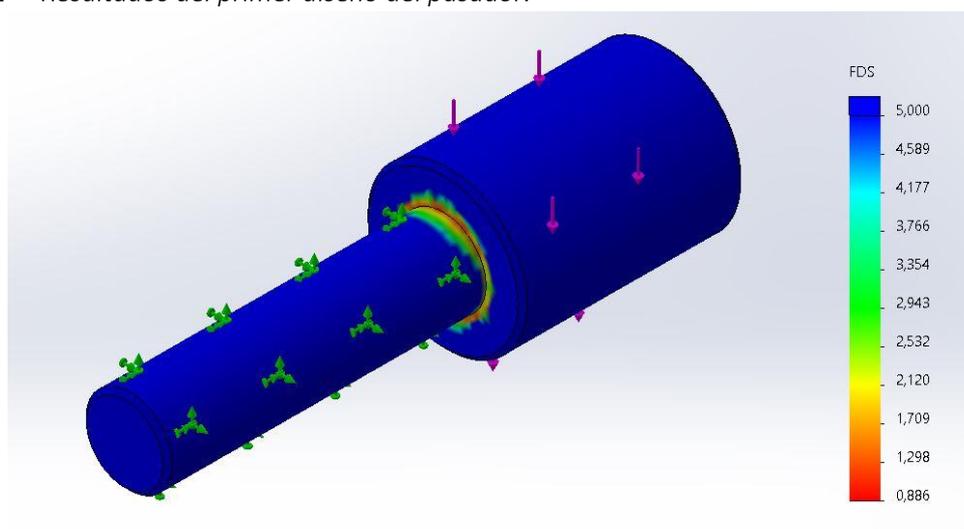


Figura 39: Factor de seguridad primer concepto de pasador.

A modo de conclusión, se localizan las tensiones máximas en los cambios de sección del eje, unas deformaciones máximas en el extremo se la sección donde se aplica la carga y un factor de seguridad cercano a 4, dándose por aceptables estos valores.



GRADO	Ingeniería Mecánica
TÍTULO	Diseño y fabricación de una máquina multifuncional de entrenamiento para trabajar el tren inferior del cuerpo humano combinando las funciones de una máquina de sentadilla hacka y una prensa angular.
TUTOR	Sergio Jordá Gisbert
AUTOR	Sergio Gimeno Llobregat
FECHA	JULIO 2022
VOLUMEN	DOCUMENTO N°4→ PLANOS

Contenido

1	PLANOS DE DISEÑO.	3
1.1	PD-01_Prensa	3
1.2	PD-02_jaca	3
2	PLANOS DE MONTAJE.	3
2.1	DM-01_ENSAMBLAJEFINAL_EXPLOSIONADA	3
2.2	DM-01_ENSAMBLAJEFINAL_TABLA	3
3	PLANOS DE FABRICACIÓN.	3
3.1	PF-01_LateralEstructura	3
3.2	PF-02_IntermedioLongitudinal	3
3.3	PF-03_TraseroInferior	3
3.4	PF-04_TraseroSuperior	3
3.5	PF-05_IntermedioCentral	3
3.6	PF-06_IntermedioTrasero	3
3.7	PF-07_TraseroInclinado	3
3.8	PF-08_PerfilesPasador	3
3.9	PF-09_ChapaSuperiorEjeGuia	3
3.10	PF-10_ChapaInferiorEjeGuia	3
3.11	PF-11_EjeGuia	3
3.12	PF-12_RuedaPoliamida	3
3.13	PF-13_Carro	3
3.14	PF-14_Hombreras	3
3.15	PF-15_Orejeta	3
3.16	PF-16_SoportesEjes	3
3.17	PF-17_PlatSup	3
3.18	PF-18_EjePlatSup	3
3.19	PF-19_ChapaPlatInf	3
3.20	PF-20_PlatInf	3
3.21	PF-21_Regulacion	3
3.22	PF-22_SeguridadRegulacion	3
3.23	PF-23_ChapaBloqueo	3
3.24	PF-24_ApoyoBloqueo	3
3.25	PF-25_BloqueoLateralDerecha	3
3.26	PF-26_BloqueoLaterallizquierda	3
3.27	PF-27_EjeCarga	3
3.28	PF-28_PasadorSeguridad	3
3.29	PF-29_EjeMecanizado	3

8

7

6

5

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

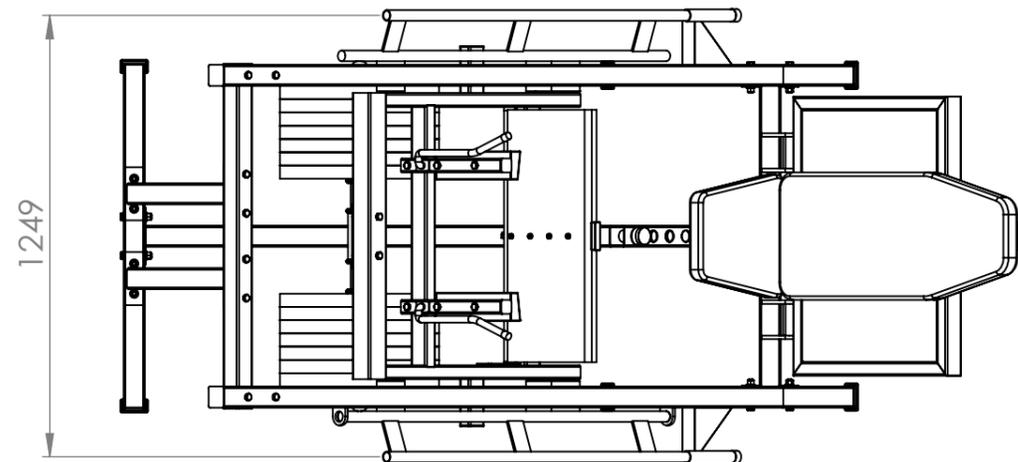
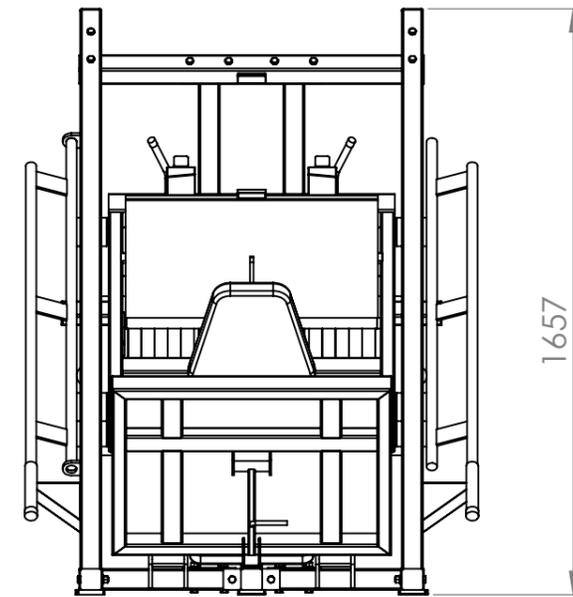
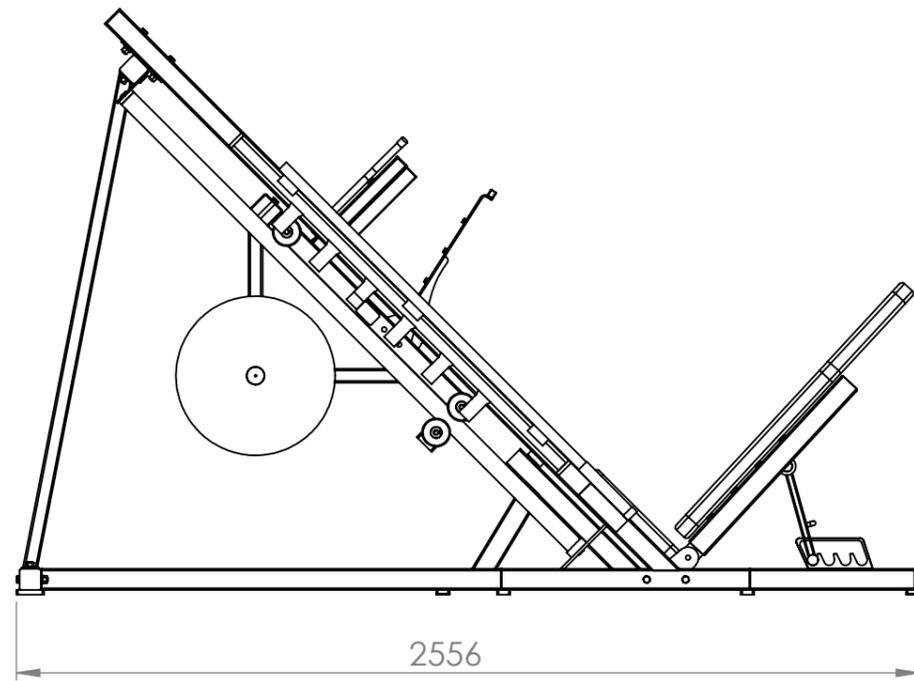
C

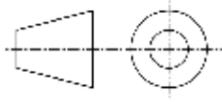
B

B

A

A



 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p> <p>CAMPUS D'ALCOI</p>	Escala principal: <p>1:20</p>	
	Material: <p>N/A</p>	
Nombre: <p>Sergio Gimeno Llobregat</p>	Título Plano: <p>PD-01_Prensa</p>	Tipo de pieza: <p>Prensa para piernas</p>
Fecha: <p>23/07/2022</p>	Título Proyecto: DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIÓNAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRESNA ANGULAR.	
Titulación: <p>Grado en Ingeniería Mecánica</p>	Dimensiones principales en: <p>mm</p>	Peso (discos no incluidos) : <p>.</p>

8

7

6

5

4

3

2

1

F

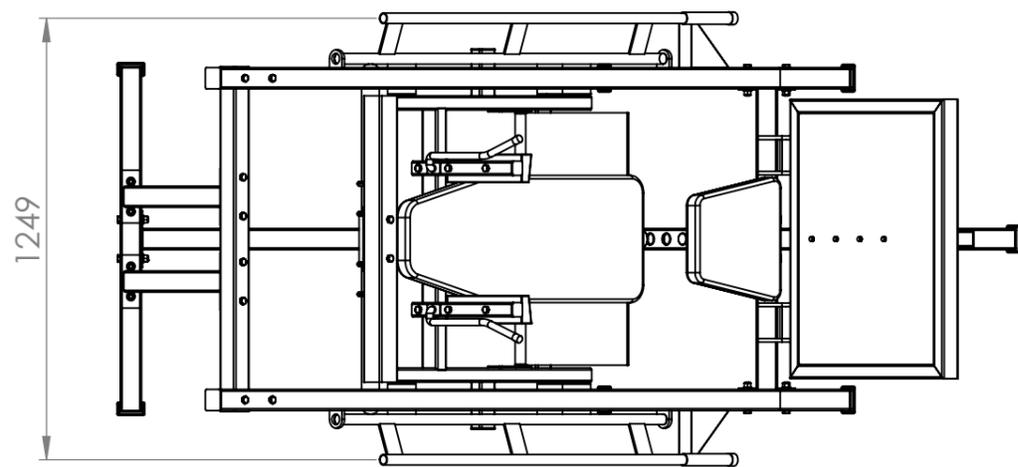
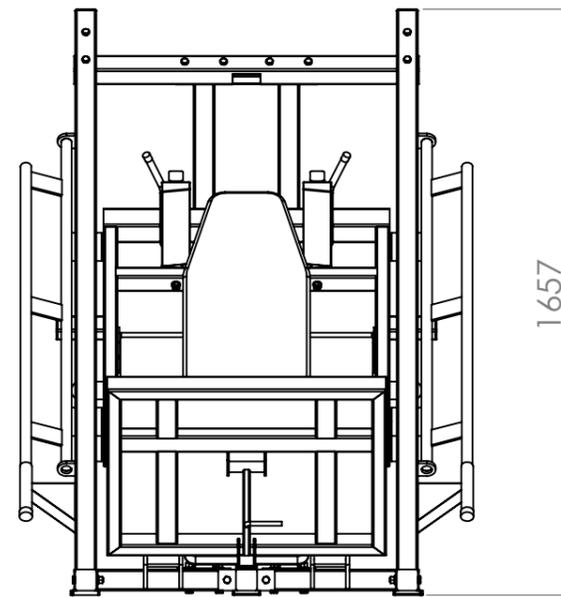
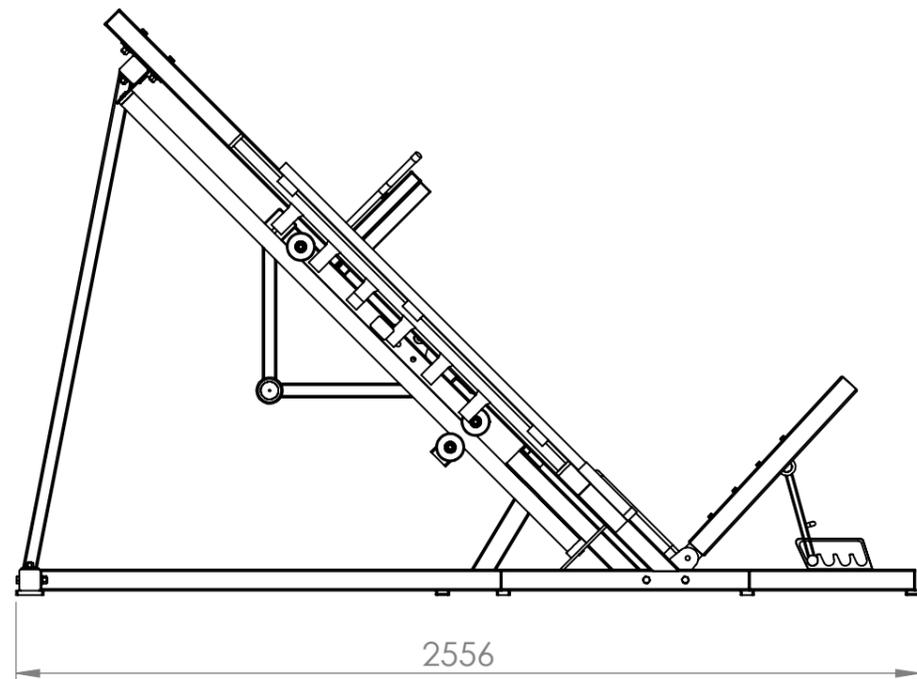
E

D

C

B

A



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

Escala principal:

1:20

Material:

N/A



Nombre:

Sergio Gimeno Llobregat

Título Plano:

PD-02_Jaca

Tipo de pieza:

Máquina sentadilla
jaca.

Fecha:

23/07/2022

Título Proyecto:

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO
PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS
FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.

Peso:

310kg

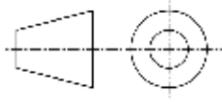
Titulación:

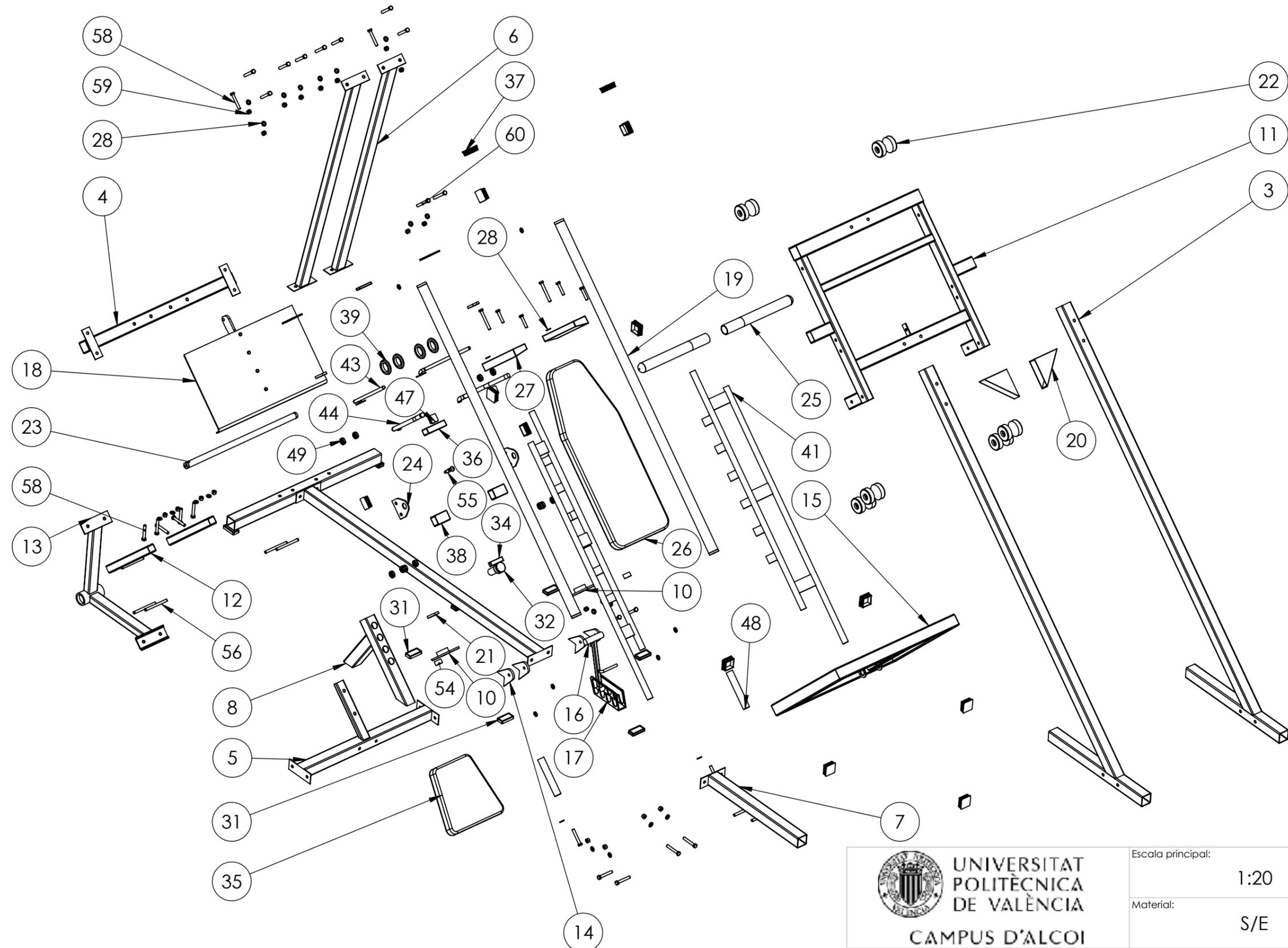
Grado en Ingeniería Mecánica

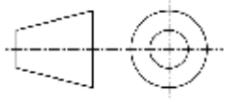
Dimensiones principales en:

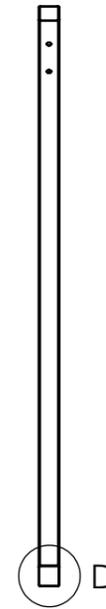
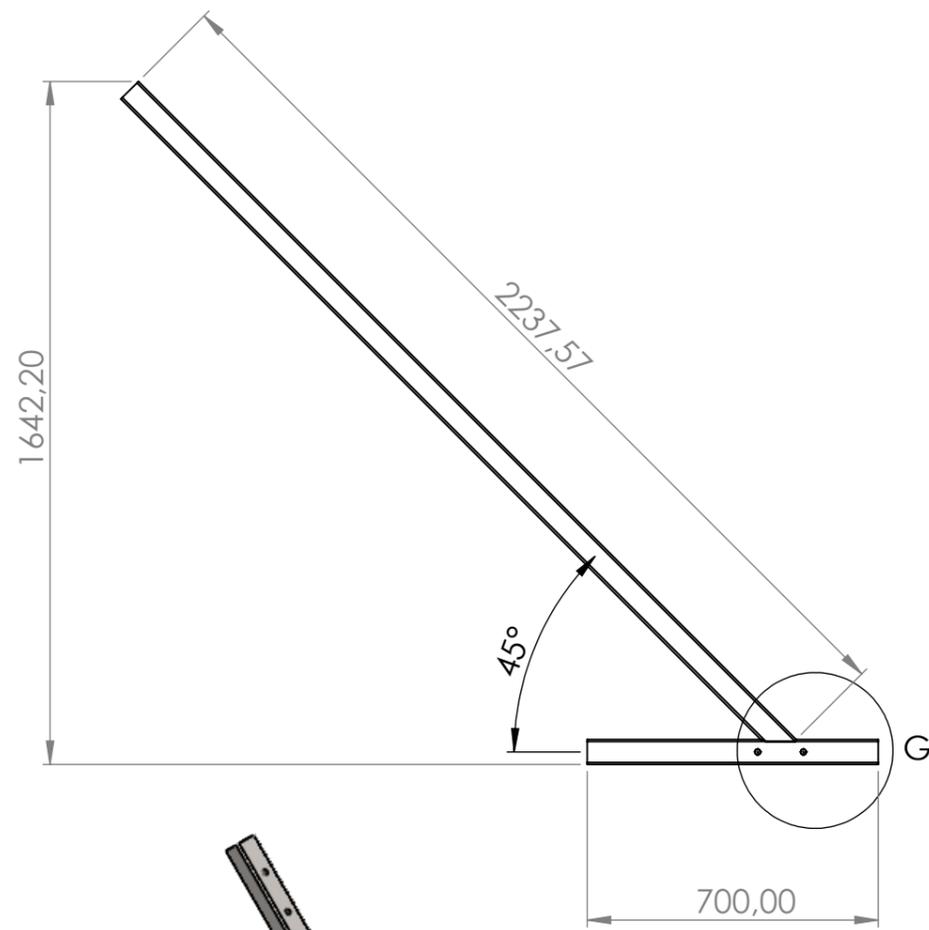
mm

8	7	6	5	4	3	2	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD	N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD		
F	1	Intermedio Longitudinal	1	31	Antivibraciones soportes estructura	1	
	2	Trasero Inferior	1	32	Pasador de Seguridad	1	
	3	Lateral Estructura	2	33	Antivibración Superior	1	
	4	Trasero Elevado	1	34	Antivibración Plataforma	1	
	5	Intermedio Central	1	35	Asiento para Prensa	1	
	6	Trasero Inclinado	2	36	Soporte Respaldo Carro	1	
	7	Intermedio Trasero	1	37	Tapería Cuadrada	11	
E	8	Perfiles Pasador	1	38	Soporte Plataforma	2	
	9	Chapa Superior Eje Guía	2	39	Antivibraciones Ejes	2	
	10	Chapa Inferior	2	40	Seguridad Lateral Izquierda	1	
	11	Carro	1	41	Seguridad Lateral Derecha	1	
	12	Orejeta	2	42	Agarradera Derecha Hombreira	1	
	13	Soporte Ejes de Carga	1	43	Agarradera Izquierda Hombreira	1	
	14	Chapa Plataforma Inferior	4	44	Acolchado Izquierdo Agarradera	1	
D	15	Plataforma Inferior	1	45	Acolchado Derecho Agarradera	1	
	16	Regulación	1	46	Tapería Agarraderas	2	
	17	Seguridaad Regulación	1	47	Taperia Hombreras	2	
	18	Plataforma Superior	1	48	Agarradera Acolchada Lateral	2	
	19	Eje guía	2	49	SKF_W_6201_2RS1	12	
	20	Apoyo Bloqueo	2	50	Taperia Rectangular	2	
	21	Soporte Bloqueos Laterales	4	51	Dual_51_Disco25	1	
C	22	Rueda de Nailon	6	52	Taperia Laterales	2	
	23	Eje Rotación Plataforma	1	53	boutet_tirador_8431i	1	
	24	Orejeta	4	54	Eje Mecanizado	6	
	25	Eje de Carga	2	55	Circlip DIN 471 - 12 x 1	6	
	26	Respaldo Acolchado	2	56	ISO 4014 - M12 x 80 x 30-N	24	
	27	Hombreras	2	57	ISO 4014 - M12 x 100 x 30-N	4	
	28	Arandela M12 DIN 7089	34	58	ISO 4014 - M12 x 60 x 30-N	6	
B	29	Amortiguadores Ejes	2	59	ISO - 4034 - M12 - N	26	
	30	Apoyos Estructura	1				

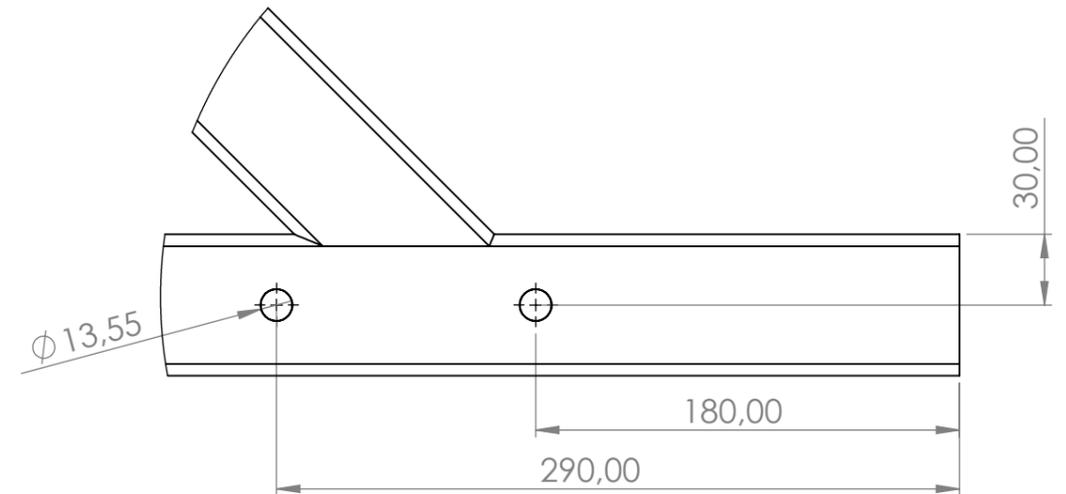
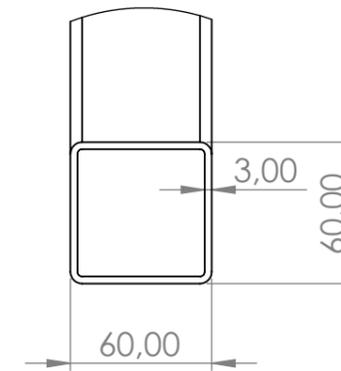
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: S/E	
	Material: S/E	
Nombre: Sergio Gimeno Llobregat	Título Plano: PM-01_Ensamblaje Final	Tipo de pieza: S/E
Fecha: 23/07/2022	Título Proyecto: DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.	Página No: 1
Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica	Dimensiones principales en: mm	De: 2



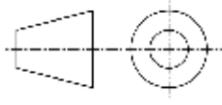
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal:	1:20	
	Material:	S/E	
Nombre:	Sergio Gimeno Llobregat	Título Plano:	PM-01_Ensamblaje Final
Fecha:	23/07/2022	Título Proyecto:	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIÓN DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRESNA ANGULAR.
Titulación:	Grado en Ingeniería Mecánica	Dimensiones principales en:	mm
		Tipo de pieza:	S/E
		Página No:	2
		De:	2



DETALLE D
ESCALA 1 : 3



DETALLE G
ESCALA 1 : 3

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: <p style="text-align: center;">1:17</p>	
	Material: <p style="text-align: center;">Acero S-275JR</p>	
Nombre: <p style="text-align: center;">Sergio Gimeno Llobregat</p>	Título Plano: <p style="text-align: center;">PF-01_LateralEstructura</p>	Tipo de pieza: Perfil de dimensiones 60x60x3
Fecha: <p style="text-align: center;">23/07/2022</p>	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIÓN DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: <p style="text-align: center;">Grado en Ingeniería Mecánica</p>	Dimensiones principales en: <p style="text-align: center;">mm</p>	Peso: <p style="text-align: center;">15,08kg</p>

8

7

6

5

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

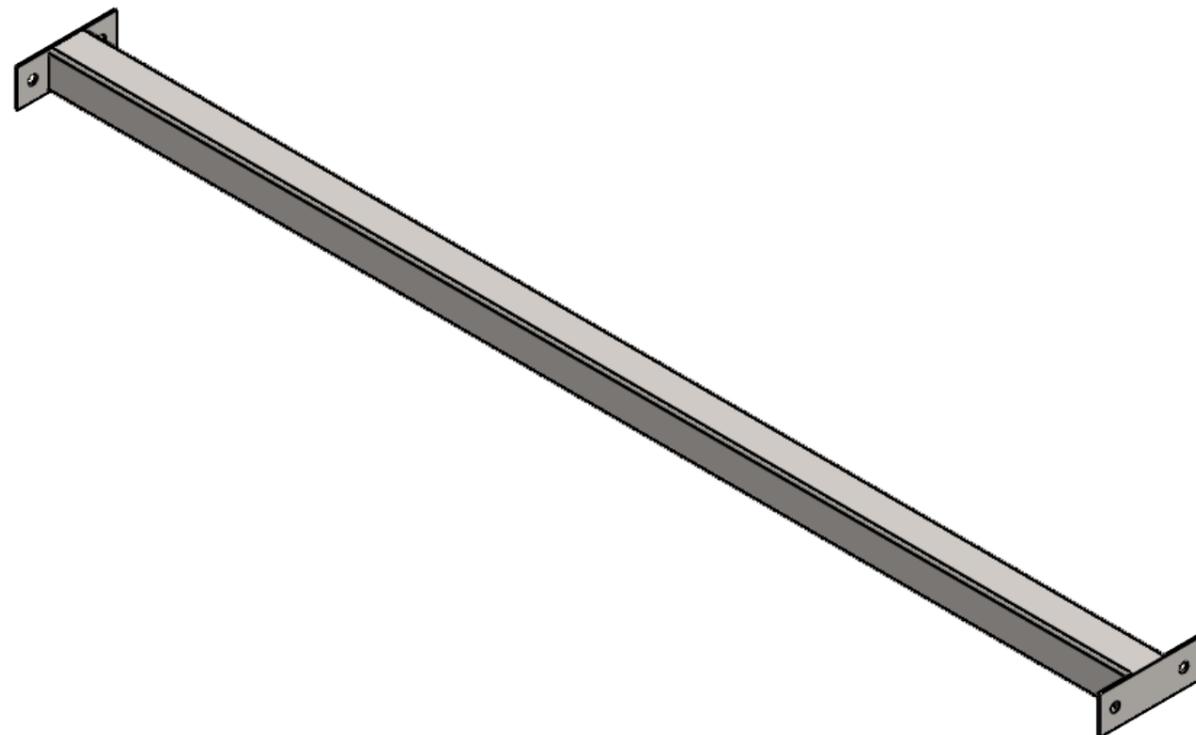
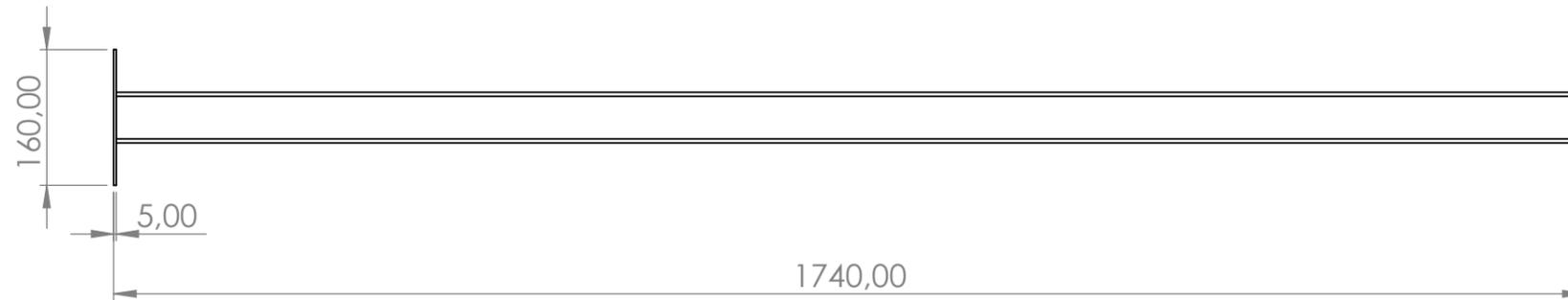
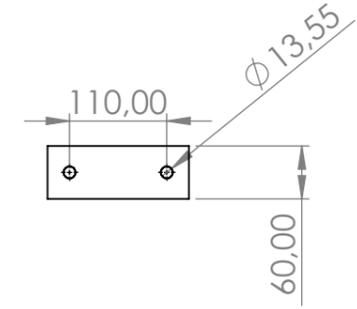
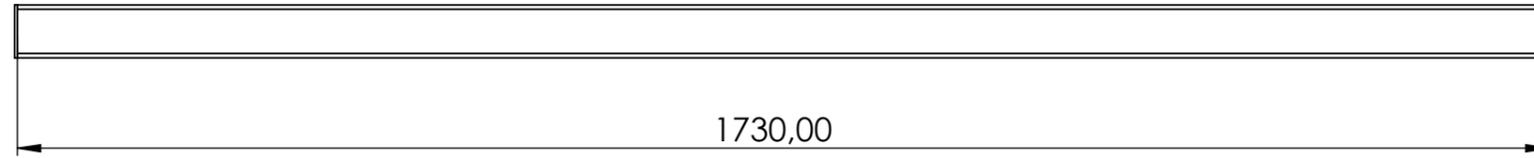
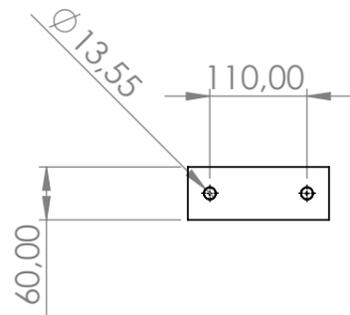
C

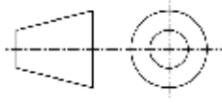
B

B

A

A



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: <p style="text-align: center;">1:8</p>	
	Material: <p style="text-align: center;">Acero S-275JR</p>	
Nombre: <p style="text-align: center;">Sergio Gimeno Llobregat</p>	Título Plano: <p style="text-align: center;">PF-02_IntermedioLongitudinal</p>	Tipo de pieza: <p style="text-align: center;">Perfil 60x40x3</p>
Fecha: <p style="text-align: center;">23/07/2022</p>	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: <p style="text-align: center;">Grado en Ingeniería Mecánica</p>	Dimensiones principales en: <p style="text-align: center;">mm</p>	Peso: <p style="text-align: center;">9,43kg</p>

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

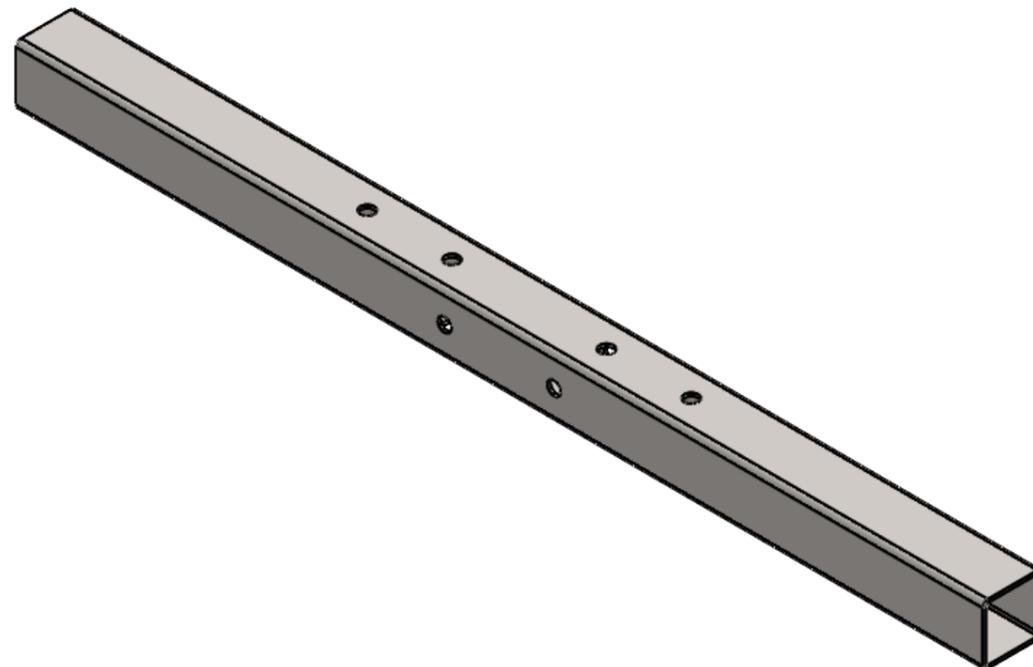
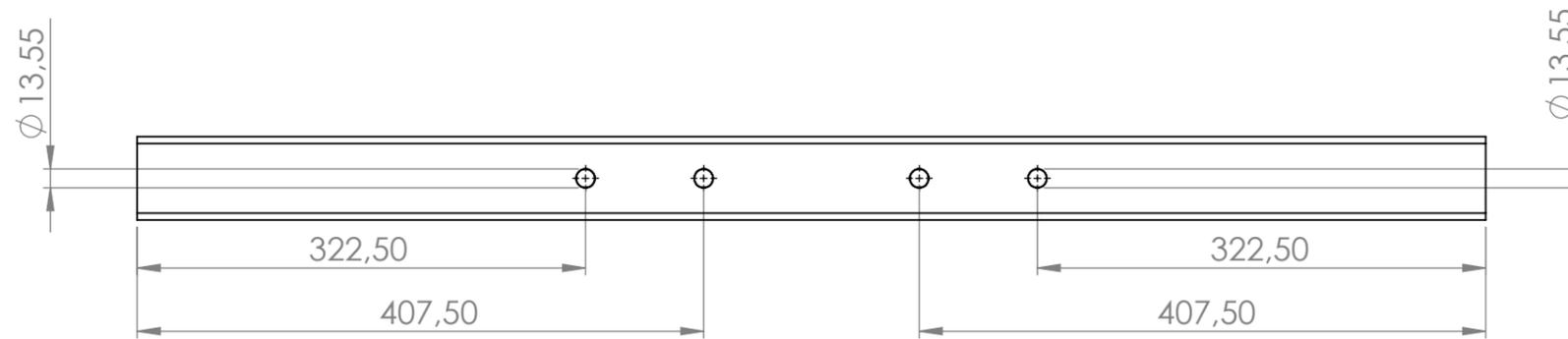
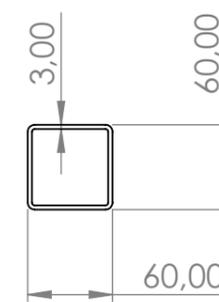
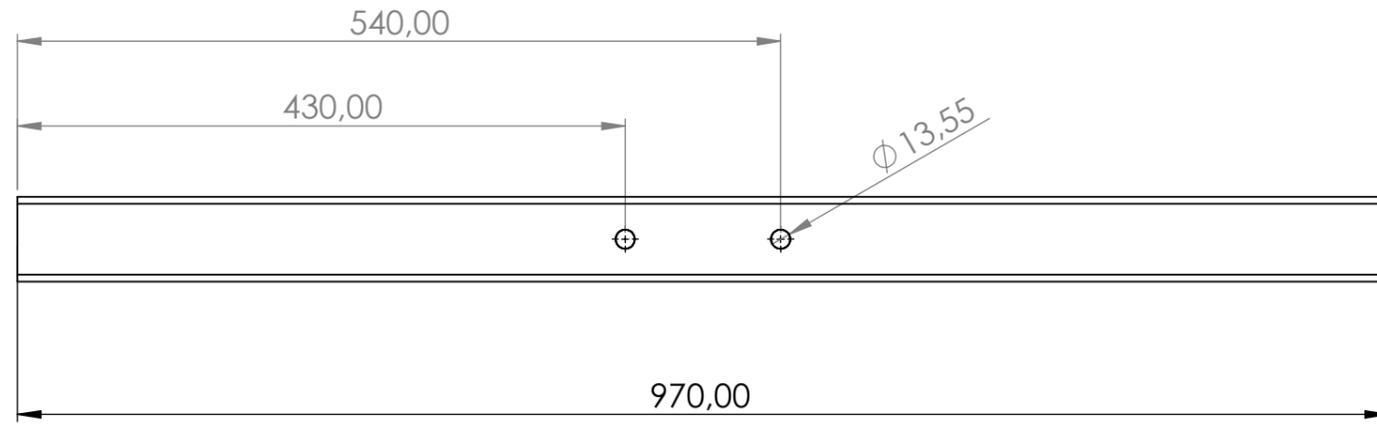
C

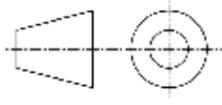
B

B

A

A



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: <p style="text-align: center;">1:5</p>	
	Material: <p style="text-align: center;">Acero S-275JR</p>	
Nombre: <p style="text-align: center;">Sergio Gimeno Llobregat</p>	Título Plano: <p style="text-align: center;">PF-03_TraseroInferior</p>	Tipo de pieza: Perfil de dimensiones 60x60x3
Fecha: <p style="text-align: center;">23/07/2022</p>	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: <p style="text-align: center;">Grado en Ingeniería Mecánica</p>	Dimensiones principales en: <p style="text-align: center;">mm</p>	Peso: <p style="text-align: center;">5kg</p>

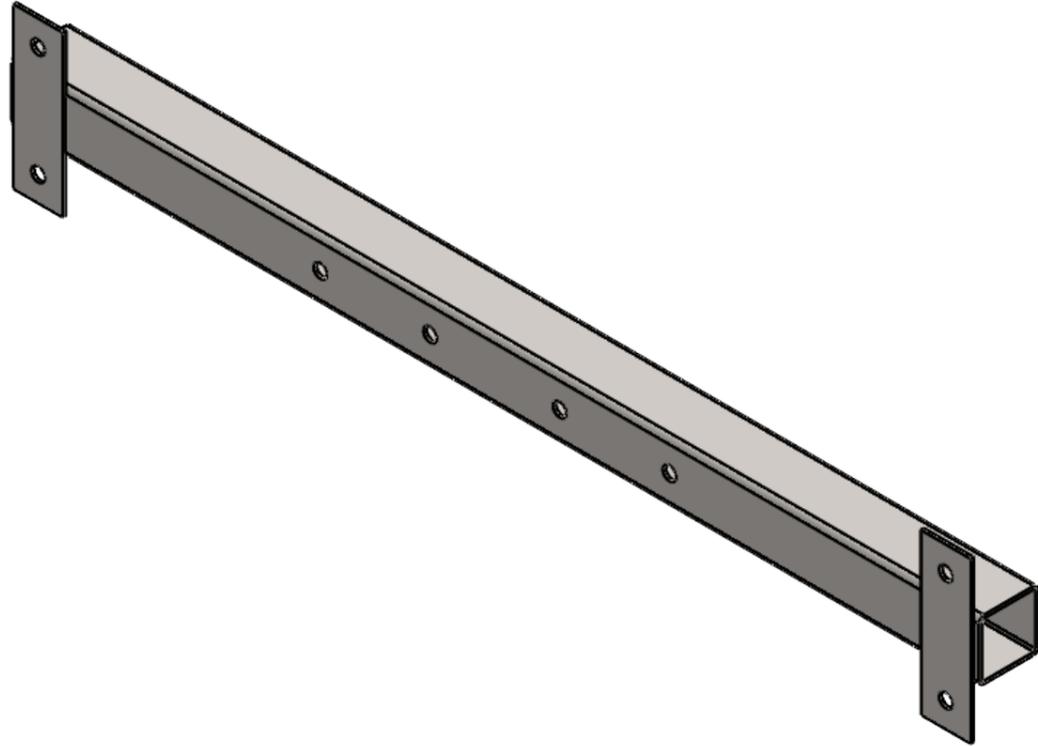
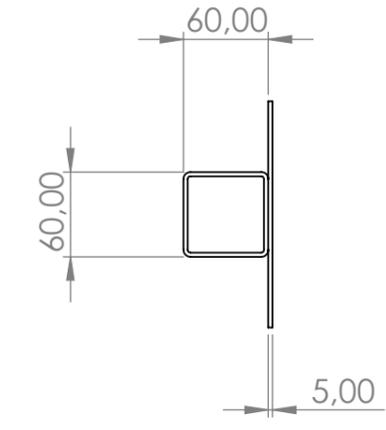
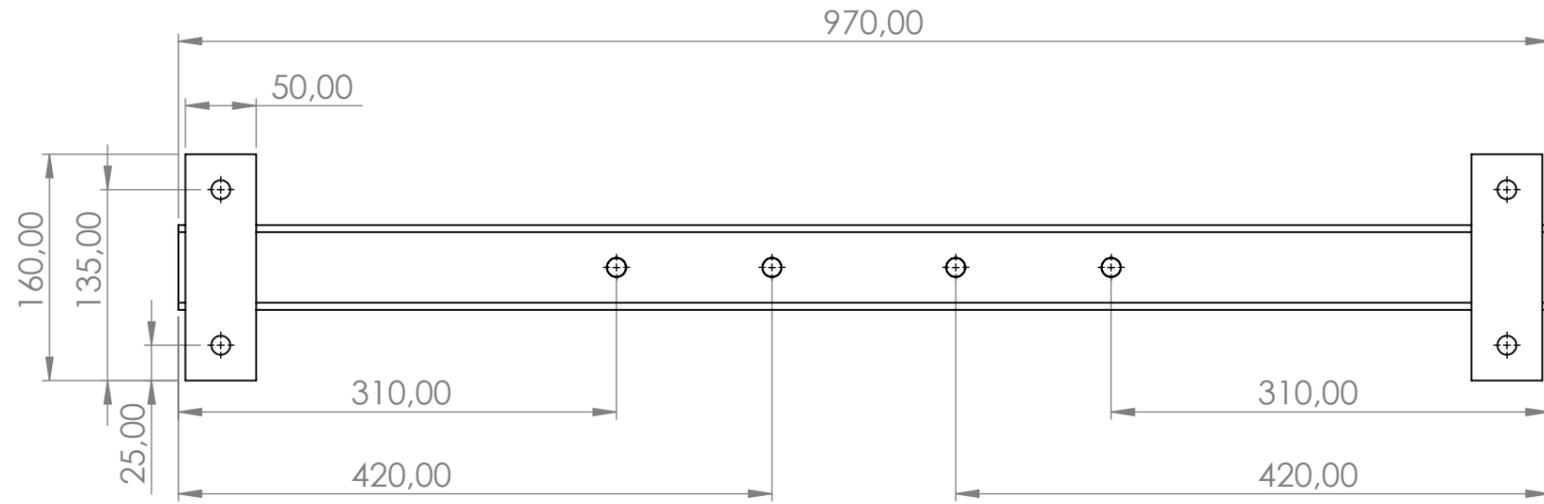
5

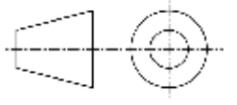
4

3

2

1



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: <p style="text-align: center;">1:5</p>	
	Material: <p style="text-align: center;">Acero S-275JR</p>	
Nombre: <p style="text-align: center;">Sergio Gimeno Llobregat</p>	Título Plano: <p style="text-align: center;">PF-04_TraseroSuperior</p>	Tipo de pieza: Perfil de dimensiones 60x60x3
Fecha: <p style="text-align: center;">23/07/2022</p>	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: <p style="text-align: center;">Grado en Ingeniería Mecánica</p>	Dimensiones principales en: <p style="text-align: center;">mm</p>	Peso: <p style="text-align: center;">5,3kg</p>

8

7

6

5

4

3

2

1

F

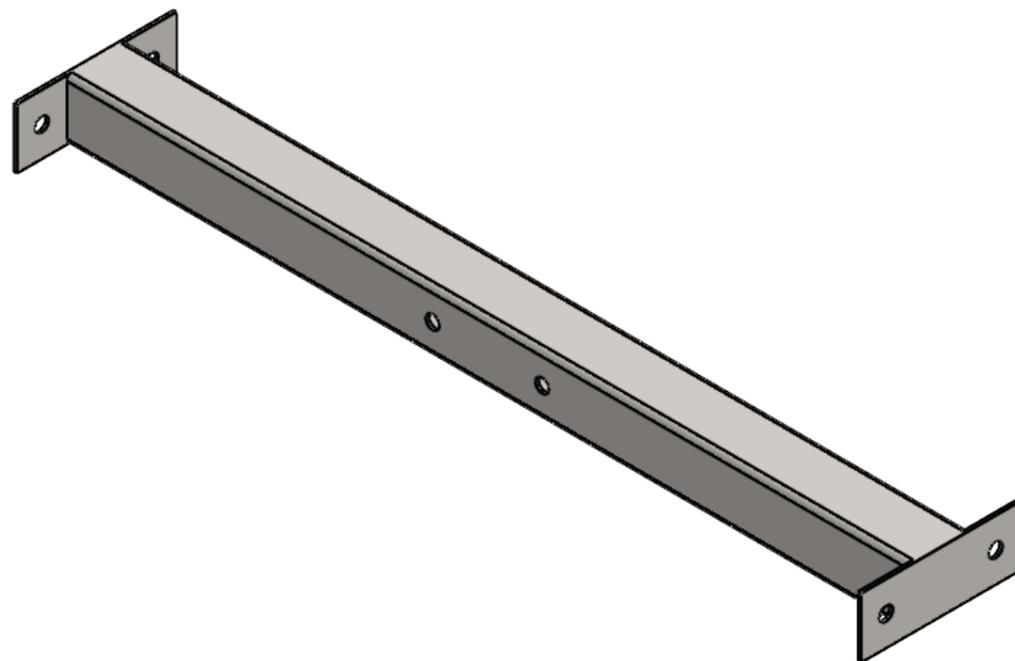
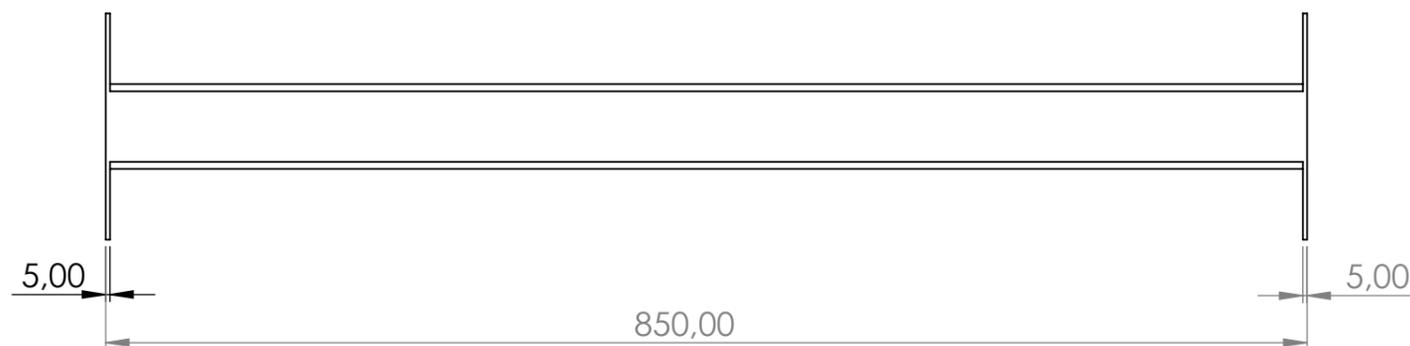
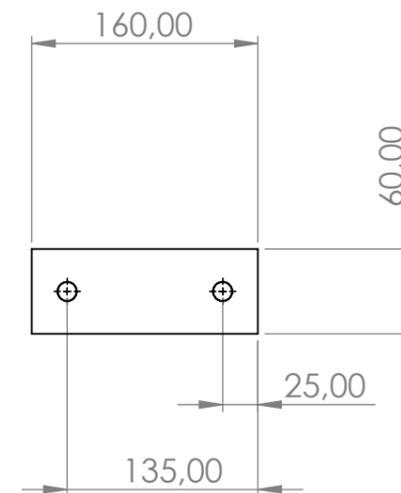
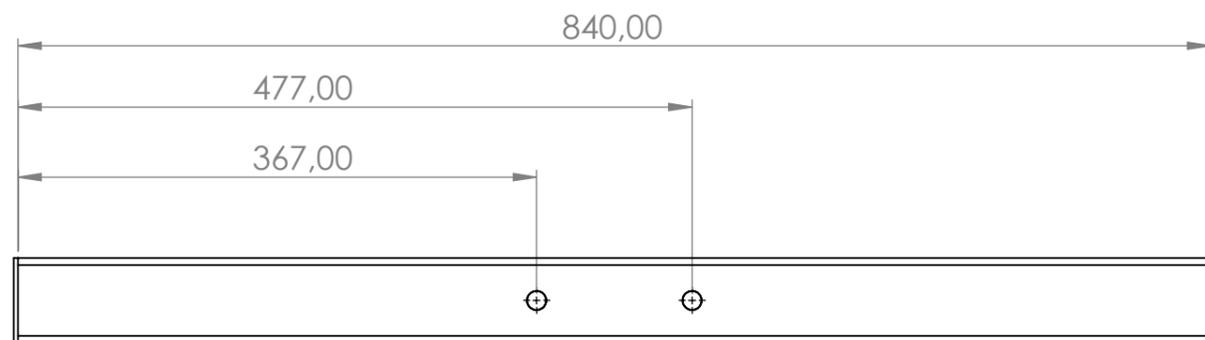
E

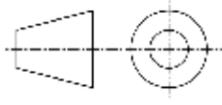
D

C

B

A



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: <p style="text-align: center;">1:5</p>	
	Material: <p style="text-align: center;">Acero S-275JR</p>	
Nombre: <p style="text-align: center;">Sergio Gimeno Llobregat</p>	Título Plano: <p style="text-align: center;">PF-05_IntermedioCentral</p>	Tipo de pieza: Perfil de dimensiones 60 x60x3
Fecha: <p style="text-align: center;">23/07/2022</p>	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: <p style="text-align: center;">Grado en Ingeniería Mecánica</p>	Dimensiones principales en: <p style="text-align: center;">mm</p>	Peso: <p style="text-align: center;">5,57kg</p>

8

7

6

5

4

3

2

1

F

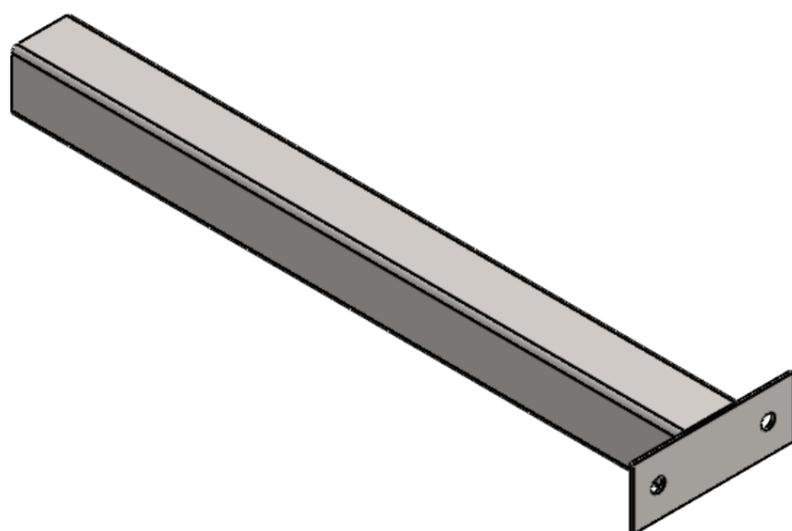
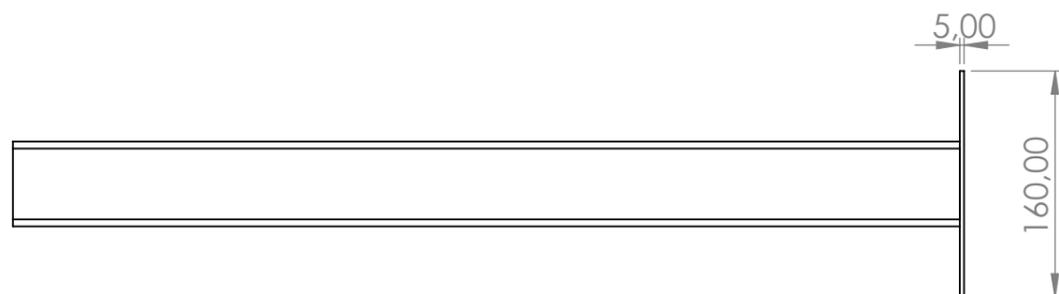
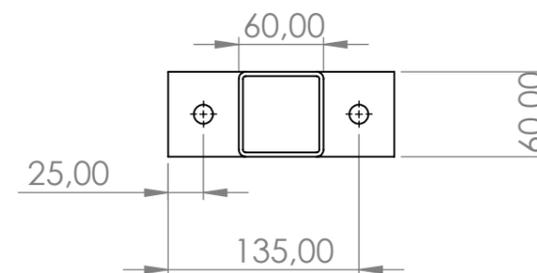
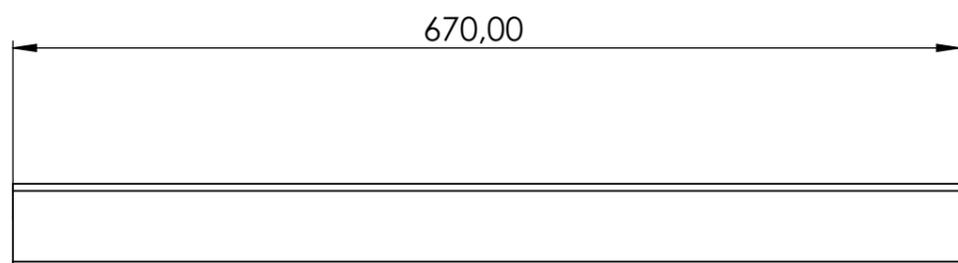
E

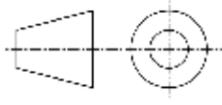
D

C

B

A



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: <p style="text-align: center;">1:5</p>	
	Material: <p style="text-align: center;">Acero S-275JR</p>	
Nombre: <p style="text-align: center;">Sergio Gimeno Llobregat</p>	Título Plano: <p style="text-align: center;">PF-06_IntermedioTrasero</p>	Tipo de pieza: Perfil de dimensiones 60x60x3
Fecha: <p style="text-align: center;">23/07/2022</p>	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: <p style="text-align: center;">Grado en Ingeniería Mecánica</p>	Dimensiones principales en: <p style="text-align: center;">mm</p>	Peso: <p style="text-align: center;">3,7kg</p>

8

7

6

5

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

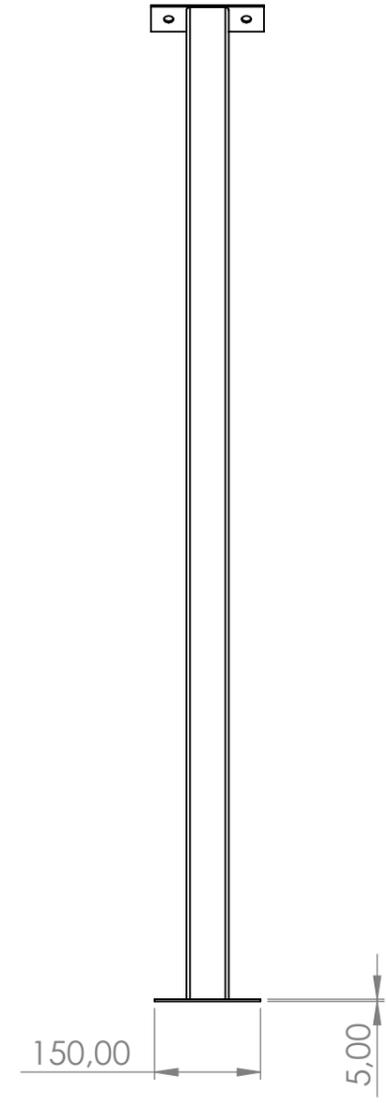
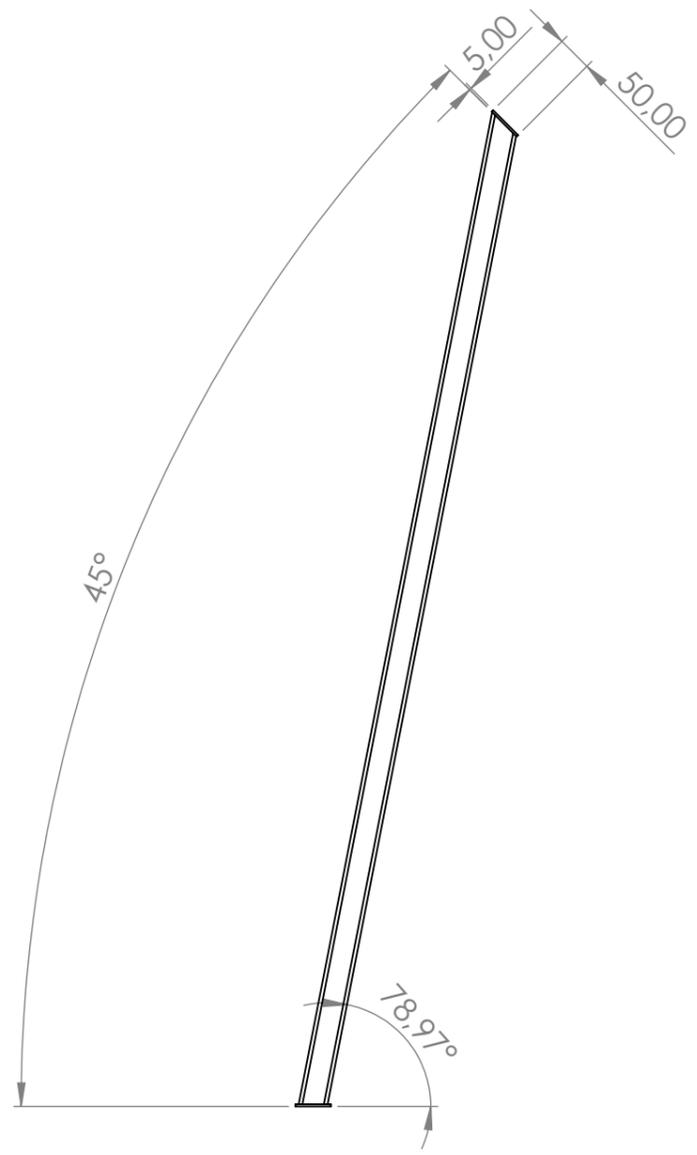
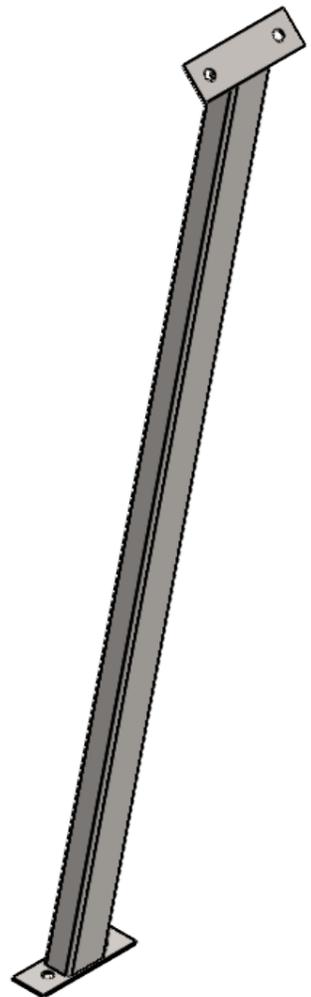
C

B

B

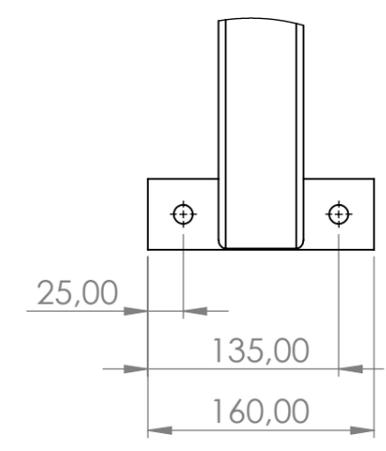
A

A



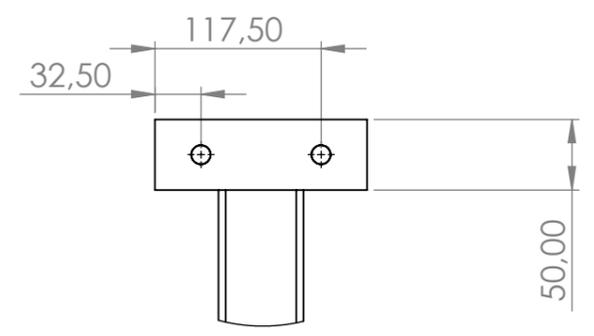
VISTA ORTOGONAL AL DETALLE DE LA CHAPA SOLDADA AL EXTREMO SUPERIOR DEL PERFIL

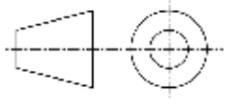
ESCALA 1:5



VISTA ORTOGONAL AL DETALLE DE LA CHAPA SOLDADA AL EXTREMO INFERIOR DEL PERFIL

ESCALA 1:5



 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI</p>	Escala principal: <p style="text-align: center;">1:10</p>	
	Material: <p style="text-align: center;">Acero S-275JR</p>	
Nombre: <p style="text-align: center;">Sergio Gimeno Llobregat</p>	Título Plano: <p style="text-align: center;">PF-07_TraseroInclinado</p>	Tipo de pieza: Perfil de dimensiones 60x40x2
Fecha: <p style="text-align: center;">23/07/2022</p>	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIÓNAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: <p style="text-align: center;">Grado en Ingeniería Mecánica</p>	Dimensiones principales en: <p style="text-align: center;">mm</p>	Peso: <p style="text-align: center;">4,42kg</p>

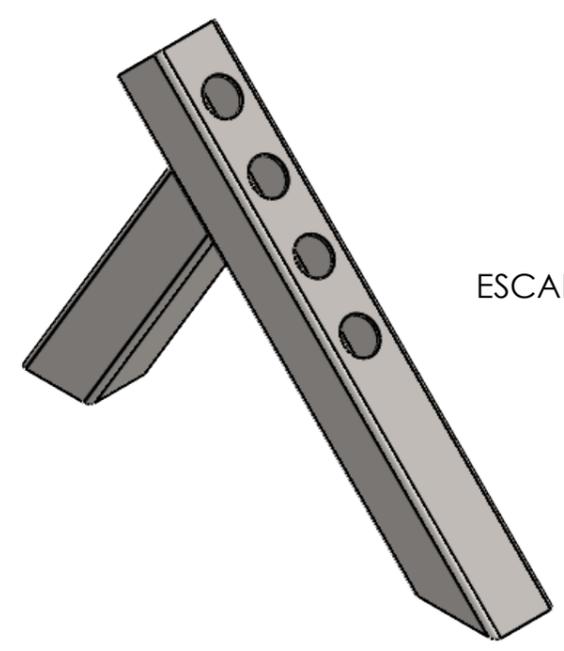
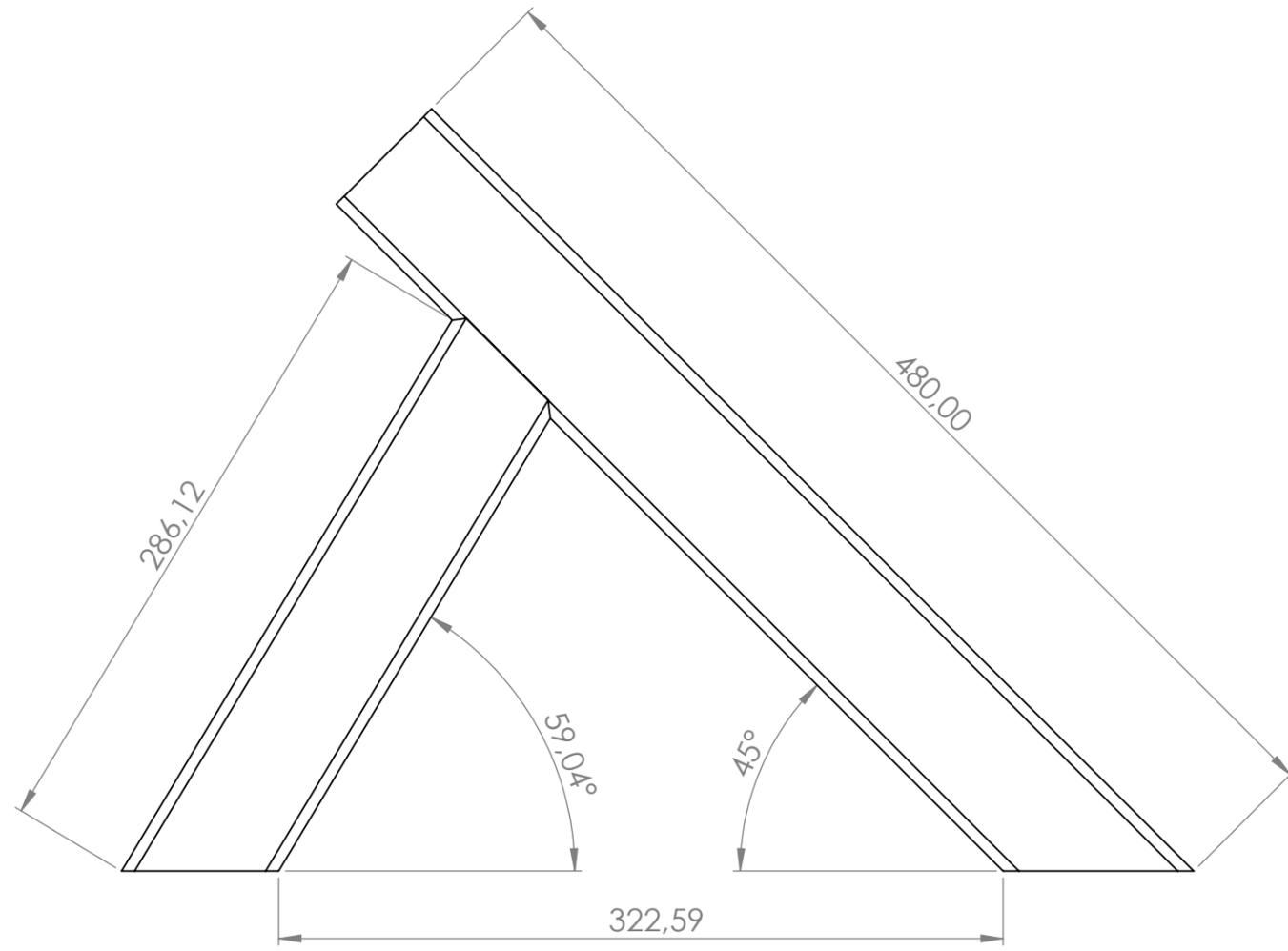
5

4

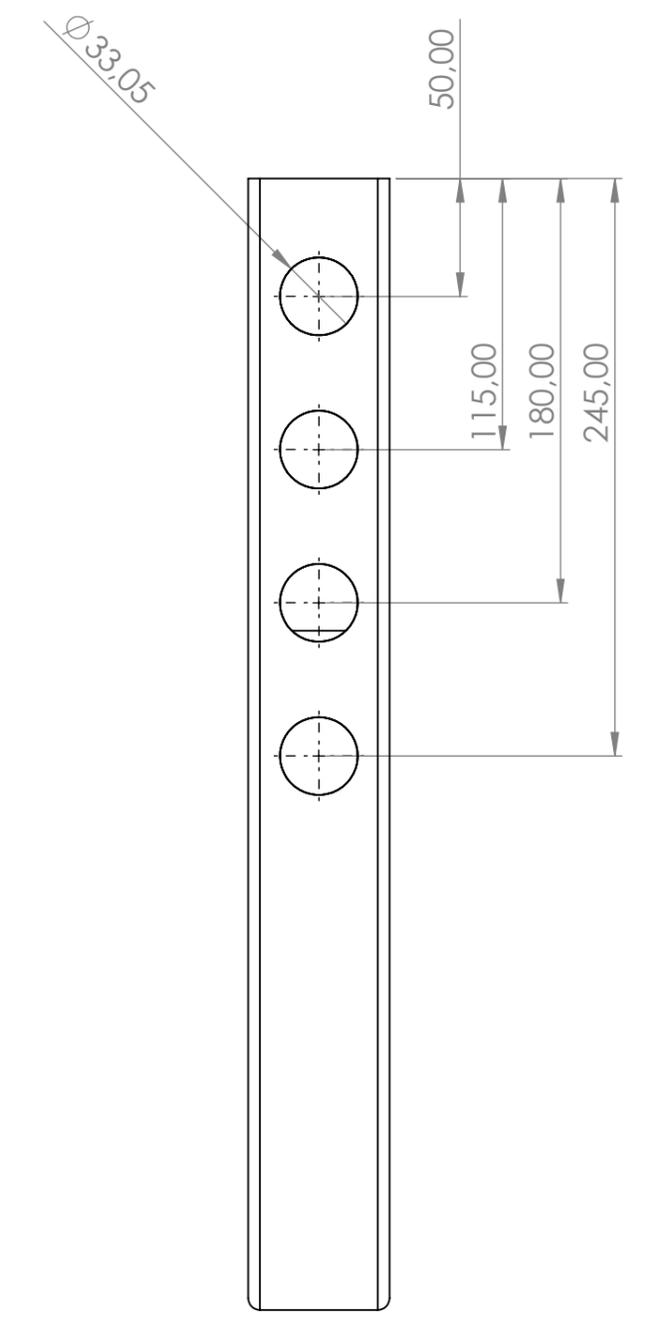
3

2

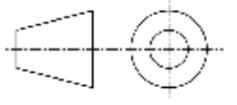
1



ESCALA 1:5



VISTA ORTOGONAL
PERFIL TALADRADO

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: <p style="text-align: center;">1:3</p>	
	Material: <p style="text-align: center;">Acero S-275JR</p>	
Nombre: <p style="text-align: center;">Sergio Gimeno Llobregat</p>	Título Plano: <p style="text-align: center;">PF-08_PerfilesPasador</p>	Tipo de pieza: Perfil de dimensiones 60x60x3
Fecha: <p style="text-align: center;">23/07/2022</p>	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRESA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: <p style="text-align: center;">Grado en Ingeniería Mecánica</p>	Dimensiones principales en: <p style="text-align: center;">mm</p>	Peso: <p style="text-align: center;">3,54kg</p>

8

7

6

5

4

3

2

1

F

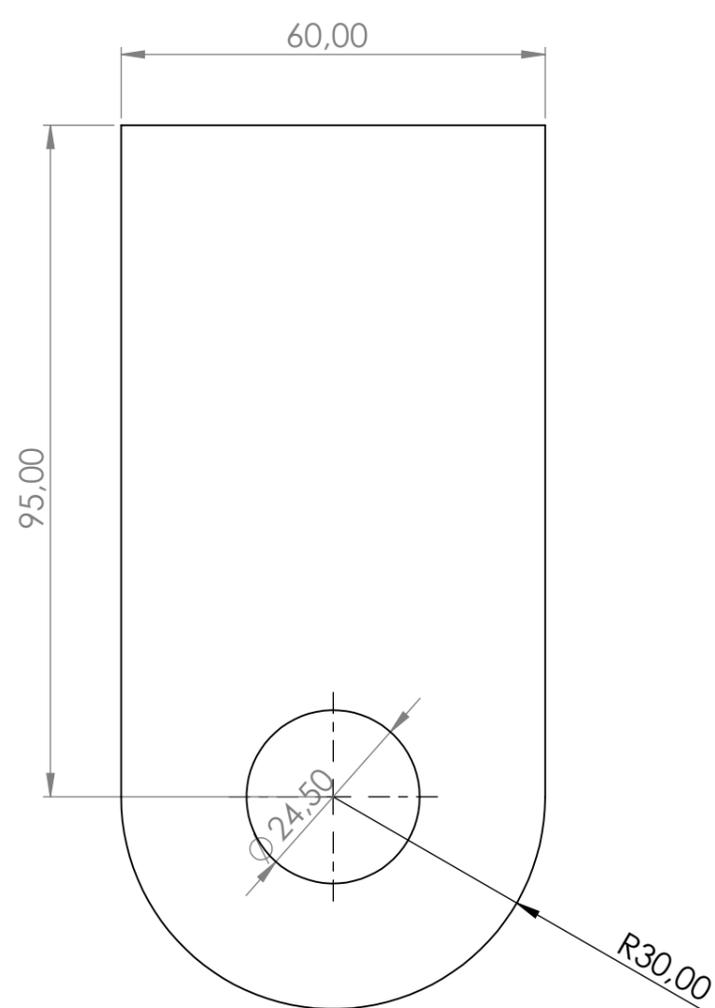
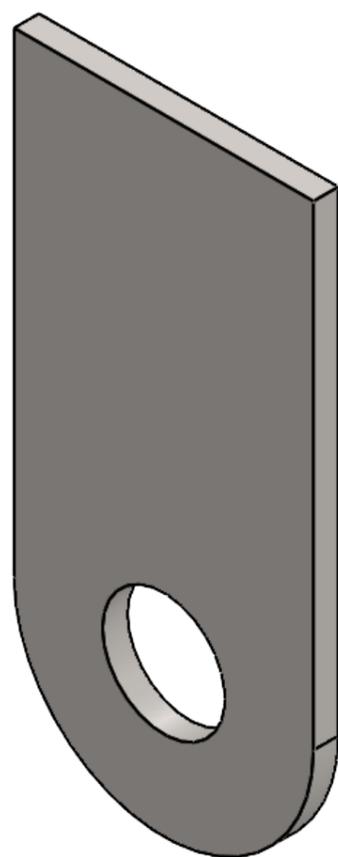
E

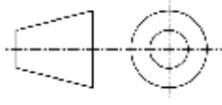
D

C

B

A



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: <p style="text-align: center;">1:1</p>	
	Material: <p style="text-align: center;">Acero S-275JR</p>	
Nombre: <p style="text-align: center;">Sergio Gimeno Llobregat</p>	Título Plano: <p style="text-align: center;">PF-09_ChapaSuperiorEjeGuia</p>	Tipo de pieza: <p style="text-align: center;">Chapa metálica</p>
Fecha: <p style="text-align: center;">23/07/2022</p>	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: <p style="text-align: center;">Grado en Ingeniería Mecánica</p>	Dimensiones principales en: <p style="text-align: center;">mm</p>	Peso: <p style="text-align: center;">0,2kg</p>

5

4

3

2

1

8

7

6

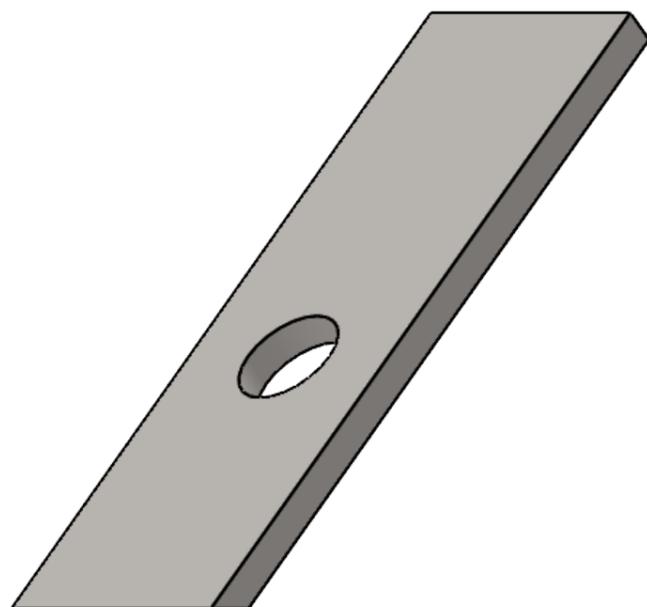
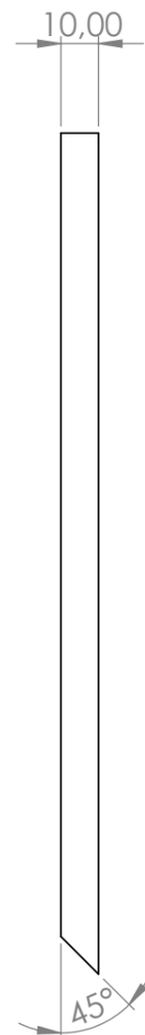
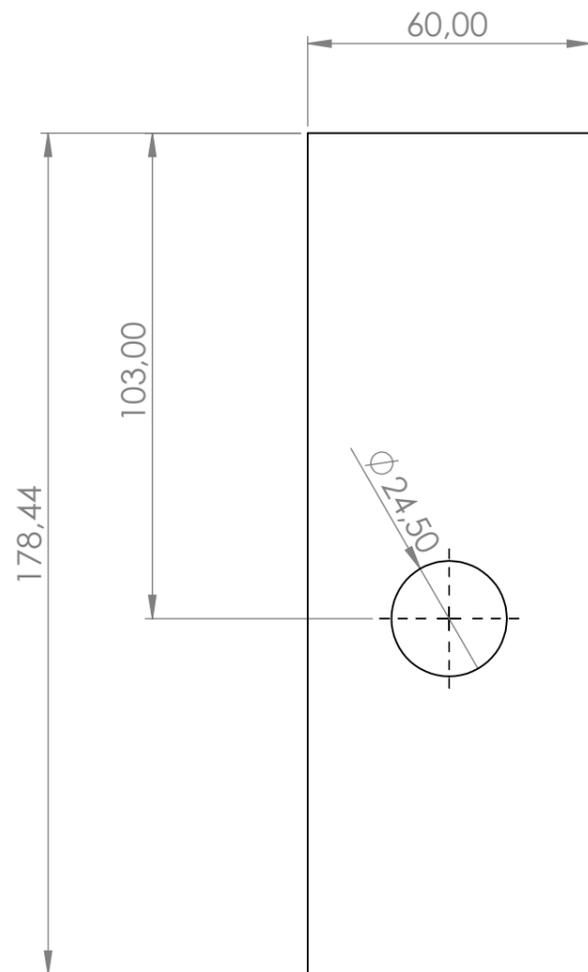
5

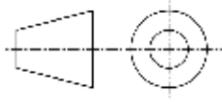
4

3

2

1



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: <p style="text-align: center;">1:1,5</p>	
	Material: <p style="text-align: center;">Acero S-275JR</p>	
Nombre: <p style="text-align: center;">Sergio Gimeno Llobregat</p>	Título Plano: <p style="text-align: center;">PF-10_ChapaInferiorEjeGuia</p>	Tipo de pieza: <p style="text-align: center;">Chapa metálica</p>
Fecha: <p style="text-align: center;">23/07/2022</p>	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: <p style="text-align: center;">Grado en Ingeniería Mecánica</p>	Dimensiones principales en: <p style="text-align: center;">mm</p>	Peso: <p style="text-align: center;">0,53kg</p>

5

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

C

B

B

A

A

8

7

6

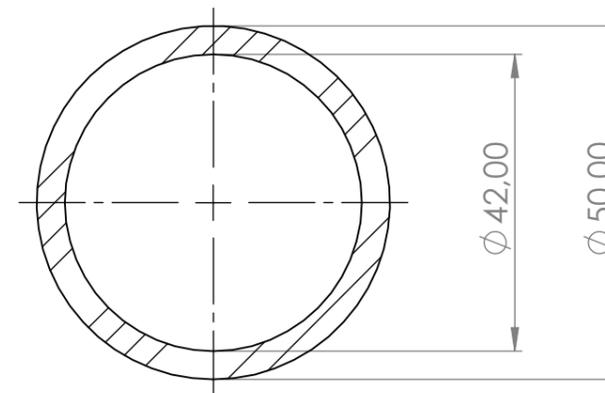
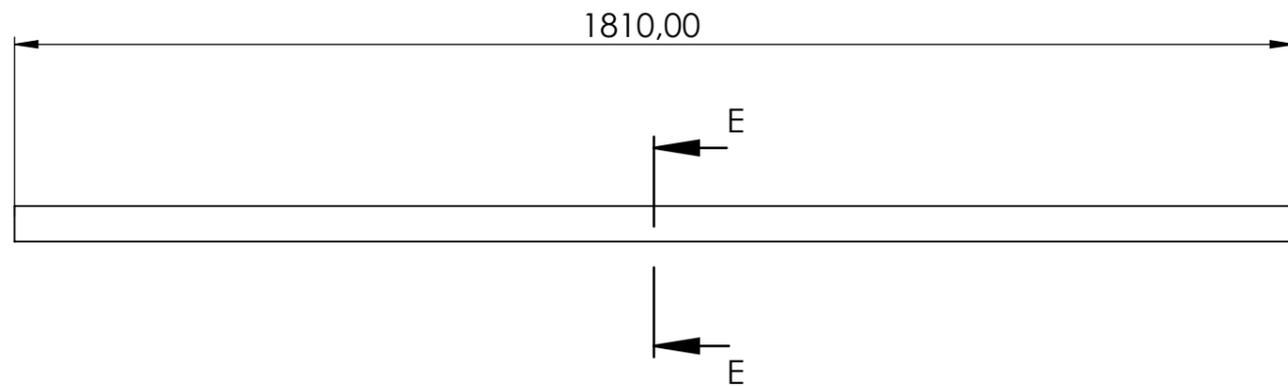
5

4

3

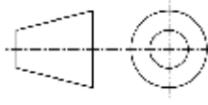
2

1



SECCIÓN E-E'
ESCALA 1:1



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: <p style="text-align: center;">1:10</p>	
	Material: <p style="text-align: center;">Acero S-275JR</p>	
Nombre: <p style="text-align: center;">Sergio Gimeno Llobregat</p>	Título Plano: <p style="text-align: center;">PF-11_EjeGuia</p>	Tipo de pieza: Perfil de dimensiones 50x4
Fecha: <p style="text-align: center;">23/07/2022</p>	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRESA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: <p style="text-align: center;">Grado en Ingeniería Mecánica</p>	Dimensiones principales en: <p style="text-align: center;">mm</p>	Peso: <p style="text-align: center;">8,4kg</p>

5

4

3

2

1

4

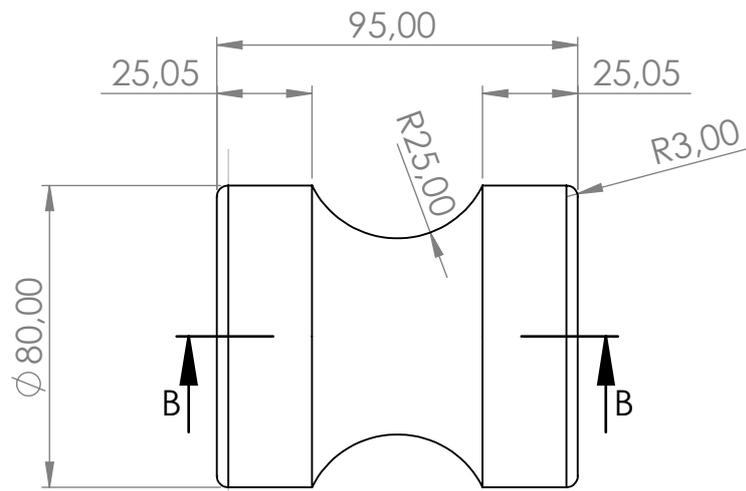
3

2

1

F

F

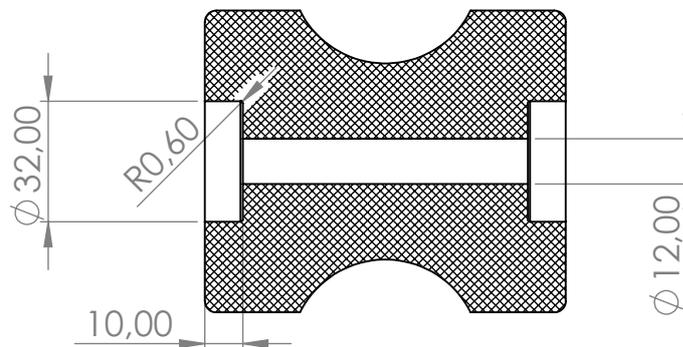


E

E

D

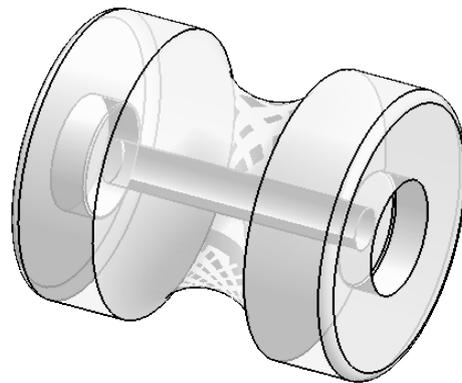
D



SECCIÓN B-B

C

C



B

B



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

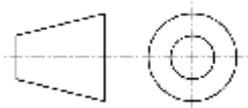
CAMPUS D'ALCOI

Escala principal:

1:2

Material:

Poliamida 6



Nombre:

Sergio Gimeno Llobregat

Título Plano:

PF-12_RuedaPoliamida

Tipo de pieza:

Rueda

Fecha:

23/07/2022

Título Proyecto:

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIÓN DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRESNA ANGULAR.

Tolerancias generales de medida según ISO-2678

Titulación:

Grado en Ingeniería Mecánica

Dimensiones principales en:

mm

Peso:

0,497kg

A

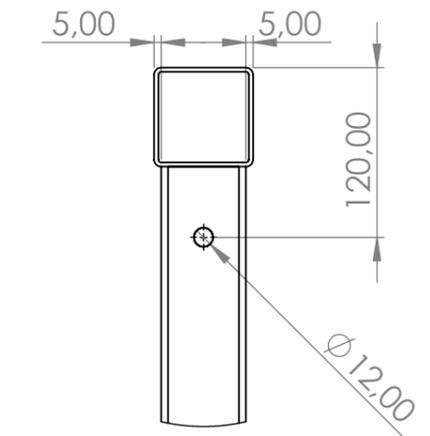
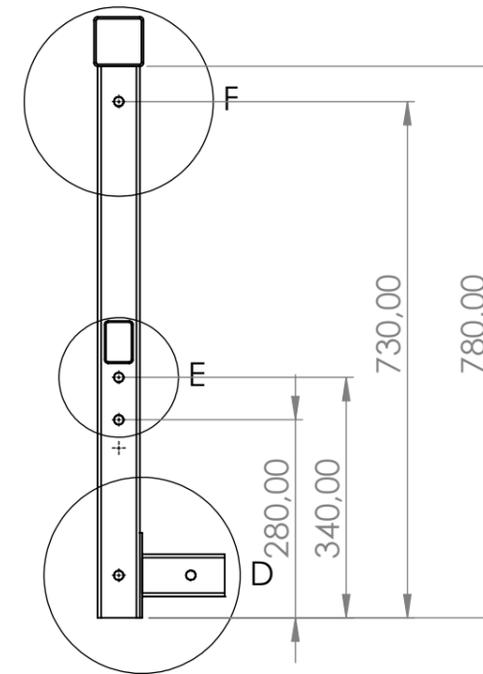
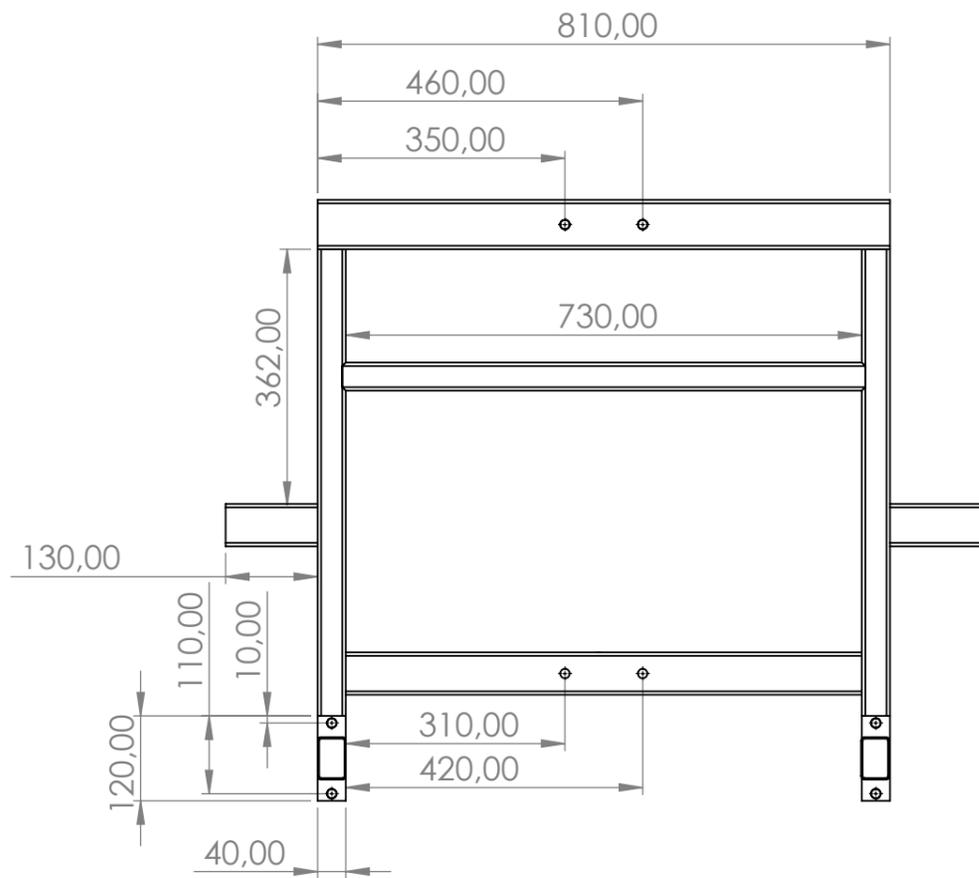
A

4

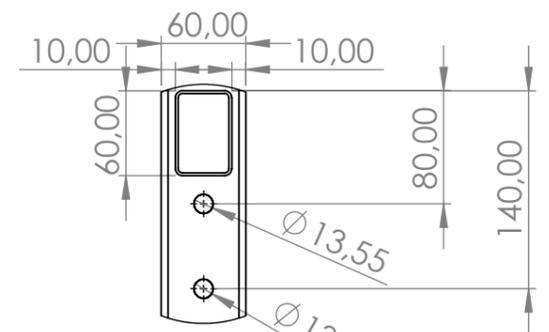
3

2

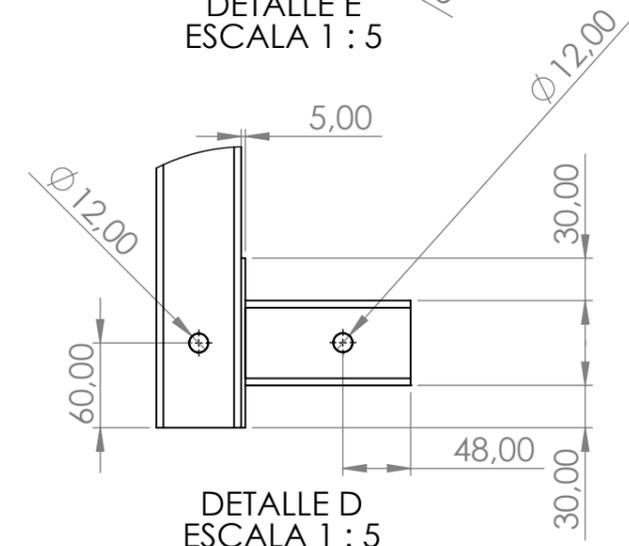
1



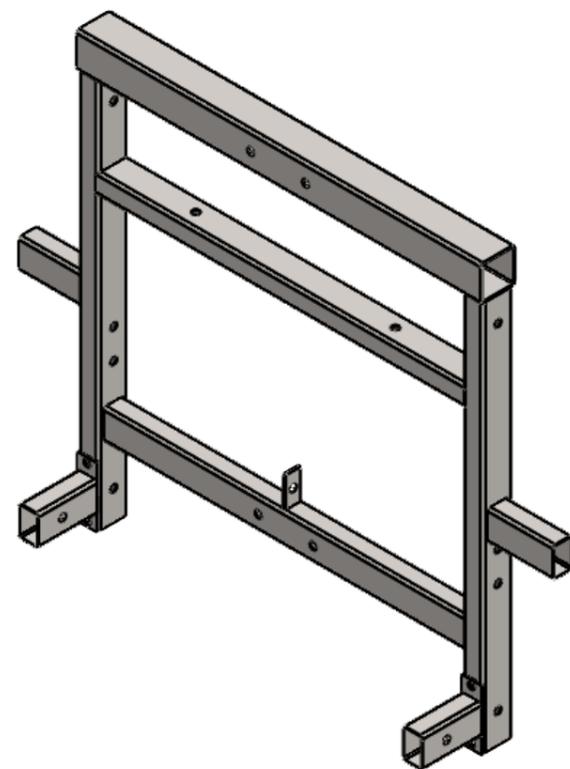
DETALLE F
ESCALA 1 : 5

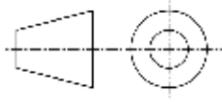


DETALLE E
ESCALA 1 : 5



DETALLE D
ESCALA 1 : 5



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: 1:10	
	Material: Acero S-275JR	
Nombre: Sergio Gimeno Llobregat	Título Plano: PF-13_CARRO	Tipo de pieza: Carro
Fecha: 23/07/2022	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIÓNAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica	Dimensiones principales en: mm	Peso: 17kg

8

7

6

5

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

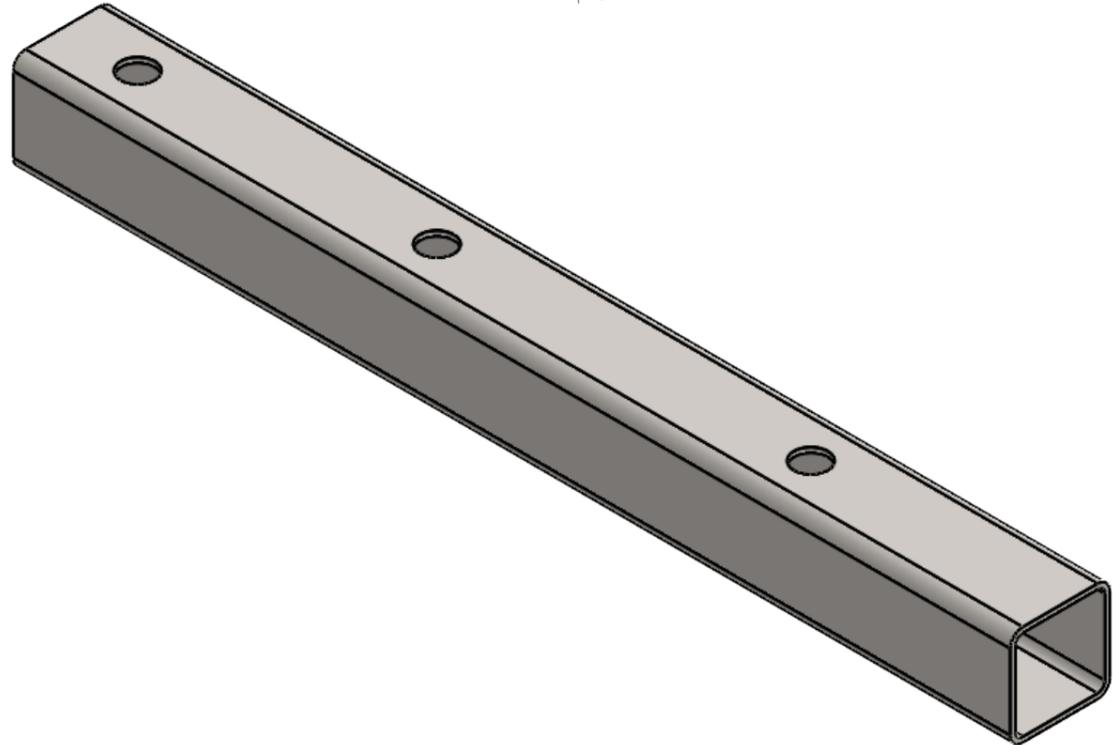
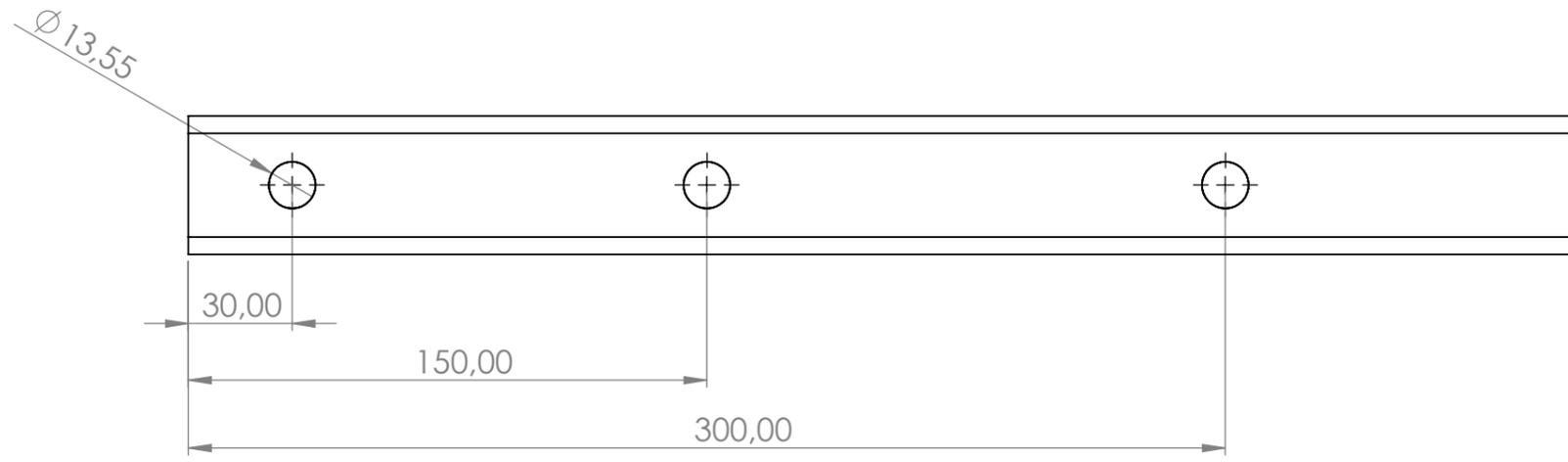
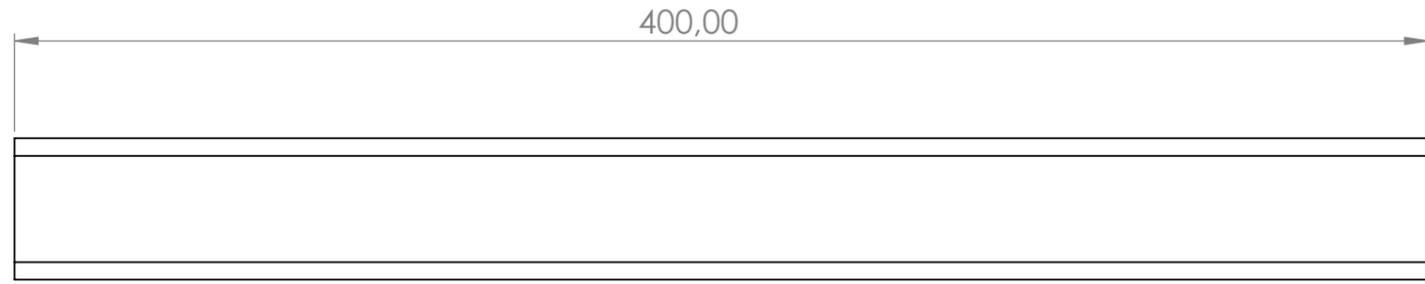
C

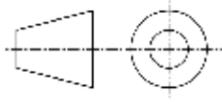
B

B

A

A



 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI</p>	<p>Escala principal:</p> <p>1:2</p>	
	<p>Material:</p> <p>Acero S-275JR</p>	
<p>Nombre:</p> <p>Sergio Gimeno Llobregat</p>	<p>Título Plano:</p> <p>PF-14_Hombreras</p>	<p>Tipo de pieza:</p> <p>Perfil de dimensiones 40x40x2</p>
<p>Fecha:</p> <p>23/07/2022</p>	<p>Título Proyecto:</p> <p><small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small></p>	<p>Tolerancias generales de medida según ISO-2678</p>
<p>Titulación:</p> <p>Grado en Ingeniería Mecánica</p>	<p>Dimensiones principales en:</p> <p>mm</p>	<p>Peso:</p> <p>0,89kg</p>

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

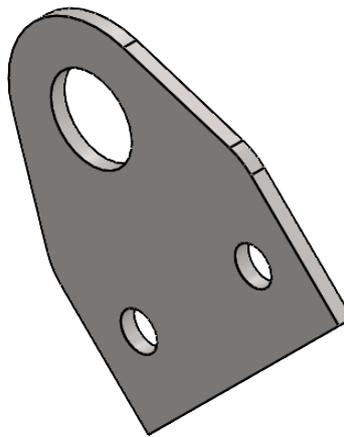
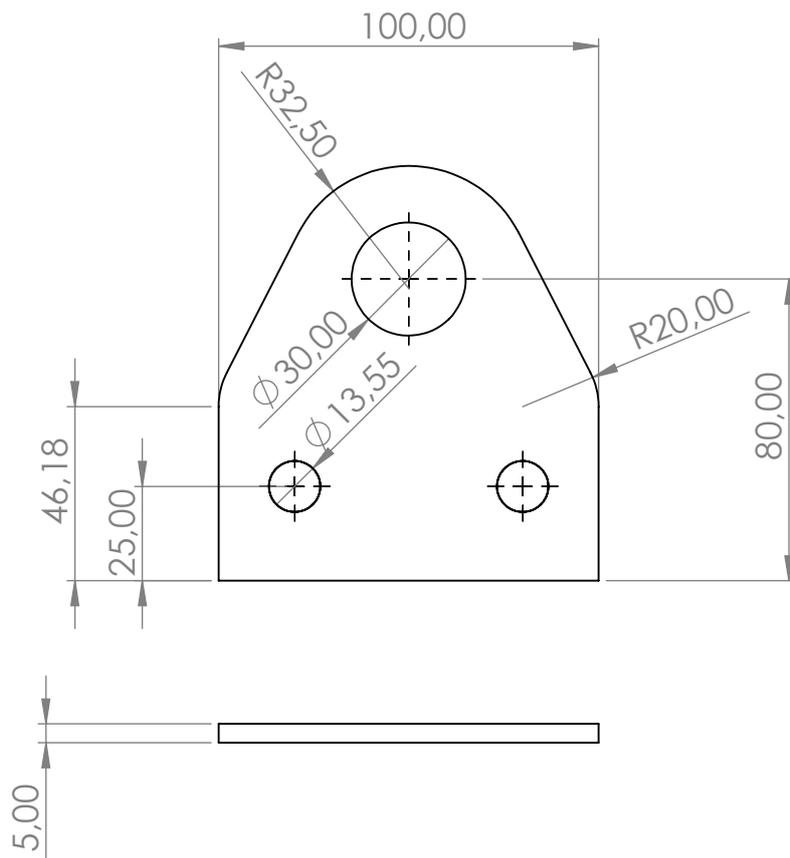
C

B

B

A

A



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

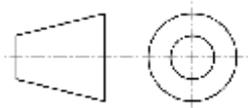
CAMPUS D'ALCOI

Escala principal:

1:2

Material:

Acero S-275JR



Nombre:

Sergio Gimeno Llobregat

Título Plano:

PF-15_Orejeta

Tipo de pieza:

Chapa metálica

Fecha:

23/07/2022

Título Proyecto:

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.

Tolerancias generales de medida según ISO-2678

Titulación:

Grado en Ingeniería Mecánica

Dimensiones principales en:

mm

Peso:

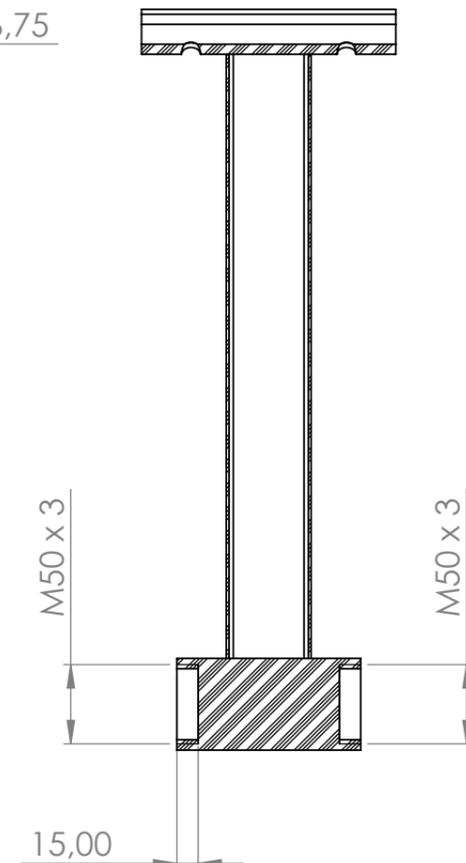
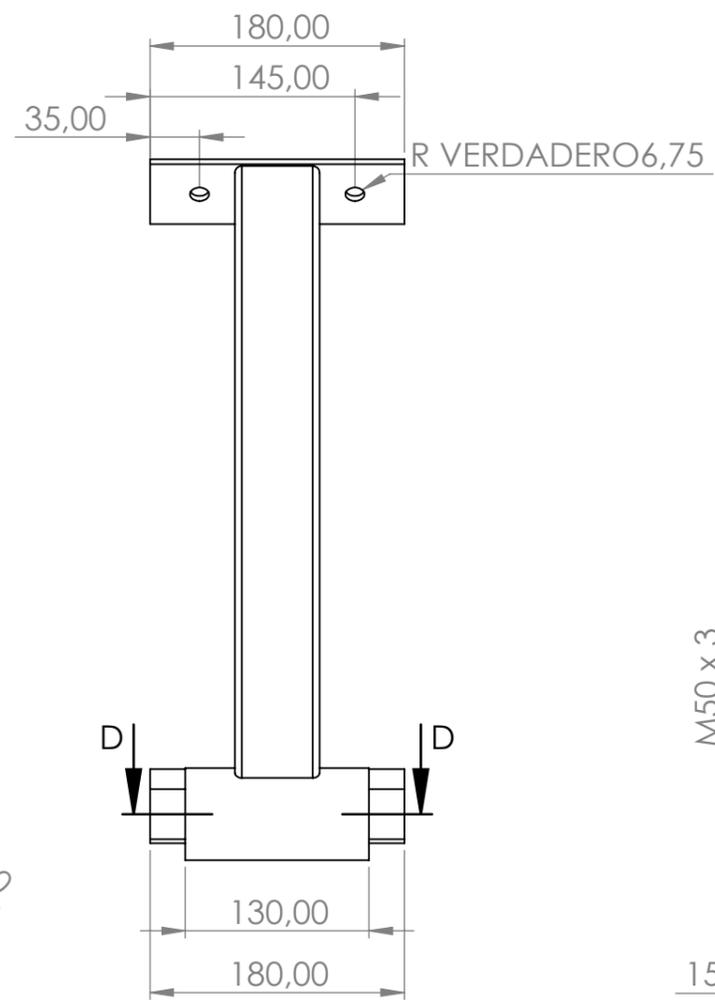
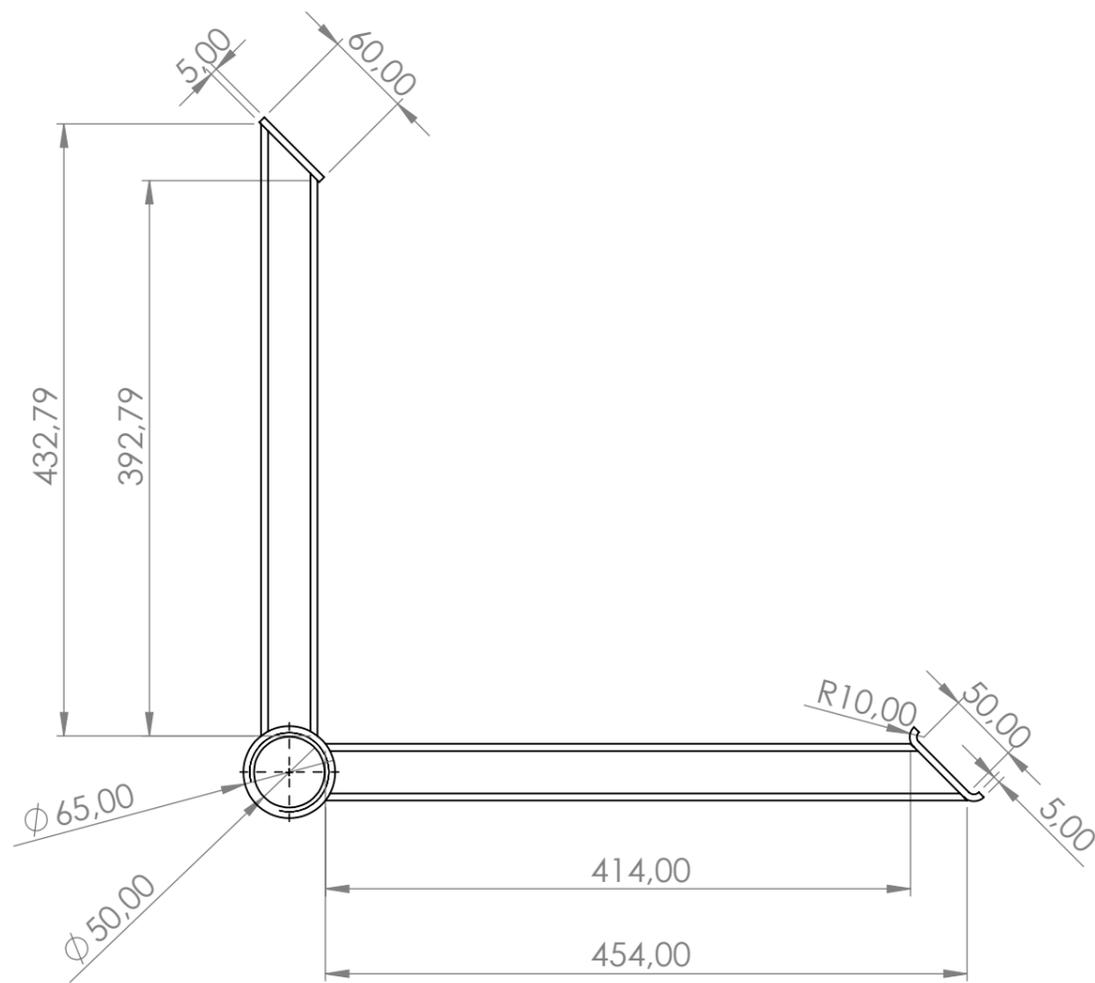
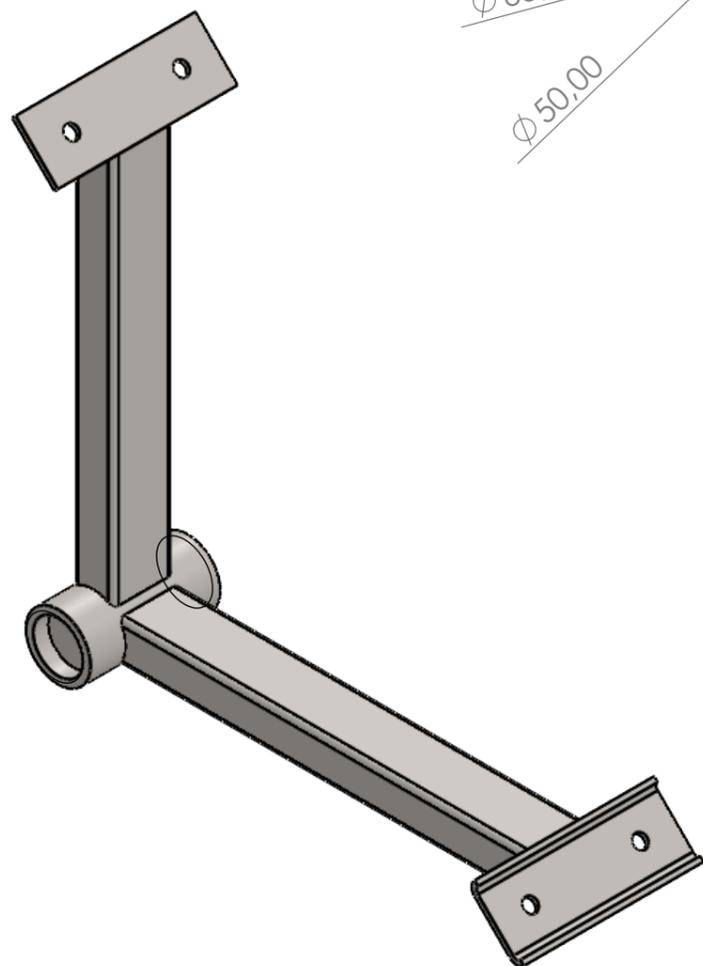
0,37kg

4

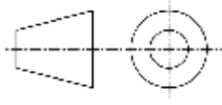
3

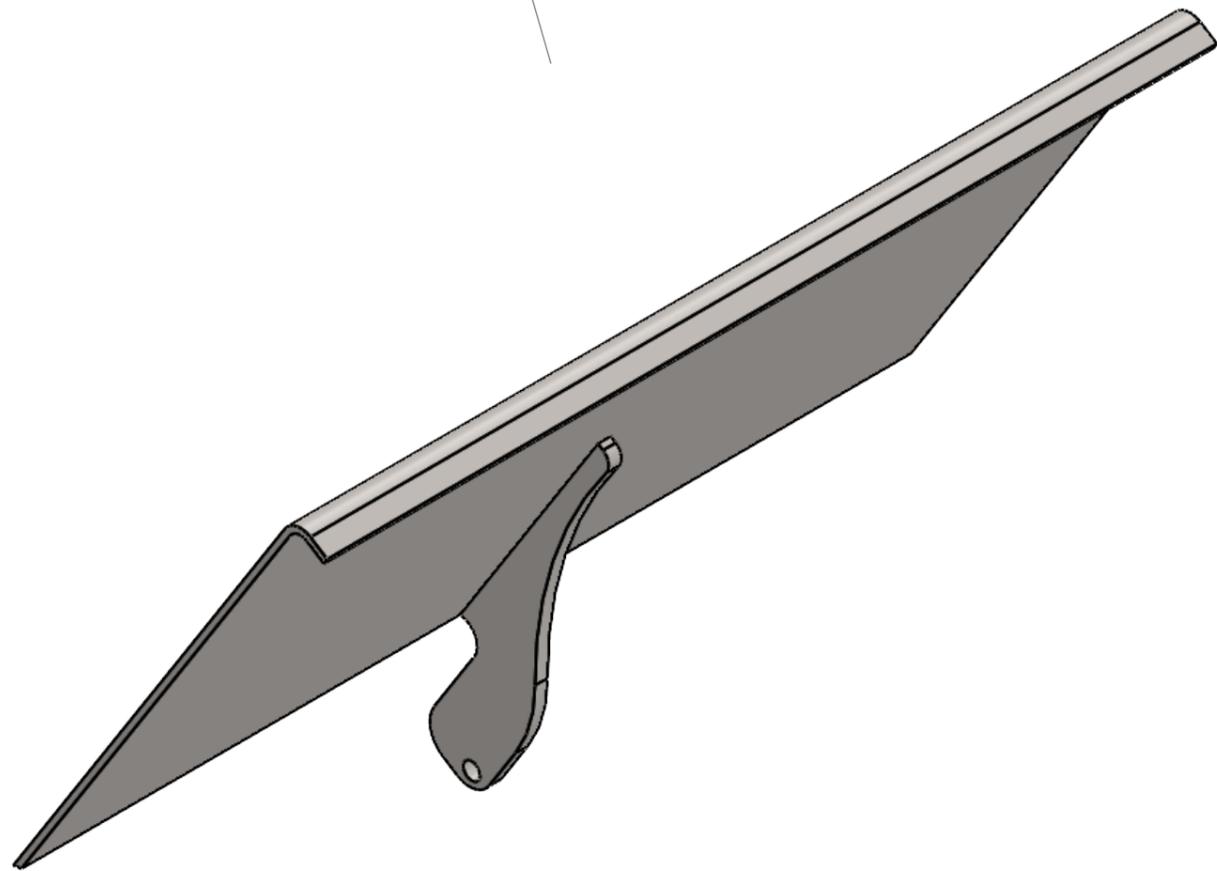
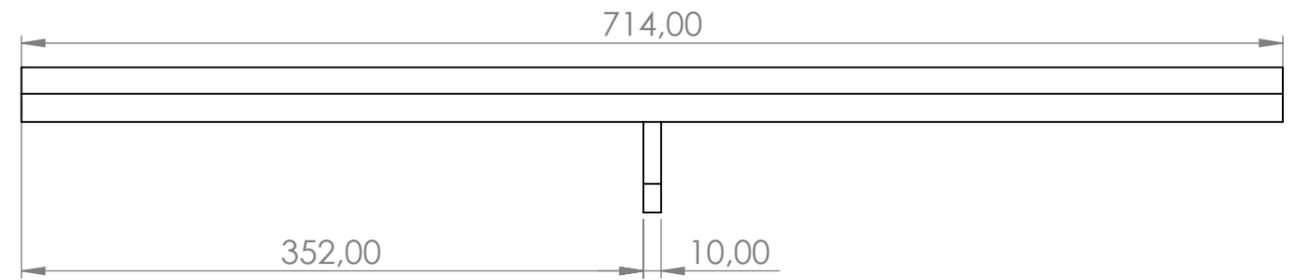
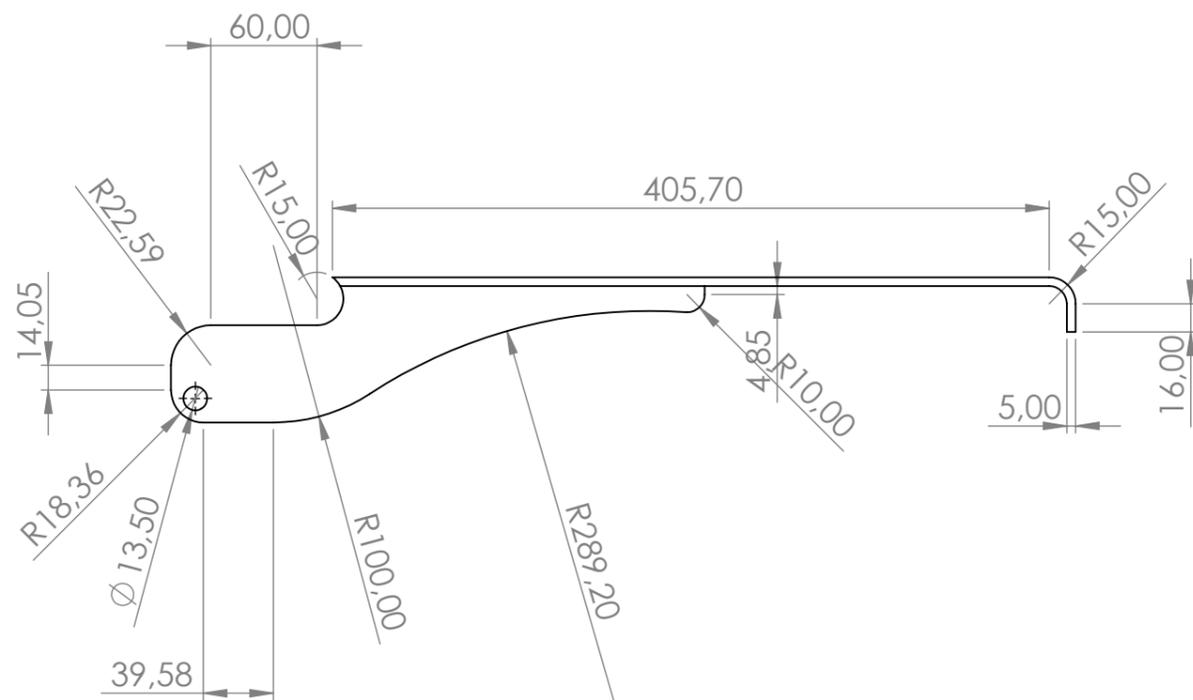
2

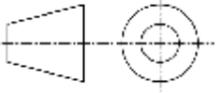
1



SECCIÓN D-D

 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI</p>	Escala principal: <p style="text-align: center;">1:5</p>	
	Material: <p style="text-align: center;">Acero S-275JR</p>	
Nombre: <p style="text-align: center;">Sergio Gimeno Llobregat</p>	Título Plano: <p style="text-align: center;">PF-16_SoporteEjes</p>	Tipo de pieza: Soldadura perfiles metálicos
Fecha: <p style="text-align: center;">23/07/2022</p>	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRESA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: <p style="text-align: center;">Grado en Ingeniería Mecánica</p>	Dimensiones principales en: <p style="text-align: center;">mm</p>	Peso: <p style="text-align: center;">6,25kg</p>



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: 1:4	
	Material: Acero S-275JR	
Nombre: Sergio Gimeno Llobregat	Título Plano: PF-17_PlafSup	Tipo de pieza: Chapa Metálica
Fecha: 23/07/2022	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIÓNAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica	Dimensiones principales en: mm	Peso: 13kg

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

C

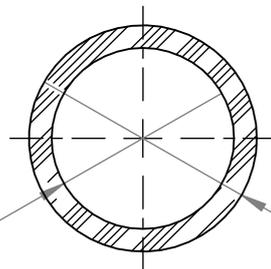
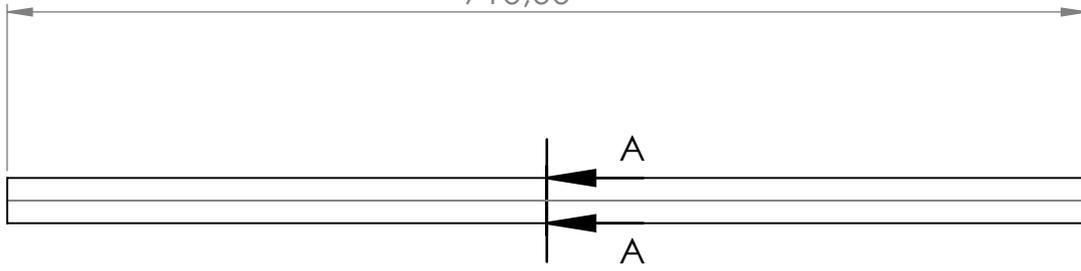
B

B

A

A

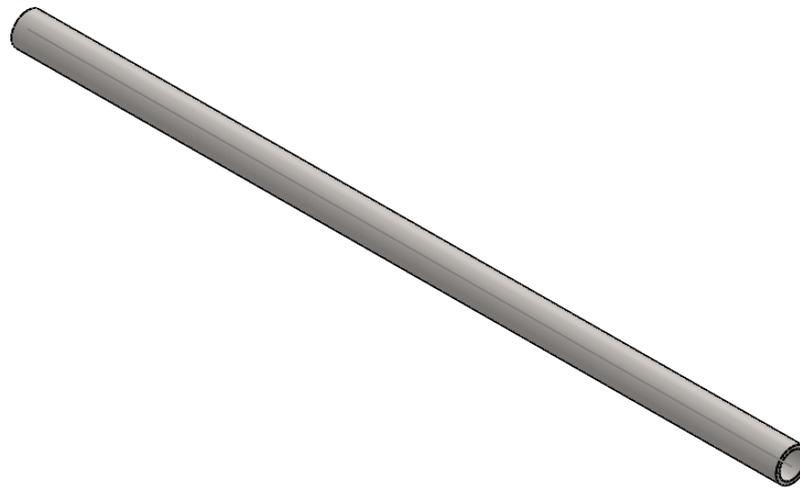
710,00



$\phi 24,00$

$\phi 30,00$

SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

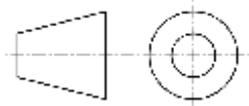
CAMPUS D'ALCOI

Escala principal:

1:5

Material:

Acero S-275JR



Nombre:

Sergio Gimeno Llobregat

Título Plano:

PF-18_EjePlatSup

Tipo de pieza:

Barra maciza

Fecha:

23/07/2022

Título Proyecto:

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIÓNAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.

Tolerancias generales de medida según ISO-2678

Titulación:

Grado en Ingeniería Mecánica

Dimensiones principales en:

mm

Peso:

1,5kg

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

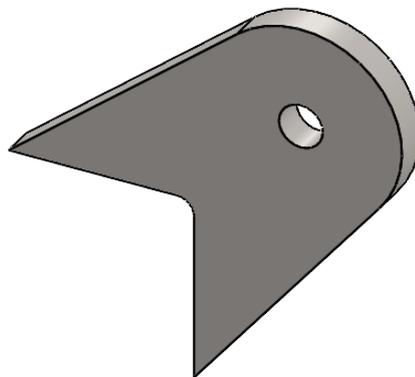
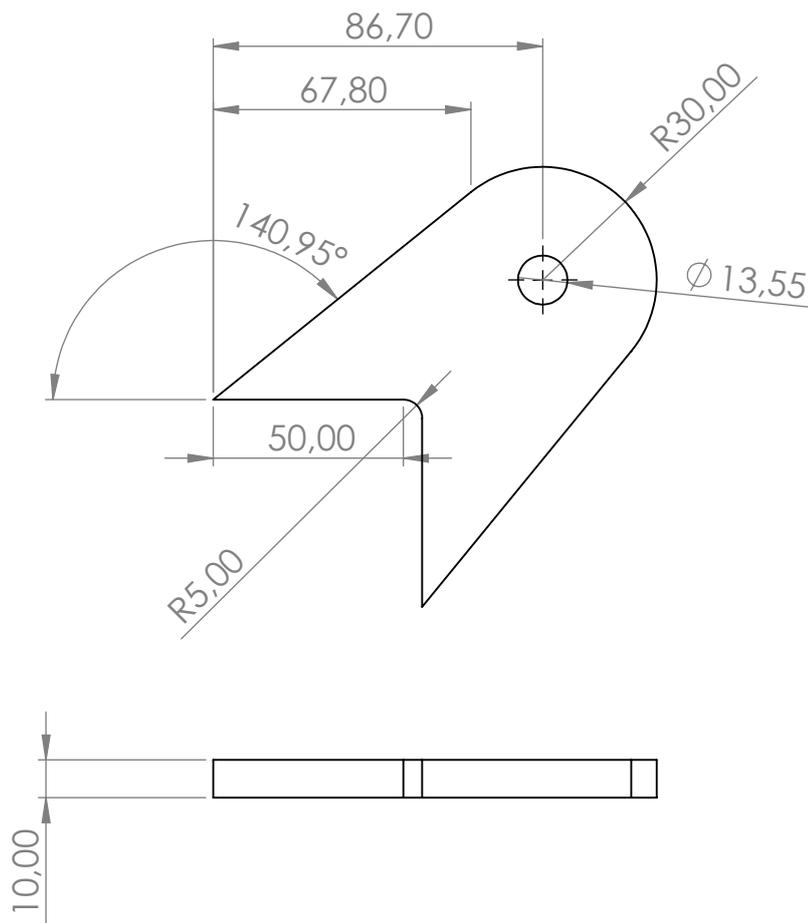
C

B

B

A

A



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

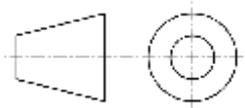
CAMPUS D'ALCOI

Escala principal:

1:2

Material:

Acero S-275JR



Nombre:

Sergio Gimeno Llobregat

Título Plano:

PF-19_ChapaPlatInf

Tipo de pieza:

Chapa metálica

Fecha:

23/07/2022

Título Proyecto:

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIÓNAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.

Tolerancias generales de medida según ISO-2678

Titulación:

Grado en Ingeniería Mecánica

Dimensiones principales en:

mm

Peso:

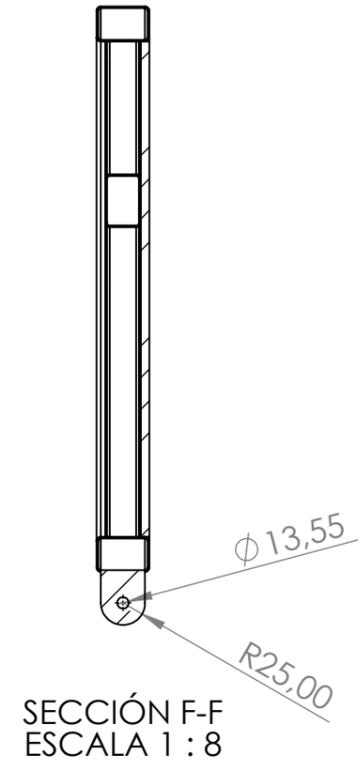
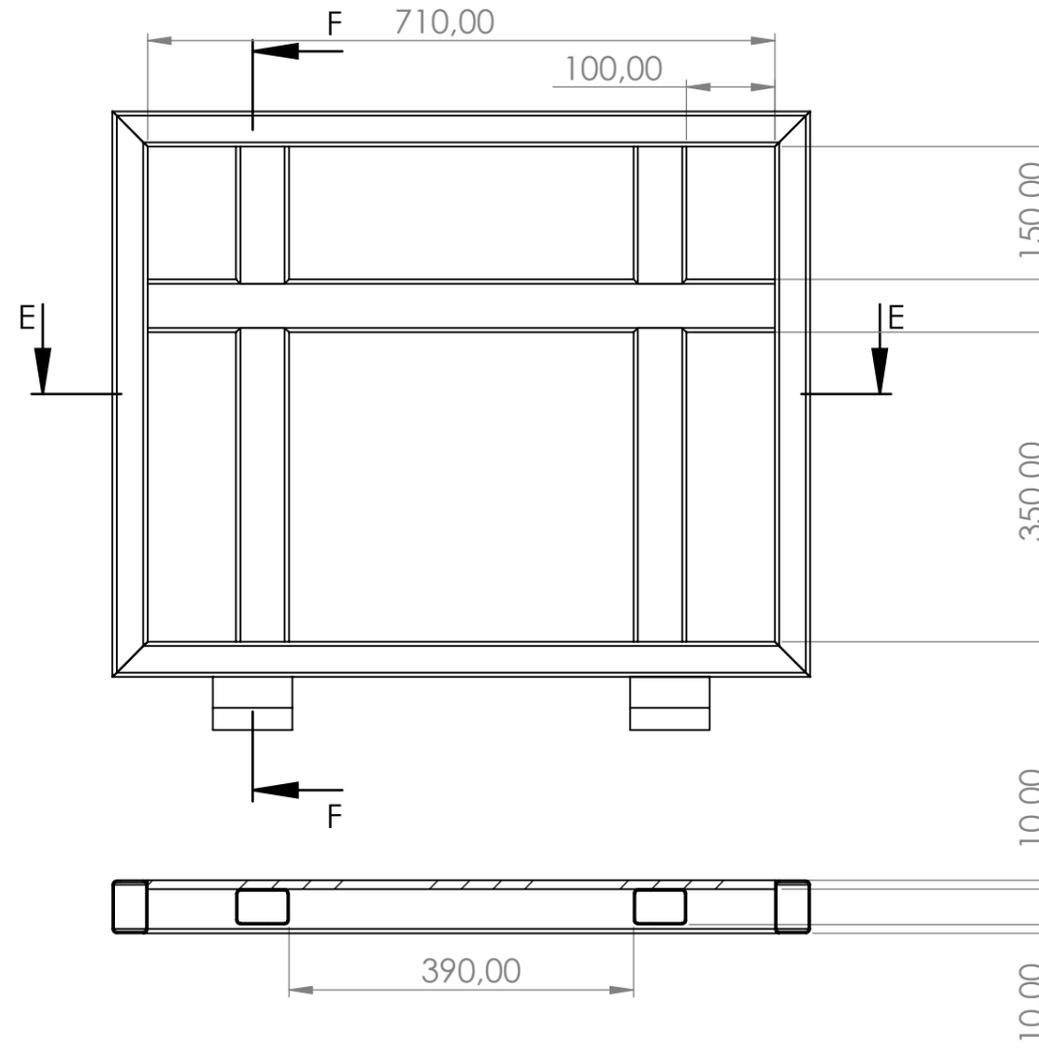
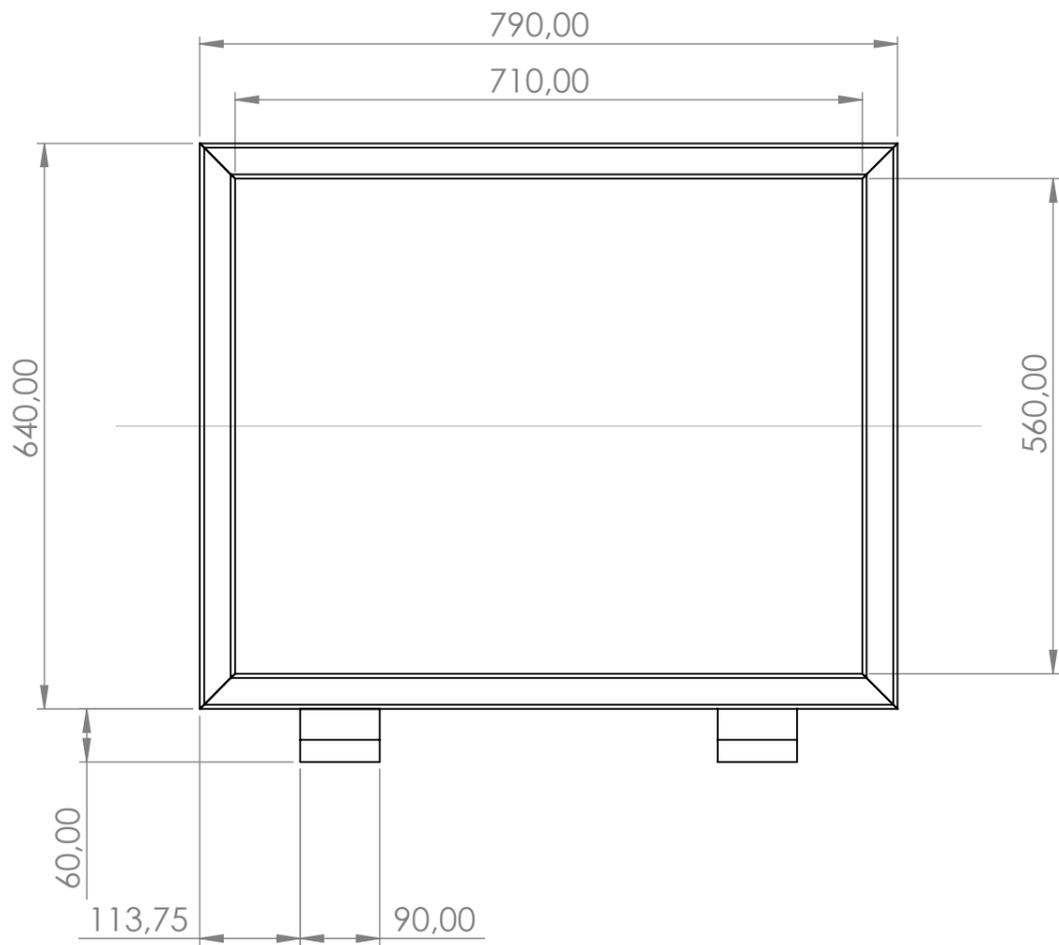
0,43kg

4

3

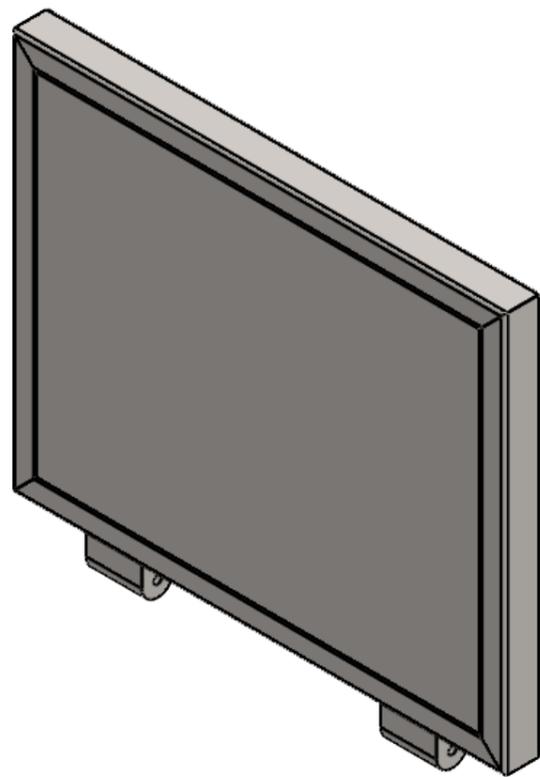
2

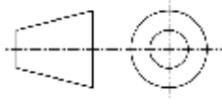
1



SECCIÓN E-E
ESCALA 1 : 8

SECCIÓN F-F
ESCALA 1 : 8



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: 1:8	
	Material: Acero S-275JR	
Nombre: Sergio Gimeno Llobregat	Título Plano: PF-20_PlafInf	Tipo de pieza: Unión de perfiles 60x40x2 por soldadura
Fecha: 23/07/2022	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-278
Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica	Dimensiones principales en: mm	Peso: 46kg

8

7

6

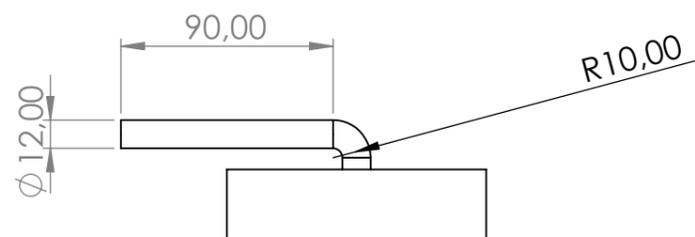
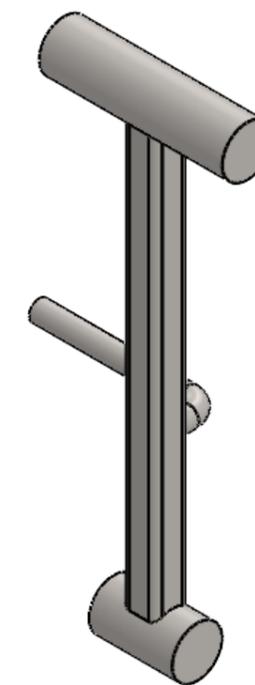
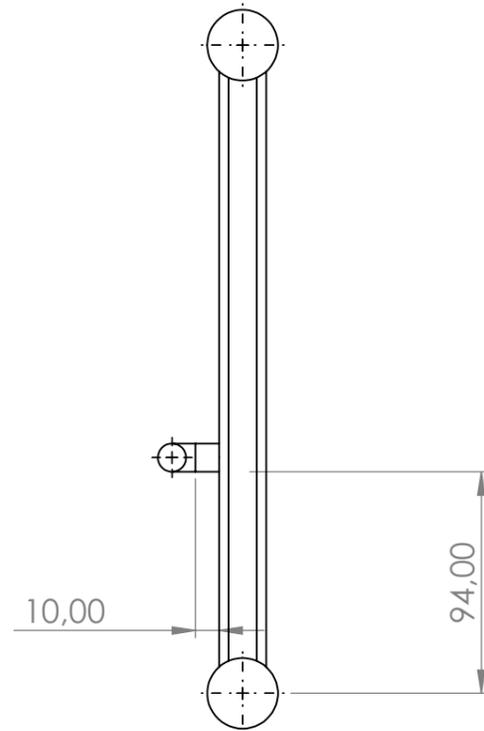
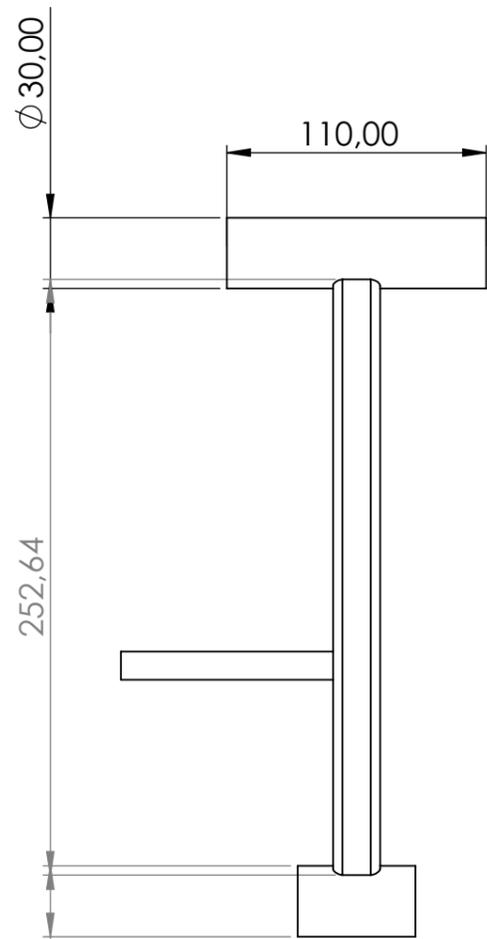
5

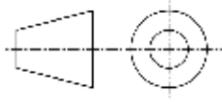
4

3

2

1



 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI</p>	<p>Escala principal:</p> <p>1:3</p>	
	<p>Material:</p> <p>Acero S-275JR</p>	
<p>Nombre:</p> <p>Sergio Gimeno Llobregat</p>	<p>Título Plano:</p> <p>PF-21_Regulación</p>	<p>Tipo de pieza:</p> <p>Unión de barras macizas y perfiles mediante soldadura</p>
<p>Fecha:</p> <p>23/07/2022</p>	<p>Título Proyecto:</p> <p><small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small></p>	<p>Tolerancias generales de medida según ISO-2678</p>
<p>Titulación:</p> <p>Grado en Ingeniería Mecánica</p>	<p>Dimensiones principales en:</p> <p>mm</p>	<p>Peso:</p> <p>1,25kg</p>

5

4

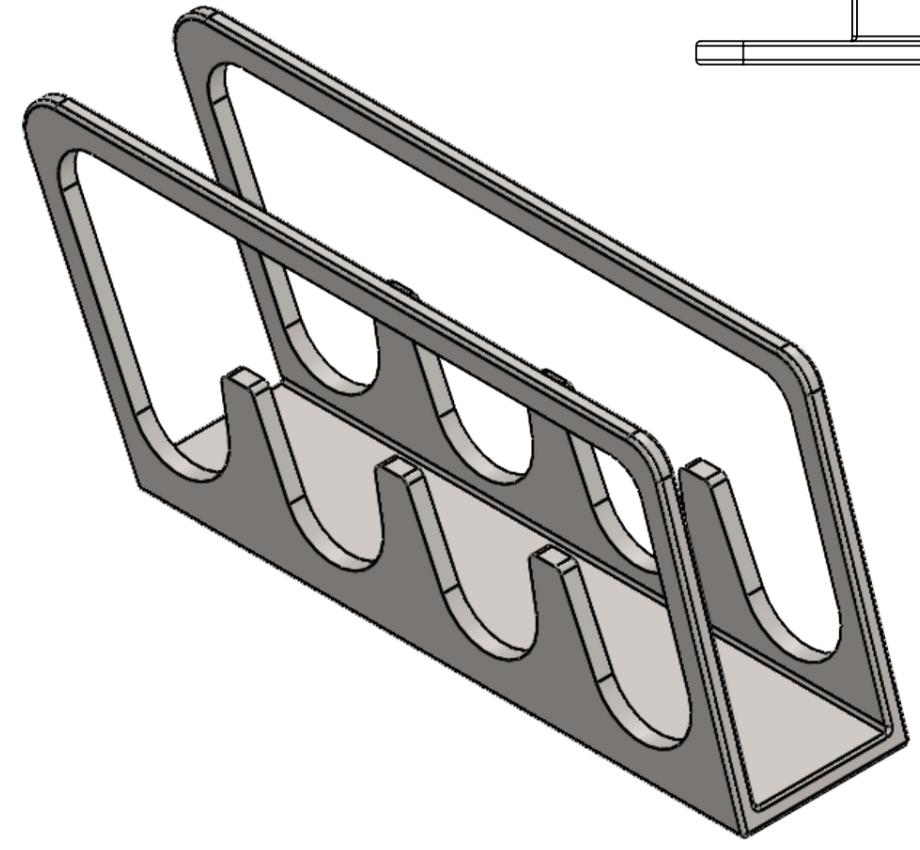
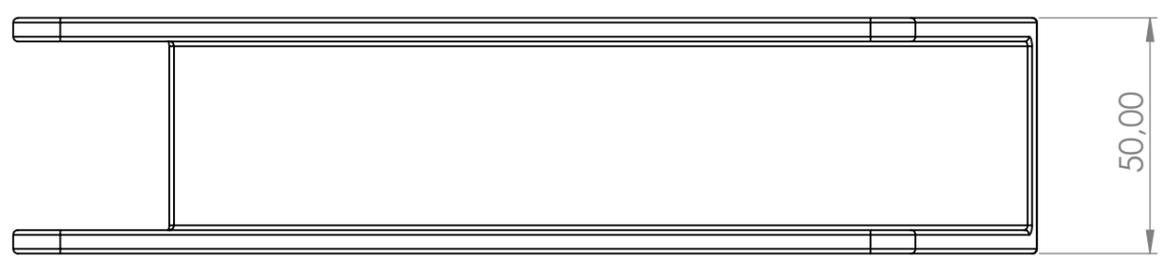
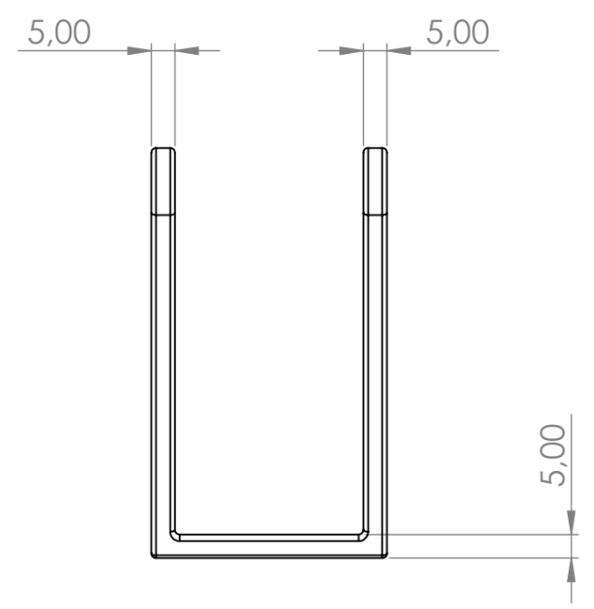
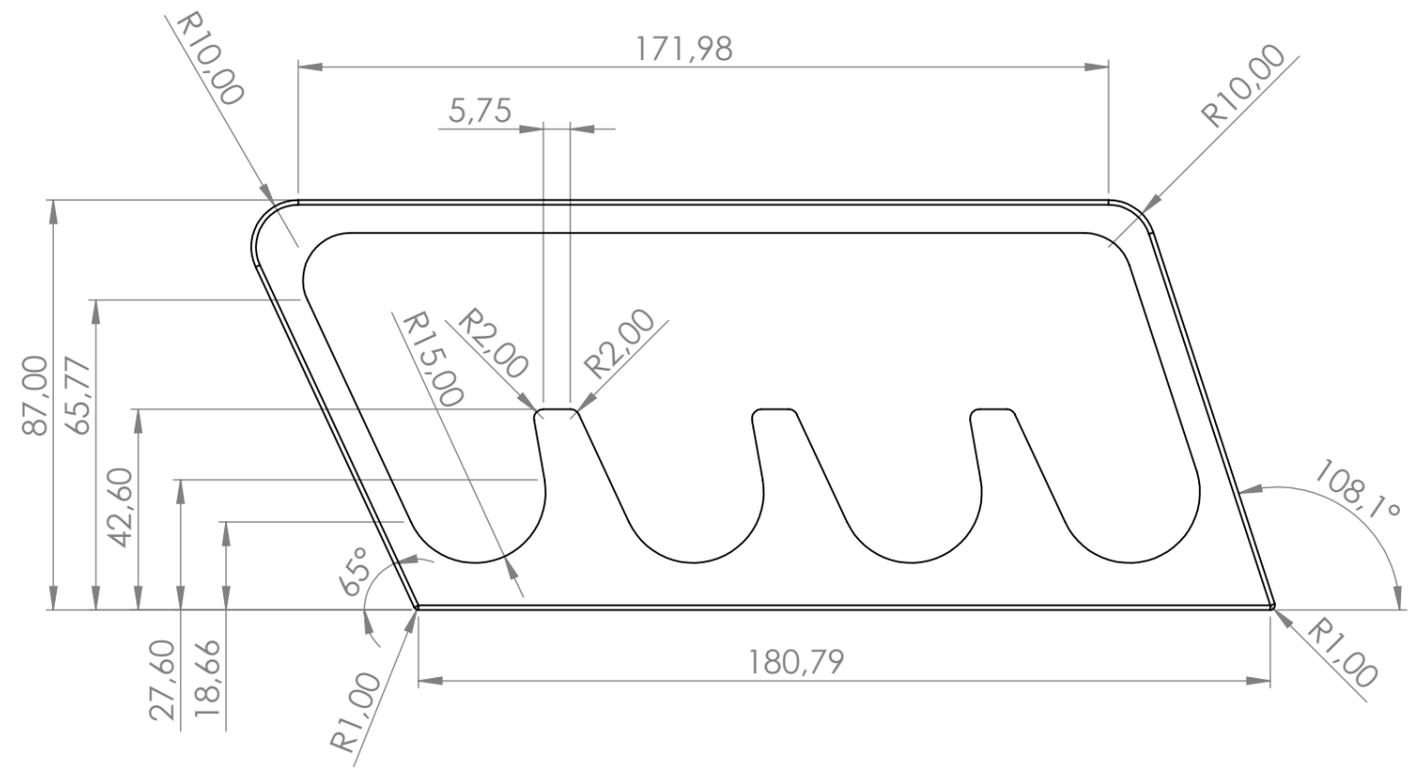
3

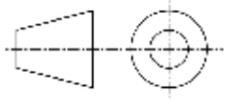
2

1

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A



 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p> <p>CAMPUS D'ALCOI</p>	Escala principal: <p style="text-align: center;">1:1,5</p>	
	Material: <p style="text-align: center;">Acero S-275JR</p>	
Nombre: <p style="text-align: center;">Sergio Gimeno Llobregat</p>	Título Plano: <p style="text-align: center;">PF-22_SeguridadRegulación</p>	Tipo de pieza: <p style="text-align: center;">Chapa metálica.</p>
Fecha: <p style="text-align: center;">23/07/2022</p>	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRESA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: <p style="text-align: center;">Grado en Ingeniería Mecánica</p>	Dimensiones principales en: <p style="text-align: center;">mm</p>	Peso: <p style="text-align: center;">0,75kg</p>

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

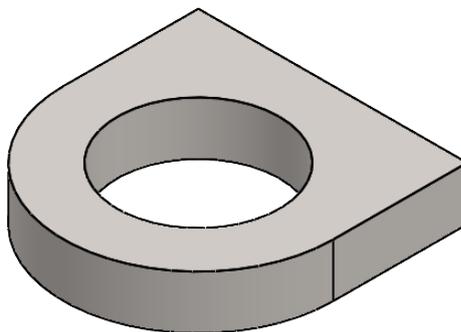
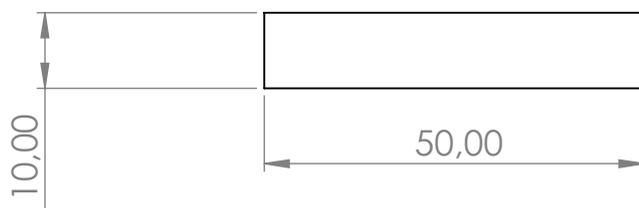
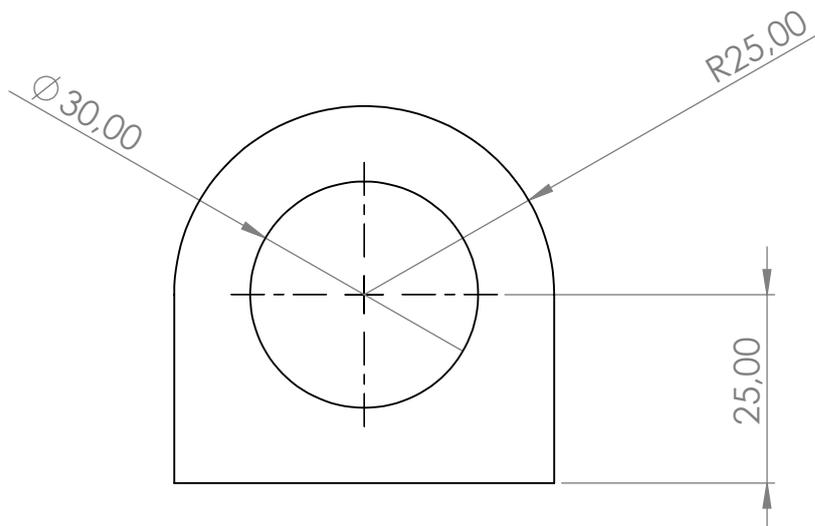
C

B

B

A

A



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

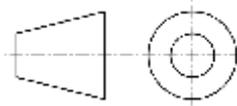
CAMPUS D'ALCOI

Escala principal:

1:1

Material:

Acero S-275JR



Nombre:

Sergio Gimeno Llobregat

Título Plano:

PF-23_ChapaBloqueos

Tipo de pieza:

Chapa metálica.

Fecha:

23/07/2022

Título Proyecto:

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIÓN DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.

Tolerancias generales de medida según ISO-2678

Titulación:

Grado en Ingeniería Mecánica

Dimensiones principales en:

mm

Peso:

0,12kg

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

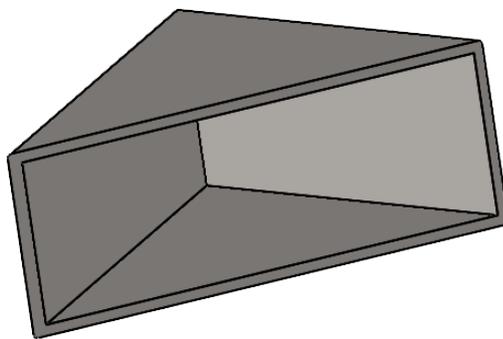
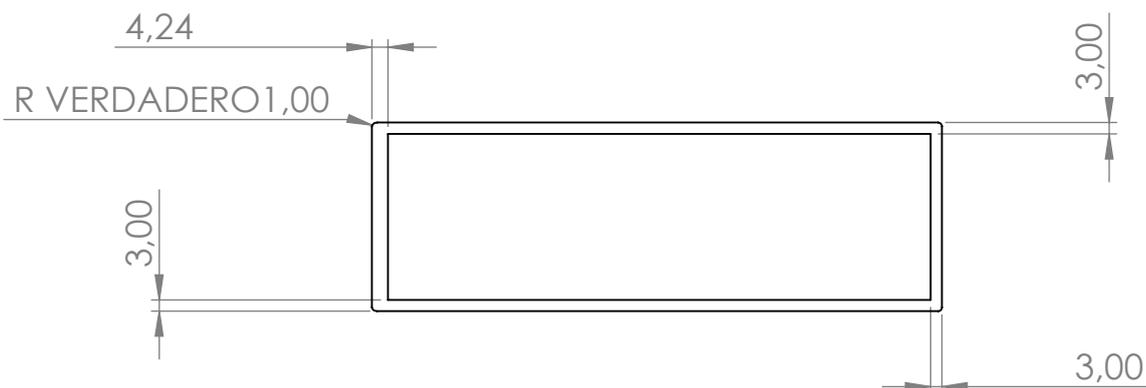
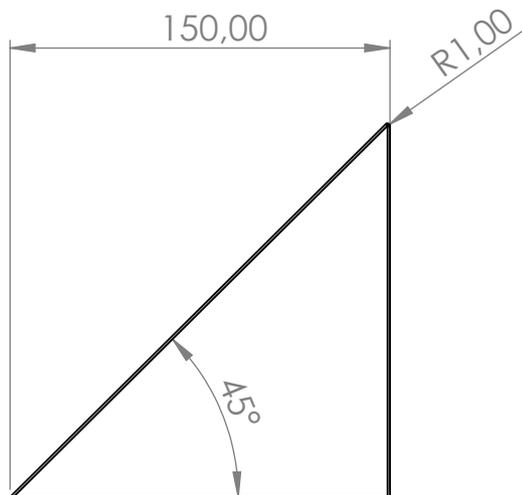
C

B

B

A

A



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

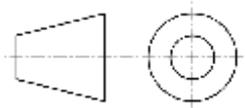
CAMPUS D'ALCOI

Escala principal:

1:2

Material:

Acero S-275JR



Nombre:

Sergio Gimeno Llobregat

Título Plano:

PF-25_ApoyoBloqueo

Tipo de pieza:

Chapa metálica.

Fecha:

23/07/2022

Título Proyecto:

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIÓNAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRESNA ANGULAR.

Tolerancias generales de medida según ISO-2678

Titulación:

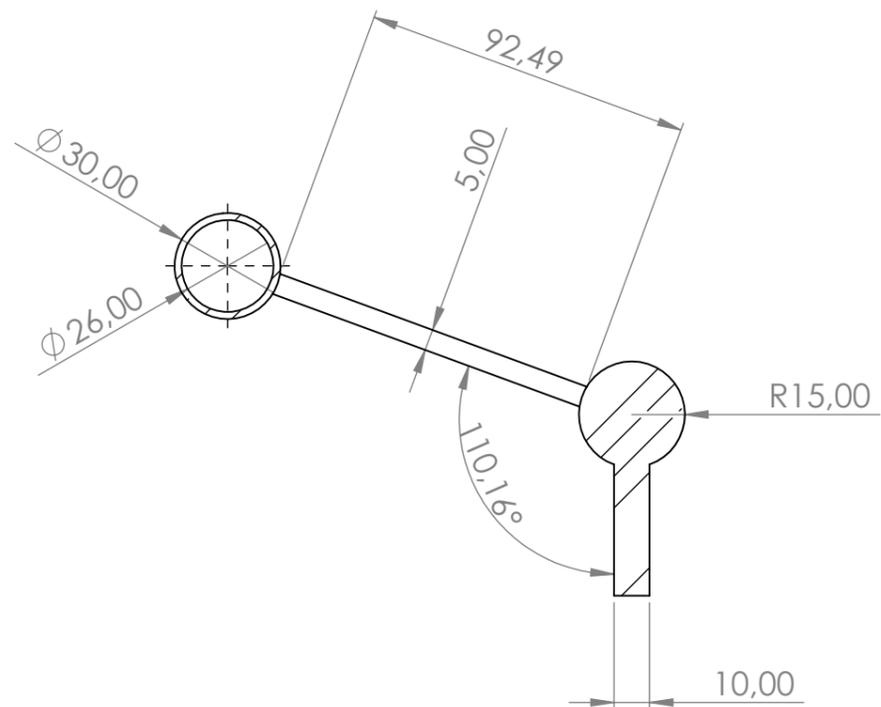
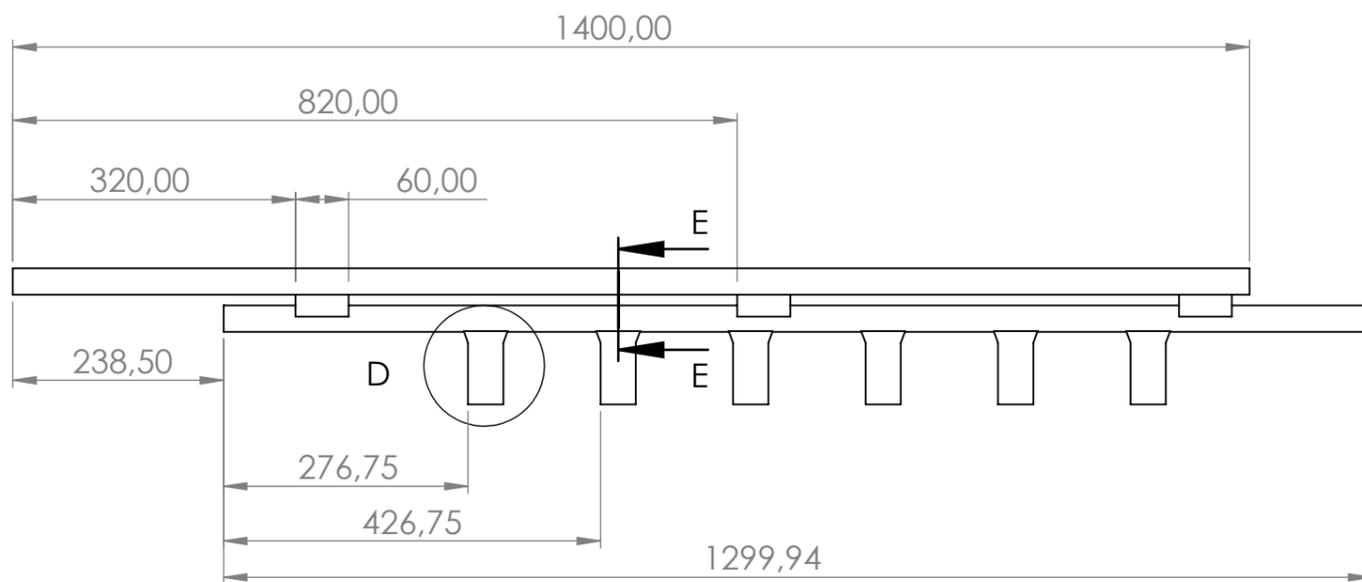
Grado en Ingeniería Mecánica

Dimensiones principales en:

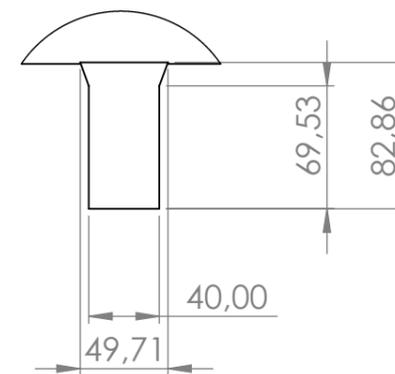
mm

Peso:

0,88kg

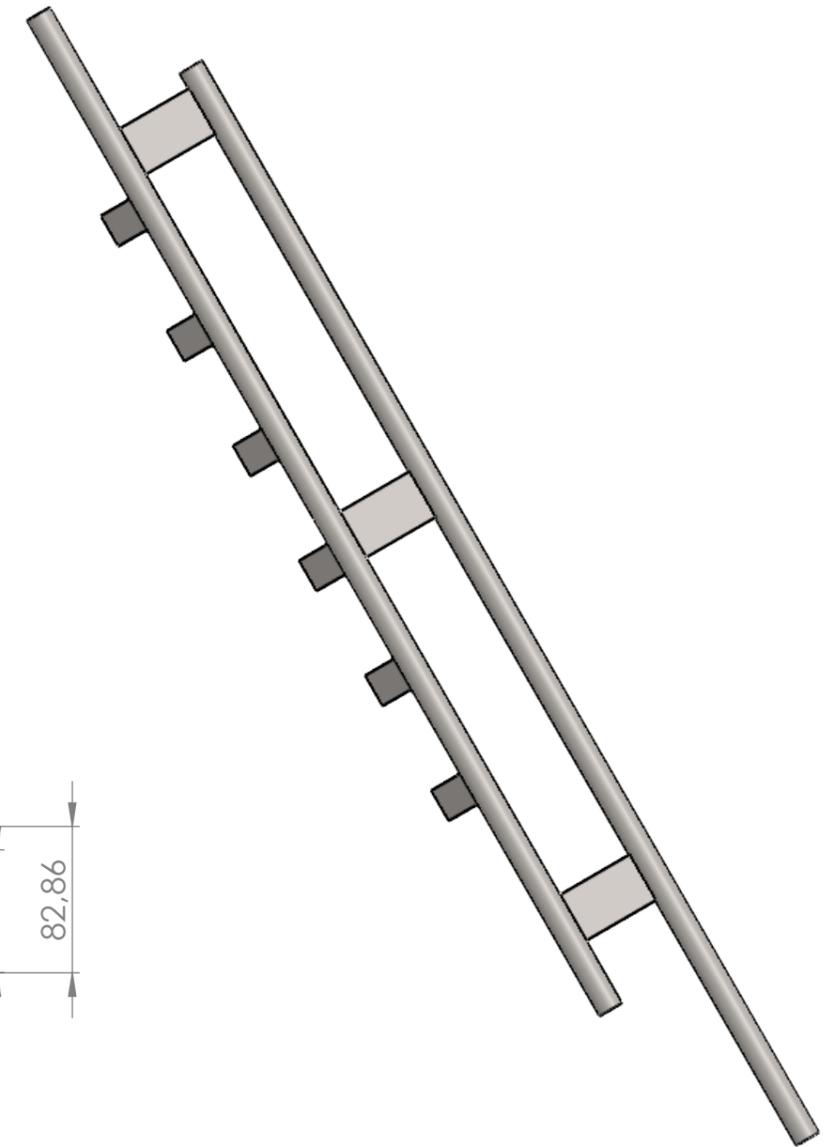


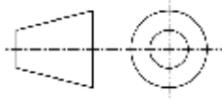
SECCIÓN E-E
ESCALA 1 : 2

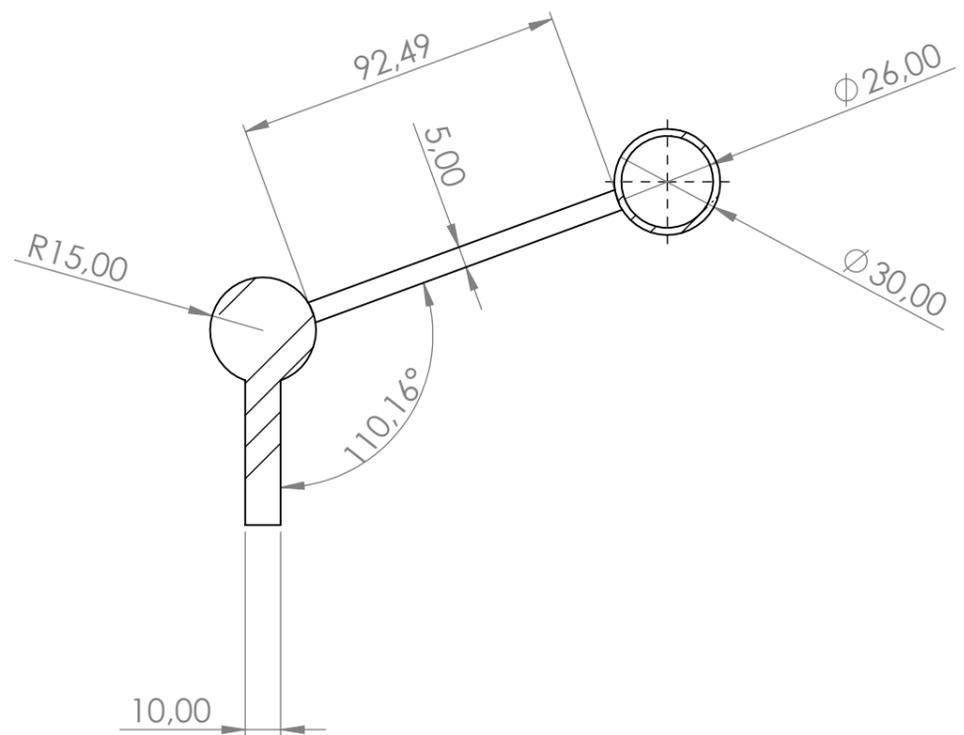
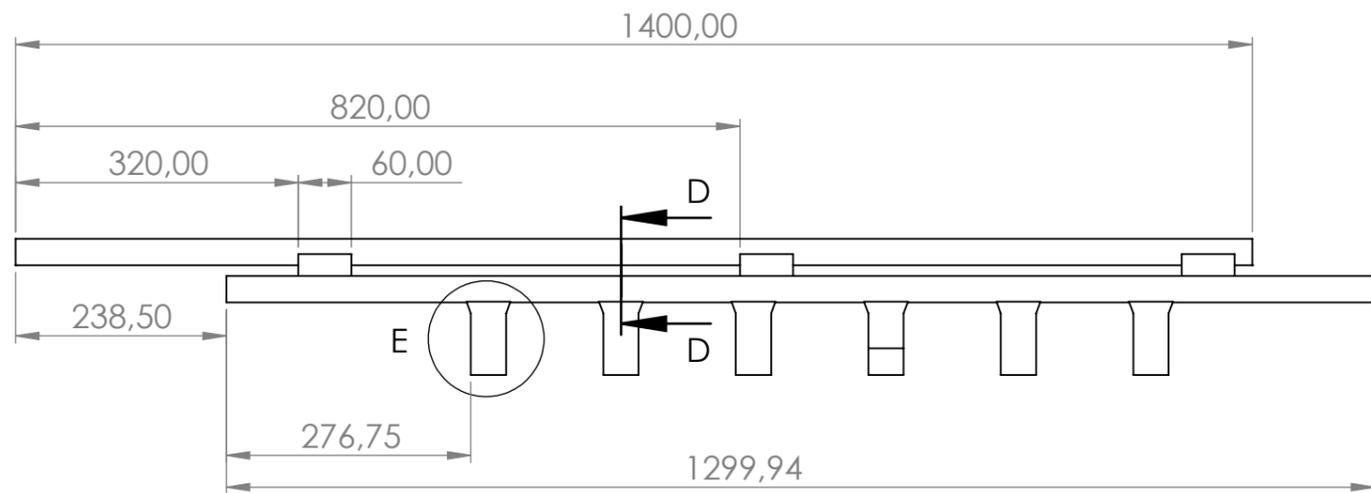


DETALLE D
[dimensiones chapa de seguridad]

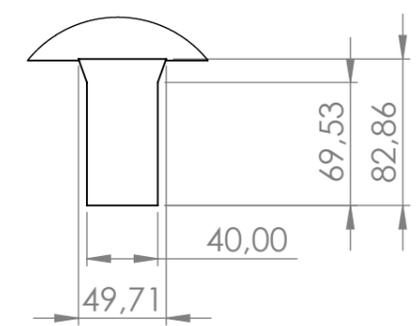
ESCALA 1 : 4



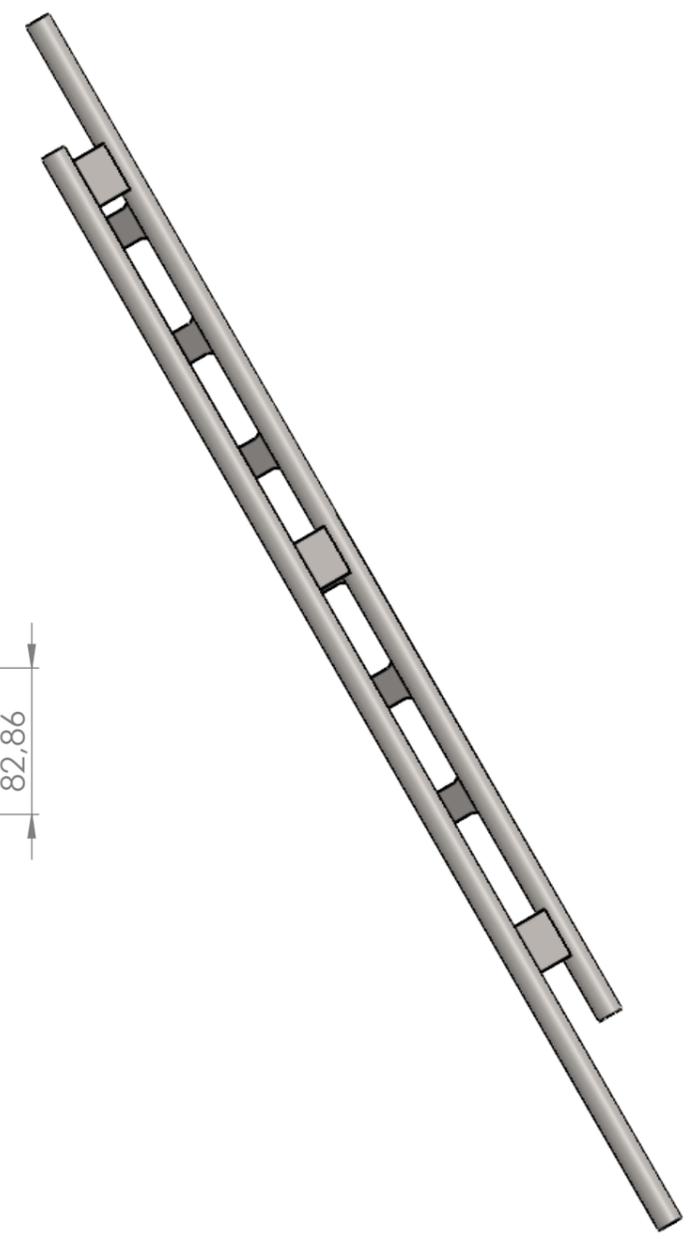
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: <p style="text-align: center;">1:8</p>	
	Material: <p style="text-align: center;">Acero S-275JR</p>	
Nombre: <p style="text-align: center;">Sergio Gimeno Llobregat</p>	Título Plano: <p style="text-align: center;">PF-25_BloqueoLateralDerecha</p>	Tipo de pieza: Unión de perfiles y chapas mediante soldadura
Fecha: <p style="text-align: center;">23/07/2022</p>	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIÓNAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: <p style="text-align: center;">Grado en Ingeniería Mecánica</p>	Dimensiones principales en: <p style="text-align: center;">mm</p>	Peso: <p style="text-align: center;">11,4kg</p>

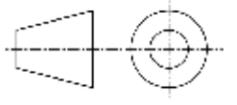


SECCIÓN D-D
ESCALA 1 : 2



DETALLE E
ESCALA 1 : 4



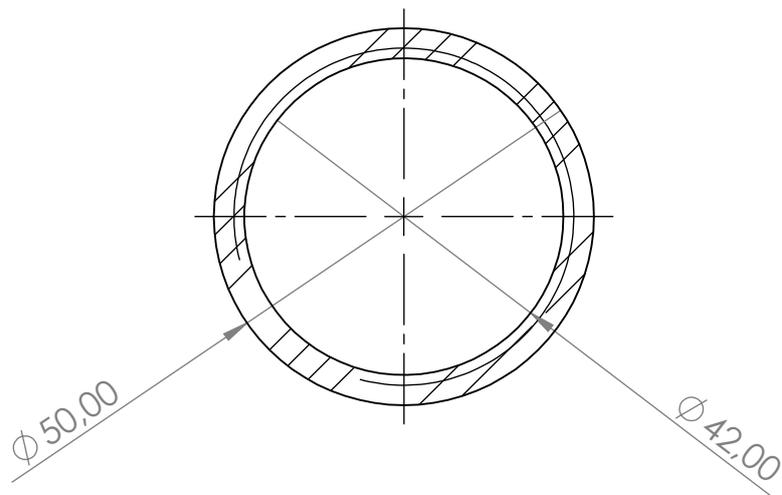
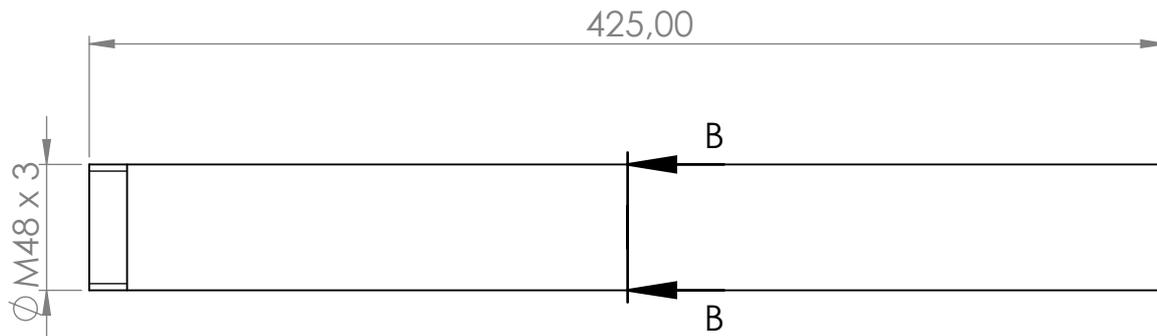
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: <p style="text-align: center;">1:8</p>	
	Material: <p style="text-align: center;">Acero S-275JR</p>	
Nombre: <p style="text-align: center;">Sergio Gimeno Llobregat</p>	Título Plano: <p style="text-align: center;">PF-26_BloqueoLaterallzquierda</p>	Tipo de pieza: Unión de perfiles y chapas mmediante soldadura.
Fecha: <p style="text-align: center;">23/07/2022</p>	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-2678
Titulación: <p style="text-align: center;">Grado en Ingeniería Mecánica</p>	Dimensiones principales en: <p style="text-align: center;">mm</p>	Peso: <p style="text-align: center;">11,4kg</p>

4

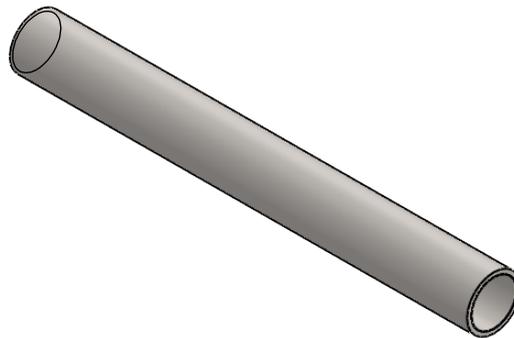
3

2

1



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 1



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

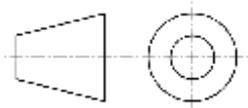
CAMPUS D'ALCOI

Escala principal:

1:3

Material:

Acero S-275JR



Nombre:

Sergio Gimeno Llobregat

Título Plano:

PF-27_EjeCarga

Tipo de pieza:

Perfil de dimensiones 50x4.

Fecha:

23/07/2022

Título Proyecto:

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.

Tolerancias generales de medida según ISO-2678

Titulación:

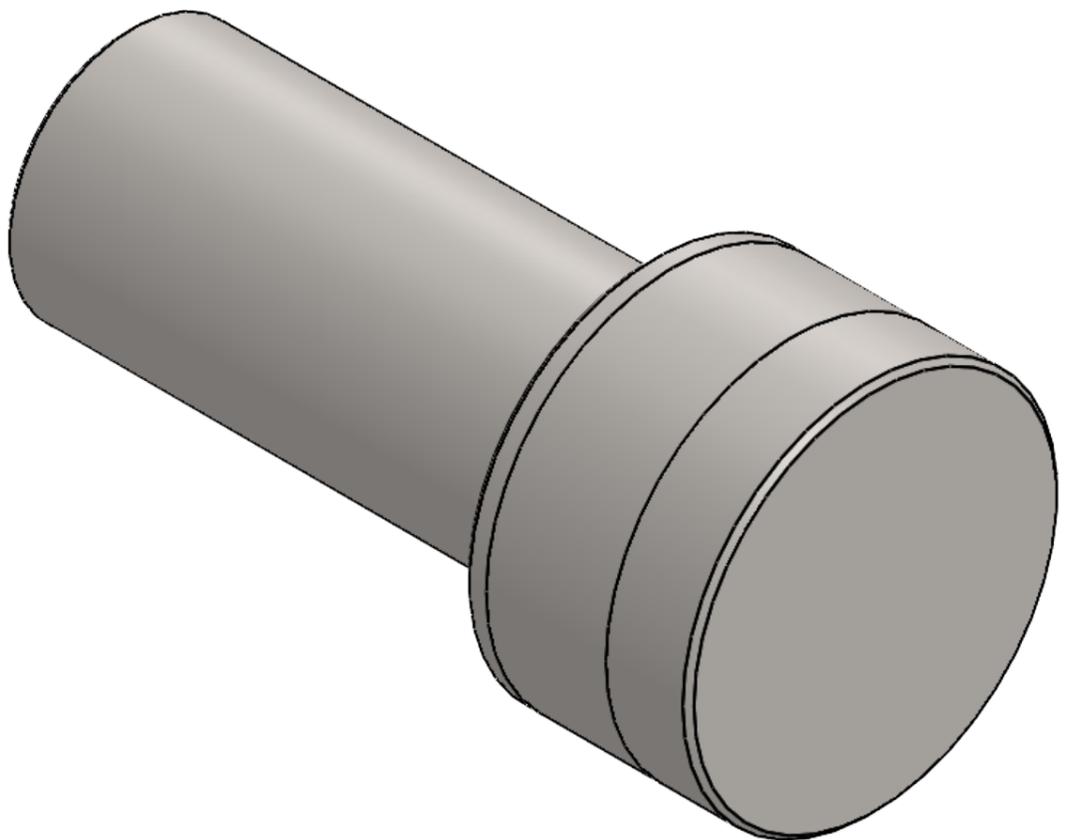
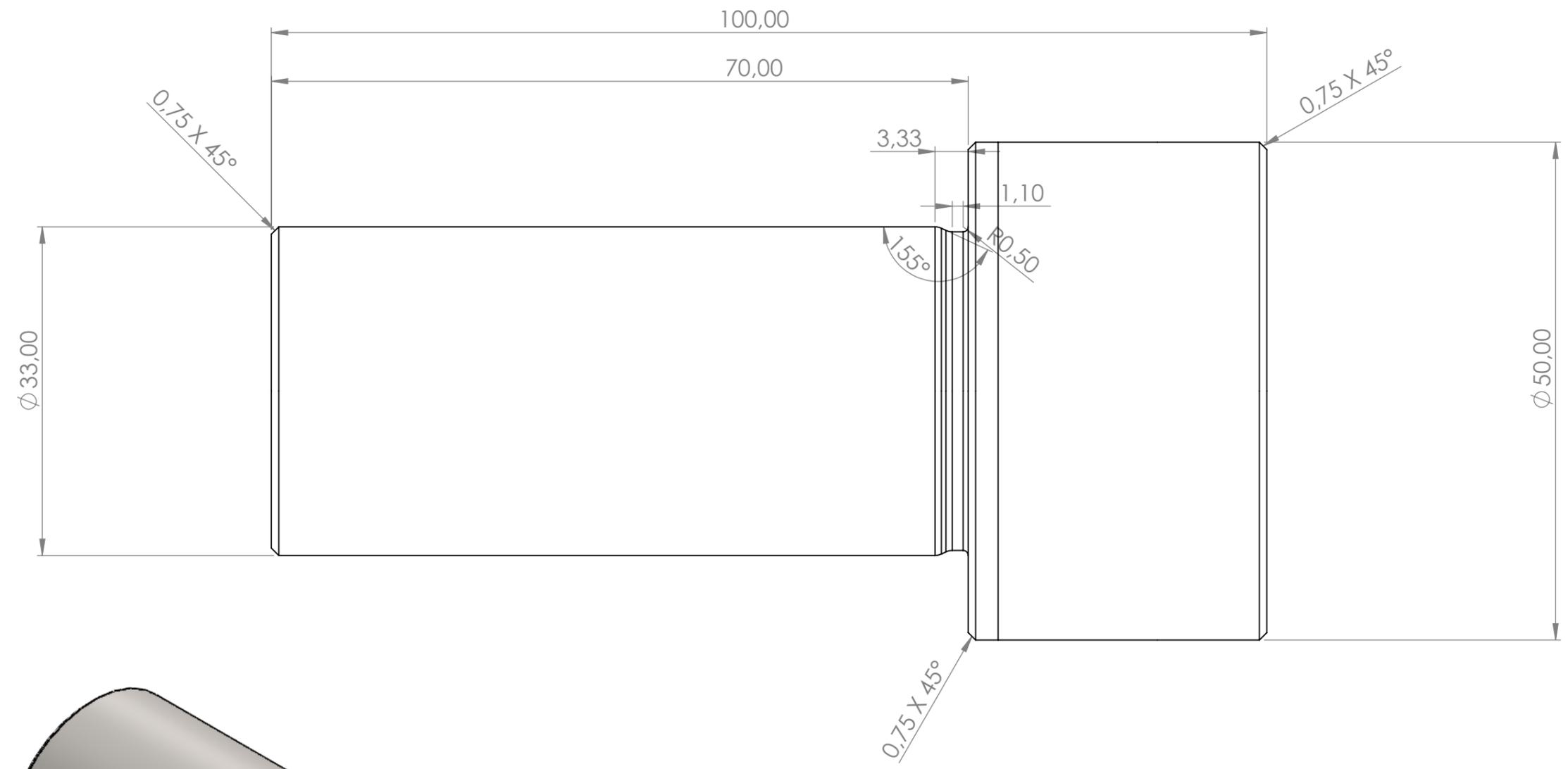
Grado en Ingeniería Mecánica

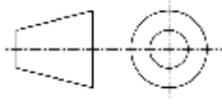
Dimensiones principales en:

mm

Peso:

1,92kg



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	Escala principal: 2:1	
	Material: Acero S-275JR	
Nombre: Sergio Gimeno Llobregat	Título Plano: PF-28_PasadorSeguridad	Tipo de pieza: Pasador Mecanizado.
Fecha: 23/07/2022	Título Proyecto: <small>DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIONAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.</small>	Tolerancias generales de medida según ISO-278
Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica	Dimensiones principales en: mm	Peso: 0,92kg

4

3

2

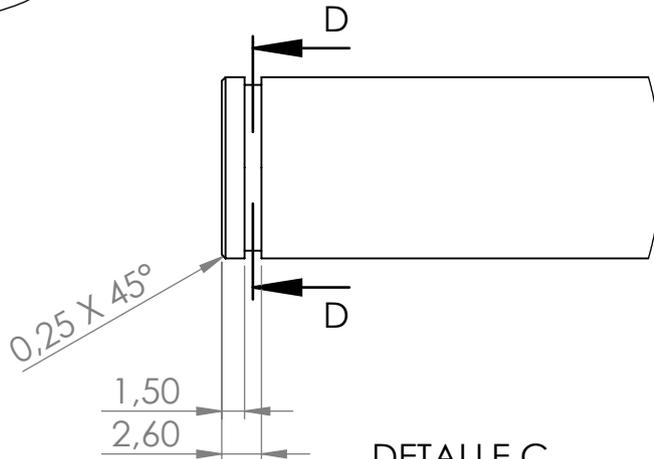
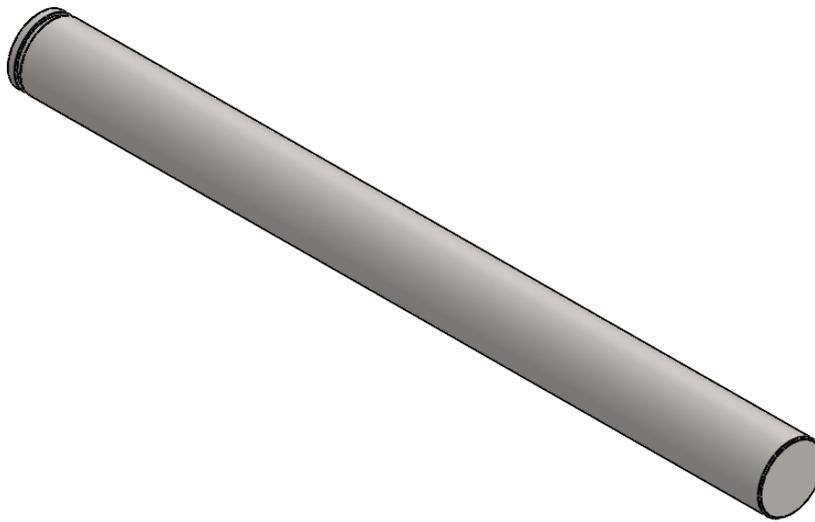
1

N6

140,00

0,25 X 45°

C

DETALLE C
ESCALA 2 : 1SECCIÓN D-D
ESCALA 2 : 1UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

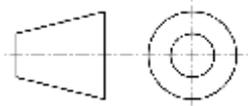
CAMPUS D'ALCOI

Escala principal:

1:1

Material:

Acero S-275JR



Nombre:

Sergio Gimeno Llobregat

Título Plano:

PF-29_EjeMecaniazdo

Tipo de pieza:

Eje mecanizado.

Fecha:

23/07/2022

Título Proyecto:

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA MULTIFUNCIÓNAL DE ENTRENAMIENTO PARA TRABAJAR EL TREN INFERIOR DEL CUERPO HUMANO COMBINANDO LAS FUNCIONES DE UNA MÁQUINA DE SENTADILLA HACKA Y UNA PRENSA ANGULAR.

Tolerancias generales de medida según ISO-2678

Titulación:

Grado en Ingeniería Mecánica

Dimensiones principales en:

mm

Peso:

0,12kg

2

1



GRADO	Ingeniería Mecánica
TÍTULO	Diseño y fabricación de una máquina multifuncional de entrenamiento para trabajar el tren inferior del cuerpo humano combinando las funciones de una máquina de sentadilla hacka y una prensa angular.
TUTOR	Sergio Jordá Gisbert
AUTOR	Sergio Gimeno Llobregat
FECHA	JULIO 2022
VOLUMEN	DOCUMENTO N°5 → PRESUPUESTO

Contenido

1	Fase I: Diseño Mecánico	3
2	Fase II: Cálculos.	3
3	Componentes.	4
4	Procesos de fabricación.	5
5	Presupuesto de ejecución material.	6
6	Presupuesto Contrata.	6
7	Presupuesto General.	6
8	Conclusión.	6

A lo largo de este documento se mostrarán los diferentes costes asociados al diseño, cálculo y fabricación de la máquina de musculación. Para ello, mediante el empleo de la herramienta Excel se han generado diversas tablas donde se muestran los costes asociados a la fase de diseño, cálculo, selección de piezas normalizadas y componentes industriales, procesos de fabricación empleados para la transformación de la materia primera adquirida y el costo de montaje.

Por último, se calculará el presupuesto de ejecución material, así como el contrata y el general, obteniéndose así la cantidad total a la que asciende dicho presupuesto.

1 Fase I: Diseño Mecánico

FASE DISEÑO MECÁNICO			
<i>Descripción de la tarea</i>	<i>Tiempo [h]</i>	<i>Costo [€/h]</i>	<i>Coste total [€]</i>
<i>Búsqueda de información previa</i>	10	20	200
<i>Modelado 3D basado en antropometría</i>	70	20	1400
<i>Ensamblado funcional</i>	30	20	600
<i>Planos de fabricación, diseño y montaje</i>	12	20	240
<i>Documetación técnica</i>	23	20	460
		Total	2900

TOTAL, FASE I: DISEÑO MECÁNICO.....2900€

2 Fase II: Cálculos.

FASE CÁLCULO			
<i>Descripción de la tarea</i>	<i>Tiempo [h]</i>	<i>Costo [€/h]</i>	<i>Coste total [€]</i>
<i>Cálculos analíticos</i>	15	20	300
<i>Simulaciones estáticas</i>	20	20	400
<i>Análisis y compración de resultados</i>	5	20	100
<i>Documentación técnica</i>	20	20	400
		Total	1200

TOTAL, FASE II: CÁLCULO.....1200€

3 Componentes.

En este apartado se introduce todo tipo de componente (industrial o normalizado), así como todo tipo de material adquirido (planchas y tubos macizos de acero, barras de nailon, tablas...).

COMPONENTES							
Tipo	Descripción	Unidades	ANOTACIONES	DISTRIBUIDOR	REFERENCIA	Precio/ud [€]	Precio total [€]
Perfiles comerciales	Cuadrado 75x75x3	1	1ud equivale a una barra de 6m de longitud	ALSIMET	S/E	72,41	72,41
	Cuadrado 60x60x3	4		ALSIMET	S/E	55,87	223,48
	Rectangular 60x40x2	3		ALSIMET	S/E	37,86	113,58
	Circular Ø50x4	2		ALSIMET	S/E	42,3	84,6
	Circular Ø30x2	1		ALSIMET	S/E	17,52	17,52
	Circular Ø15x1,5	1		ALSIMET	S/E	10,98	10,98
Tapones terminales	Cuadrado 75x75	1	1ud equivale a una bolsa que contiene 20 tapas	ELESA	435275-C9	10,96	10,96
	Cuadrado 60x60	1		ELESA	435260-C9	8,65	8,65
	Rectangular 60x40	1		ELESA	435554-C9	6,2	6,2
	Circular Ø50	1		ELESA	435050-C9	8,12	8,12
	Circular Ø30	1		ELESA	435030-C9	4,32	4,32
	Circular Ø15	1		ELESA	435015-C9	2,57	2,57
Planchas	300x300 Lisa Espesor 5 mm	1	Proveedor suministra chapa cortada a medida	FerrosPuig	FP56420	180,87	180,87
	300x300 Lisa Espesor 10 mm	1		FerrosPuig	FP56411	350,98	350,98
	420x714 - 3/5 mm	1		FerrosPuig	FP56675	358,79	358,79
	560x710 - 3/5 mm	1		FerrosPuig	FP56675	358,79	358,79
Tornillería	ISO 4014 - M12 x 60 x 30-N	1	1ud equivale a una bolsa que contiene 10 tornillos	RS Components	183-9152	28,95	28,95
	ISO 4014 - M12 x 80 x 30-N	1		RS Components	183-9174	37,36	37,36
	ISO 4014 - M12 x 100 x 30-N	1		RS Components	917-2974	48,76	48,76
Tuercas	ISO 4032 - M12	1	1ud= 1 bolsa con 100 tuercas	RS Components	192-5606	15,82	15,82
Arandelas	ISO 7089 (DIN 125) - M12	1	1ud= 1 bolsa con 100 arandelas	RS Components	183-9051	14,4	14,4
Anillo elástico	Ext Seeger - 12x1 M12 DIN 471	1	1ud= 1 bolsa con 10 anillos	Frendi	HE 1305	0,86	0,86
Rodamientos	Rígido de bolas de una hilera	12	Se pueden adquirir las unidades especificadas	SKF	6301-2Z	7,53	90,36
Émbolo	Indexado con rosca - M12x1,5	1	Se pueden adquirir las unidades especificadas	Essentra	10196304	11,36	11,36
Barra de Nailon	Circular Ø80	2	1ud= barra de 500mm longitud	ServeiEstació	S/E	46,3	92,6
Espuma Alta Densidad	HR-35 Indeformable	1	1ud= A medida	TopDormitorios	S/E	80,36	80,36
Madera	Tabla madera	1	1ud= Tabla de 1000x1000mm	Ikea	704.736.04	17	17
Polipiel	Vulco ignífuga	1	1ud= 1400x1400mm	Polipiel	S/E	17,47	17,47
						TOTAL	2268,12

TOTAL, COMPONENTES.....2268,12€

4 Procesos de fabricación.

En lo referente a los costes por hora se tiene en cuenta el empleo de mano de obra cualificada.

PROCESOS DE FABRICACIÓN						
Operación	Descripción	Aplicaciones	Tiempo [h]	Observaciones	Coste por hora [€/h]	Costo total [€]
Corte por láser	Mecanizado sin contacto por corte térmico	Corte de tubo. Corte de planchas de metal.	6	Coste estándar que contempla preparación de archivos, programación del proceso, cambio de piezas en la mesa de trabajo y funcionamiento de la máquina.	45	270
Granallado automático	Limpieza previa al pintado y soldadura de los componentes metálicos	Todo componente de acero.	2	Coste estándar asociado al granallado automático.	30	60
Soldadura por hilo	Proceso de soldadura por arco bajo gas protector (MIG/MAG)	Unión entre perfiles. Unión chapa-perfil.	4	Coste estándar soldador profesional.	25	100
Torneado	Mecanizado por arranque de material.	Mecanizado de ruedas de nailon, ejes para rodamientos y pasador de seguridad.	2	Coste estándar hora de torneado en taller.	50	100
Pintado	Pulverizado electrostático	Todo componente de acero.	1,5	Tiempo contempla lo que tarda en curar la pintura (15-20mins).	100	150
TOTAL						680

TOTAL, PROCESOS DE FABRICACIÓN.....680€

PRUEBAS DE ENSAMBLE				
Operación	Descripción	Horas	Coste [€/h]	Precio total [€]
PRUEBAS DE ENSAMBLE	Se garantiza la calidad de la soldadura mediante con el fin de obtener una estructura estable.	0,5	18	9

TOTAL, PRUEBAS DE ENSAMBLE.....9€

5 Presupuesto de ejecución material.

❖ FASE I: DISEÑO MECÁNICO.....	2900,00€
❖ FASE II: CÁLCULOS.....	1200,00€
❖ COMPONENTES.....	2268,12€
❖ PROCESOS DE FABRICACIÓN.....	680,00€
❖ PRUEBAS DE ENSAMBLE.....	9,00€

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL.....7057,12€

6 Presupuesto Contrata.

❖ GASTOS GENERALES (13%)	917,46€
❖ BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)	423,43€

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA.....8398,01€

7 Presupuesto General.

❖ IVA (21%)	1763,58€
-------------------	----------

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL.....10161.59€

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DIEZ MIL CIENTO SESENTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

8 Conclusión.

Llegados a este punto, se ha de tener en cuenta que este proyecto se centra en la producción de una sola unidad del modelo diseñado, debido a que este es ideado para el uso privado del atleta, familiares y/o amigos. Dicho esto, pese a que el objetivo principal de este trabajo no es dar a luz a una máquina altamente competitiva a nivel de mercado, no se descarta la posible comercialización de esta en un futuro no muy lejano. Ello implicaría que los costos de diseño y cálculos se redujeran proporcionalmente al número de unidades construidas, así como los procesos de fabricación y los materiales a emplear podrían ser optimizados, lo que supondría un menor costo a la hora de transformar la materia prima o unir los diversos elementos constructivos que conforman el ensamblaje.



GRADO	Ingeniería Mecánica
TÍTULO	Diseño y fabricación de una máquina multifuncional de entrenamiento para trabajar el tren inferior del cuerpo humano combinando las funciones de una máquina de sentadilla hacka y una prensa angular.
TUTOR	Sergio Jordá Gisbert
AUTOR	Sergio Gimeno Llobregat
FECHA	JULIO 2022
VOLUMEN	DOCUMENTO N°6→ PLIEGO DE CONDICIONES

Contenido

1	Objetivo del pliego. _____	3
2	Pliego de condiciones generales. _____	3
2.1	Normativa aplicada al diseño. _____	3
2.2	Normativa aplicada a los procesos de fabricación. _____	4
2.3	Normativa piezas normalizadas. _____	4
2.4	Embalaje y almacenamiento. _____	4
2.5	Transporte y entrega. _____	4
2.6	Condiciones de seguridad. _____	5
3	Pliego de condiciones técnicas. _____	5
3.1	Materiales. _____	5
3.2	Mantenimiento. _____	6
4	Pliego de condiciones económicas. _____	6

1 Objetivo del pliego.

En el presente documento se establecen las condiciones bajo las cuales deberá de ejecutarse el proyecto con el fin de asegurar el correcto funcionamiento del ensamblaje.

2 Pliego de condiciones generales.

Debido al ámbito del proyecto, se ha decidido exponer todas las de las condiciones generales, que no técnicas, que deben cumplirse a la hora de su ejecución.

2.1 Normativa aplicada al diseño.

- ❖ **UNE-EN 17229:2019.** Estipula una serie de recomendaciones a seguir en relación con la higiene, ventilación, temperatura, calidad de la luz, nivel de ruido y demás en el ámbito de las instalaciones deportivas. Así mismo, se redactan ciertos requisitos que se deben cumplir en lo referente a la seguridad, el equipamiento estacionario, el mantenimiento etc.
- ❖ **UNE-EN ISO 20957-1:2014.** Requisitos generales de seguridad y métodos de ensayo. En este documento se redactan ciertos requisitos de seguridad en relación con la estabilidad del equipo, el aprisionamiento del usuario, los elementos de regulación y bloqueo, los cuidados y el mantenimiento, las instrucciones de montaje, de uso etc. Por otro lado, se estipulan ciertos métodos de ensayo que desembocan en un informe final de ensayo donde se proponen ciertas situaciones desfavorables que debe de ser capaz de superar el equipamiento sin que este vuelque, deforme o quiebre. Cabe destacar que dichas situaciones se suelen llevar a cabo en laboratorio con instrumentos de alta precisión, y lo más parecido que se llevará a cabo en este proyecto son los cálculos a mano, así como las diversas simulaciones con SolidWorks.
- ❖ **UNE EN 12503:2001 [4-5-6-7].** Determinación de la absorción de impactos en **acolches** y **colchonetas**. Determinación de la fricción base en **acolches** y **colchonetas**. Determinación de la fricción superior en **acolches** y **colchonetas**. Determinación de la rigidez estática en **acolches** y **colchonetas**.
- ❖ **DOUE-L-2011-81464:** Boletín oficial del estado que regula los requisitos de seguridad de equipos para gimnasia. Estipula que los productos cumplirán el requisito general de seguridad contemplado en la Directiva 2001/95/CE y ser «seguros» en el sentido de su artículo 2, letra b). En particular, el producto será seguro en condiciones de uso normales, previsibles y razonables, incluido el almacenamiento, el transporte seguro al almacén, la instalación y el mantenimiento, el desmontaje y durante toda su vida útil. El producto también será seguro para usuarios profesionales (por ejemplo, entrenadores o profesores).

Además, menciona que, durante las condiciones de uso del equipo normales, razonables y previsibles, se minimizará el riesgo de lesión o perjuicio para la salud y la seguridad. Ninguna parte accesible al usuario durante el uso normal o previsto provocará lesiones o afectará a su salud.

2.2 Normativa aplicada a los procesos de fabricación.

En cuanto a los procesos es una normativa sencilla pero que hay que cumplir sin ningún miramiento. Como se emplearán diferentes maquinarias para procesar los materiales antes de su unión, no hay que intervenir en esa fase ya que las propias máquinas cumplen la normativa. En cambio, sí que hay que tenerla en cuenta a la hora de las uniones que se realizarán con soldadura MIG/MAG:

- ❖ **UNI EN ISO 3834:** Requisitos de calidad para soldadura de materiales metálicos por fusión.
- ❖ **EN 1090:** Certificación para construcciones en acero y aluminio.

2.3 Normativa piezas normalizadas.

- ❖ **Norma ISO 7089 (DIN 125)** (Arandelas planas milimétricas)
- ❖ **DIN 471** (Anillos de Seguridad para ejes)
- ❖ **DIN 934 / DIN EN ISO 4032 / DIN EN 24032** (Tornillos y tuercas hexagonales)

2.4 Embalaje y almacenamiento.

Se emplearán métodos de empaque con el fin de proteger los productos de daños o abrasión durante la entrega.

En lo referente al almacenamiento de estos, la maquinaria solo podrá ingresar al almacén en aquellas máquinas con formulario de acreditación, el certificado de aprobación y los informes de prueba confirmados por el encargado del almacén.

2.5 Transporte y entrega.

Se establece un conjunto de normas para el envío de producción con el fin de proteger de daños el equipo de entrenamiento físico. Se cooperará con empresas experimentadas en la logística, las cuales garanticen que los productos se entregan de forma segura y eficaz.

2.6 Condiciones de seguridad.

Debe de presentar una adecuada estabilidad frente a cargas horizontales y verticales, permanentes como el peso propio o variables, la estabilidad debe estar asegurada de forma que nunca se produzca el vuelco o el deslizamiento. Los anclajes, cuando existan, deben asegurar la estabilidad.

Debe de ofrecer una correcta resistencia a las acciones permanentes o variables, de forma que no se rompa o se deforme en exceso.

Debe de presentar cierta flexibilidad con deformación limitada frente a cargas, ausencia de flecha residual y resistencia a fatiga cuando lo requiera el equipamiento deportivo.

Se debe de asegurar la ausencia de aristas o bordes cortantes.

Se debe de asegurar la ausencia o protección de partes prominentes que constituyan un riesgo de impacto o de enganche.

Se debe de asegurar la ausencia de huecos o espacios entre las partes constituyentes del equipamiento que puedan producir aprisionamiento de partes del cuerpo.

El almohadillado debe de ser capaz de absorber impactos en las zonas de contacto con el deportista, donde haya riesgo de golpes y donde se permita.

Se debe de asegurar la ausencia de ganchos u otros elementos similares que originan lesiones corporales.

Si existen partes móviles debe quedar impedido el riesgo de golpes, cortadura o aprisionamiento del deportista por los elementos móviles.

Protección de los elementos metálicos frente a la corrosión.

3 Pliego de condiciones técnicas.

En este apartado se muestran todas las condiciones técnicas de obligado cumplimiento. Estas deben de ser revisadas antes de iniciar la elaboración de este.

3.1 Materiales.

Es obligado el empleo de los materiales que se muestran a lo largo del proyecto. En caso de no encontrarse disponible este, el proyectista será el encargado de validar las alternativas que se le propongan, siempre y cuando presenten estas unas características iguales o superiores a las del material con el que se debería de tratar.

En el caso de que la materia prima presente algún tipo de defecto, esta será completamente sustituida. Los gastos ocasionados por dicho error correrán a carga del fabricante/distribuidor (mencionados a lo largo del proyecto.)

3.2 Mantenimiento.

Se limpiará el equipo asiduamente con unos productos de limpieza adecuados, alargando así la vida útil del ensamblaje.

Se dispondrá de un pequeño stock de piezas de recambio de los componentes que más desgaste sufran o más propensos al fallo puedan llegar a ser, como los tapizados, las ruedas de nailon etc.

Se lubricarán los componentes de rodadura asiduamente, alargando y mejorando el deslizamiento de estos sobre los ejes guía.

Se optará por reemplazar (mantenimiento correctivo) cualquier tipo de elemento que presente algún tipo de rotura o desgaste severo.

4 Pliego de condiciones económicas.

Los costes mostrados en el apartado de Presupuesto engloban el coste de los materiales, los componentes, los procesos de fabricación y el trabajo dedicado por parte del proyectista a la hora de desarrollar el diseño y los cálculos.