Anexos

Índice general

1. Análisis de fuerzas dinámicas 3
1.1 Fuerza de los muelles 3
1.2 Fuerzas de los amortiguadores 3

2. Estudio económico 5
2.1 Introducción 5
2.2 Costes directos. 5
2.2.1 Costes de personal 5
2.2.2 Costes del puesto de trabajo 7
2.3 Cargas Sociales (C.S.) 7
2.4 Gastos Generales (G.G) 8
2.5 Beneficio Industrial (B.I.) 8
2.6 Presupuesto Industrial 8

3. Parámetros Working Model 2D 9
3.1 Parámetros del maniquí 9
3.2 Elementos de retención 10
3.3 Parámetros del asiento 11
3.4 Parámetros de los vehículos 11

4. Planos 13

Ilustraciones

Ilustración 1. Parámetros de los muelles en Working Model 2D. 3
Ilustración 2. Definición Muelle-Amortiguador Working Model 2D..... 4
Ilustración 3. Parámetros del maniquí en Working Model 2D. 9
Ilustración 4. Parámetros de los elementos de retención en Working Model 2D. 10
Ilustración 5. Parámetros del asiento en Working Model 2D. 11
Ilustración 6. Parámetros vehículos en Working Model 2D. 11

Tablas

Tabla 1. Número de horas de trabajo anuales. 6
Tabla 2. Desglose horario de las etapas del proyecto. 6
Tabla 3. Coste de los equipos empleados. 7
Tabla 4. Costes de amortización. 7
Tabla 5. Costes elaboración proyecto. 7
Tabla 6. Desglose Cargas Sociales. 8
Tabla 7. Costes totales. 8
Tabla 8. Presupuesto para la elaboración del proyecto. 8
Tabla 9. Parámetros muelle-amortiguador Working Model 2D. 9
Tabla 10. Parámetros separador Working Model 2D. 9
Tabla 11. Parámetros cuerda Working Model 2D 9
Tabla 12. Masa de los cuerpos Working Model 2D. 10
Tabla 13. Parámetros elementos de retención Working Model 2D. 10
Tabla 14. Parámetros asiento Working Model 2D. 11
Tabla 15. Parámetros vehículos Working Model 2D. 12

1. Análisis de fuerzas dinámicas

Como se ha expuesto en capítulos anteriores, tanto para la simulación de los impactos como para la representación de los elementos de unión entre los cuerpos del maniquí se han empleado elementos intermedios de masa despreciable. Debido a esta última consideración, las fuerzas que ejercen estos elementos sobre las partículas verifican el principio de acción y reacción y por tanto se puede interpretar como fuerzas de interacción entre estas.

1.1 Fuerza de los muelles

La fuerza que ejerce un muelle de masa despreciable entre sus puntos extremos será función de la distancia a la que se encuentran dichos puntos. Por ser la fuerza elástica del resorte de sentido contrario al desplazamiento del extremo libre, el resorte introduce una fuerza de:

$$F_e = -k(x - x_0) \qquad (1)$$

Donde:

k es una constante con unidades (N/m).

x_0 es la distancia entre los extremos cuando el muelle está sin tensión. En el software Working Model 2D equivale al parámetro “current”. Se mide en (m).

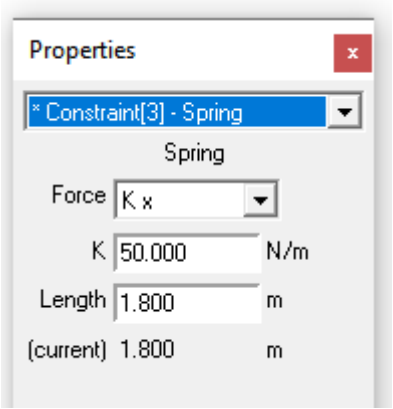


Ilustración 1. Parámetros de los muelles en Working Model 2D.

1.2 Fuerzas de los amortiguadores

Estos elementos ejercen una fuerza opuesta a la velocidad de separación o acercamiento de sus extremos que es función del valor de dicha velocidad. Para los amortiguadores de comportamiento lineal, se expresa:

$$F_{amor} = -c \cdot \dot{x} \qquad (2)$$

Donde:

c es la constante de amortiguamiento. En Working Model 2D equivale al parámetro "b" con unidades de (N·s/m).

No obstante, en el mecanismo diseñado se han empleado elementos que combinan los dos anteriores, denominados "Spring Damper". Así, se emplean para la simulación del cinturón de seguridad o como elementos de unión entre los cuerpos que conforman el maniquí.

Para la definición de estos cuerpos se establecen las constantes de amortiguamiento y rigidez, así como la longitud del elemento.

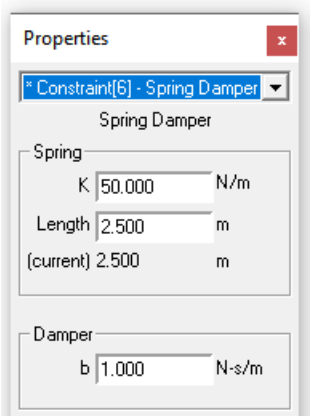


Ilustración 2. Definición Muelle-Amortiguador Working Model 2D.

2. Estudio económico

2.1 Introducción

Al tratarse este documento de un ensayo basado en la literatura existente, requiere un profundo trabajo de investigación previo al desarrollo. Por esto último, son requisitos los siguientes factores:

- Acceso a portales educativos, revistas científicas, bibliotecas virtuales, siendo necesario extraer de estos documentos los datos requeridos.
- Equipo humano conocedor de los conceptos tratados tanto mecánicos como en el campo de la ingeniería biomédica.
- Material: licencias de los softwares empleados y puesto de trabajo dotado de un ordenador.
- En cuanto al periodo de tiempo en el que se desarrollará el trabajo, dependerá del conocimiento teórico que se tenga del tema tratado.

Así pues, de acuerdo con lo descrito anteriormente, los costes imputables a la elaboración de este proyecto se dividen en las siguientes partidas: costes directos en la elaboración del proyecto, cargas sociales, gastos generales y beneficio industrial.

2.2 Costes directos.

Se representan los costes directos imputables a la elaboración del proyecto. Se compone de tres conceptos: coste de personal, material empleado y coste del puesto de trabajo.

2.2.1 Costes de personal

En esta partida se imputa el coste asociado al trabajo del personal asignado al proyecto.

Concretamente, para este proyecto, se considera que ha sido elaborado por un ingeniero perteneciente al departamento de Investigación y Desarrollo de una empresa.

El coste de personal se evalúa multiplicando el número de horas empleadas por el coste efectivo de cada hora. Los conceptos generales sobre MOD se explican a continuación:

Se calculan los días reales de trabajo/año:

Días naturales, Dn		365
Deducciones, D	Sábados	52
	Domingos	52
	Vacaciones (en días laborables)	20
	Fiestas	14
Días reales, Dr=Dn-D		**227**

Tabla 1. Número de horas de trabajo anuales.

a. Horas de trabajo efectivas/año (He): se establecen anualmente un total de 1750h.

b. Jornada efectiva/día (Jd). Resulta el cociente de dividir las horas de trabajo efectivas/año entre los días reales de trabajo/año. Con los datos anteriores: Jd=He/Dr=1750/227=7,70 h.

c. Salario mensual: 1880,25€

d. Salario anual (plus convenio anual según art.38, 14 pagas): 26323,57€

e. El jornal o salario/h (J) de la mano de obra directa se obtiene dividiendo la remuneración anual del trabajador (Ra) entre las horas de trabajo efectivas/año (He):

$$J = \frac{Ra}{He} = \frac{26323{,}57\ €}{1750\ h} = 15{,}04€/\mathrm{h} \qquad (3)$$

La duración total del proyecto ha sido de 6 meses, habiéndose empelado para la realización de este un total de 1000h aproximadamente.

Etapas del proyecto	**Duración (h)**
Investigación previa	300h
Diseño conceptual	250h
Generación de simulaciones	250h
Redacción del proyecto	200h
Total (h)	**1000h**

Tabla 2. Desglose horario de las etapas del proyecto.

Por tanto, el coste total del personal para la duración especificada se expresa:

$$\boldsymbol{Coste\ del\ personal} = 1000 * 15{,}04 = 15040€ \qquad (4)$$

2.2.2 Costes del puesto de trabajo

Se incluyen las partidas que integran el coste de funcionamiento del puesto de un ingeniero en materia de Investigación y Desarrollo:

a. Precio de adquisición del equipamiento.

b. Período de amortización (en años).

Se evalúa la depreciación de aquellos equipos que han sido utilizados durante el proyecto. Las amortizaciones se suponen constantes e iguales al 20%, es decir, para un plazo de 5 años.

Concepto	Coste (€)
Software CATIA V5 (licencia)	30000€
Software KeyShot (licencia)	831,46€
Portátil HP 250 G6 Notebook	672,76€
Software Working Model 2D	0,00€
Software Office 365	0,00€

Tabla 3. Coste de los equipos empleados.

El total de horas trabajadas (1000h) corresponde al 55,5% de las horas efectivas anuales. Por tanto, la amortización anual se multiplicará por el factor 0,56 y 0,20.

Concepto	Amortización (€)
Software CATIA V5 (licencia)	3360,00€
Software KeyShot (licencia)	93,12€
Portátil HP 250 G6 Notebook	75,35€
Coste total amortización	**3528,47€**

Tabla 4. Costes de amortización.

A continuación, se muestra la cuantía total referente a los costes involucrados en el desarrollo del proyecto:

Concepto	Coste (€)
Coste total personal	15040,00€
Coste total amortización	3528,47€
Costes directos totales	**18568,47€**

Tabla 5. Costes elaboración proyecto.

2.3 Cargas Sociales (C.S.)

Las cargas sociales representan el conjunto de aportaciones de la empresa a diversos Departamentos y Organismos Oficiales para cubrir prestaciones del personal en materia de Seguridad Social (32,75%), que se desglosa como sigue:

Partida	Porcentaje (%)
Accidentes de trabajo y enfermedades profesiones	1,65%
Contingencias comunes	23,6%
Formación profesional	0,60%
Seguro de desempleo	6,7%
Fondo de garantía salarial	0,2%
Total partidas SS	**32,75%**

Tabla 6. Desglose Cargas Sociales.

Se asume un porcentaje de aportación del 30%, por tanto, se calcula:

$$CS = \%CS * (coste\ personal) = 0{,}30 * 15040 = 4512{,}00€ \qquad (5)$$

2.4 Gastos Generales (G.G)

Se define como gasto general el costo total necesario para el funcionamiento de la empresa, excluidos los costos ya analizados.

Se asume un gasto general del 40%, por tanto, se aplica:

$$G.G = \%G.G.* costes\ personal = 0{,}4 * 15040 = 6016{,}00€ \qquad (6)$$

En resumen, se obtiene:

Concepto	Costes (€)
Costes de elaboración del proyecto	18568,47€
Cargas Sociales	4512,00€
Gastos Generales	6016,00€
Coste total	**29096,47€**

Tabla 7. Costes totales.

2.5 Beneficio Industrial (B.I.)

El beneficio industrial (Bi) se expresa en % sobre el costo total (Ct), el cual oscila normalmente entre el 10 y el 20%. Se asume un 18%:

$$Bi = (\%BI) * Ct = 0{,}18 * 29096{,}47 = 5237{,}36€ \qquad (7)$$

2.6 Presupuesto Industrial

Por último, se presenta el presupuesto final para la elaboración del proyecto:

Concepto	Costes (€)
Coste total	29096,47€
Beneficio industrial	5237,36€
Total	**34333,83€**

Tabla 8. Presupuesto para la elaboración del proyecto.

Finalmente, el coste total del desarrollo de este proyecto asciende a la cantidad de TREINTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS Y OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS.

3. Parámetros Working Model 2D

A continuación, se detallan los parámetros de cada uno de los elementos empleados en las simulaciones.

3.1 Parámetros del maniquí

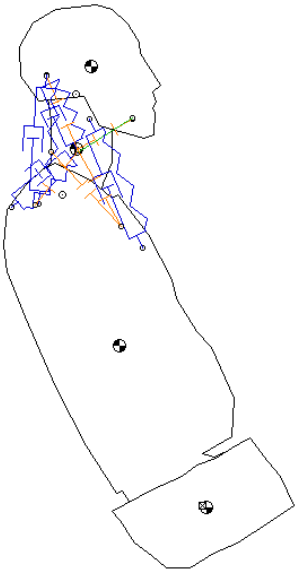


Ilustración 3. Parámetros del maniquí en Working Model 2D.

Muelle-amortiguador				
Nombre	K (N/m)	Longitud inicial (m)	Longitud (m)	b N-s/m
1 (Tronco-cabeza)	50	0,301	0,501	100
2 (Cabeza-cuello)	50	0,185	0,185	1
3 (Cuello-tronco)	50	0,325	0,05	100
4 (Tronco-cuello)	50	0,199	0,199	1

Tabla 9. Parámetros muelle-amortiguador Working Model 2D.

Separador			
Nombre	Longitud inicial (m)	Longitud (m)	Coef. restitución
1 (cabeza-cuello)	0,19	0,13	0
2 (cabeza-cuello)	0,146	0,096	0
3 (tronco-cuello)	0,202	0,152	0
4 (tronco-cuello)	0,239	0,209	0
5 (tronco-cuello)	0,16	0,1	0

Tabla 10. Parámetros separador Working Model 2D.

Cuerda			
Nombre	Longitud inicial (m)	Longitud (m)	Coef. restitución
Cuerda 1	0,153	0,16	0

Tabla 11. Parámetros cuerda Working Model 2D

Masa		
Nombre	Masa (kg)	Coef. restitución
Cabeza	4,5	0,5
Cuello	1,4	0,5
Torso	22,4	0,5
Cadera	16,8	0,5

Tabla 12. Masa de los cuerpos Working Model 2D.

3.2 Elementos de retención

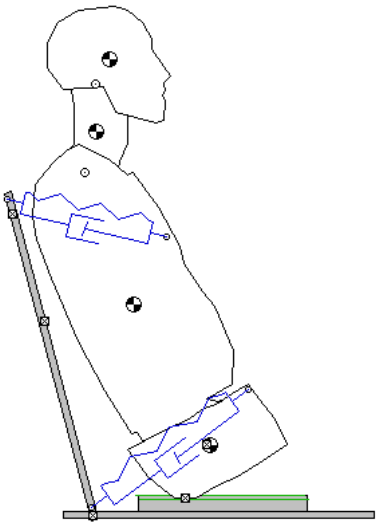


Ilustración 4. Parámetros de los elementos de retención en Working Model 2D.

Cinturones				
Muelle-amortiguador				
	K (N/m)	Longitud inicial (m)	Longitud (m)	b N-s/m
Cinturón tronco	10	0,437	0,137	100
Cinturón cadera	100000	0,522	0,522	10000

Tabla 13. Parámetros elementos de retención Working Model 2D.

3.3 Parámetros del asiento

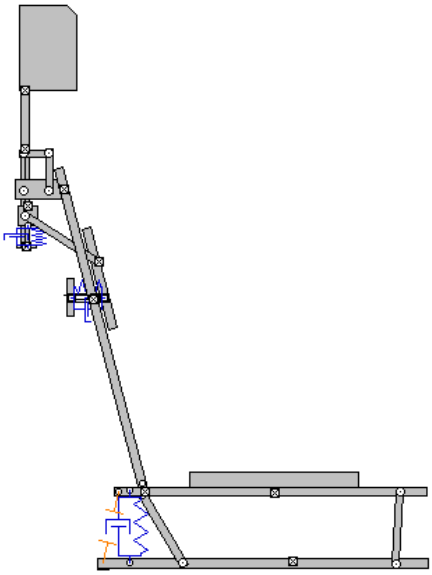


Ilustración 5. Parámetros del asiento en Working Model 2D.

Asiento				
Muelle-amortiguador				
Nombre	K (N/m)	Longitud inicial (m)	Longitud (m)	b N-s/m
Base asiento	700	0,192	0,1882	7000
Respaldo	50	0,088	0,088	1000
Corredera	50	0,059	0,059	1000
Separador				
Nombre	Longitud inicial (m)	Longitud (m)	Coef. restitución	
Separador	0,193	0,108	0	

Tabla 14. Parámetros asiento Working Model 2D.

3.4 Parámetros de los vehículos

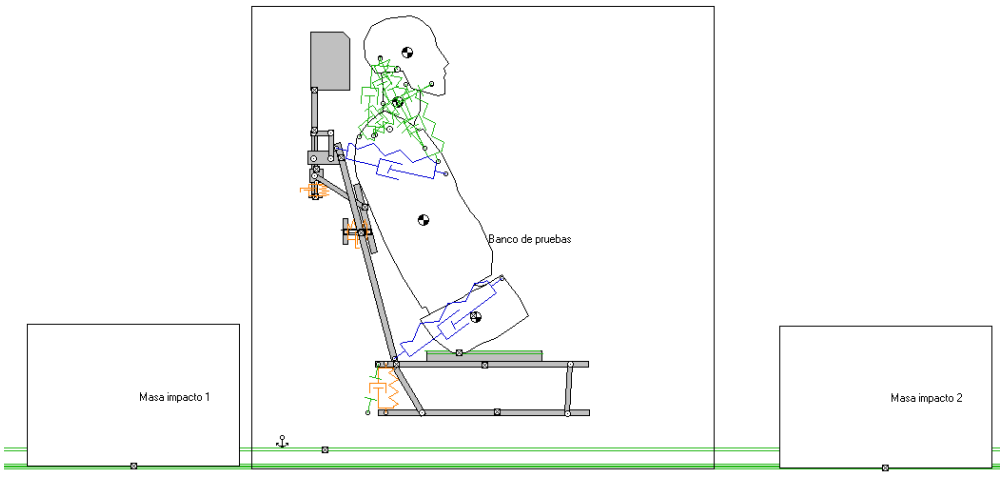


Ilustración 6. Parámetros vehículos en Working Model 2D.

Vehículos			
Cuerpos	Vx (m/s) inicial	Masa (kg)	Coef.restitución
Masa 1	6,4	3000	0,15
Banco de prueba	0	2500	0,15
Masa 2	0	3000	0,15

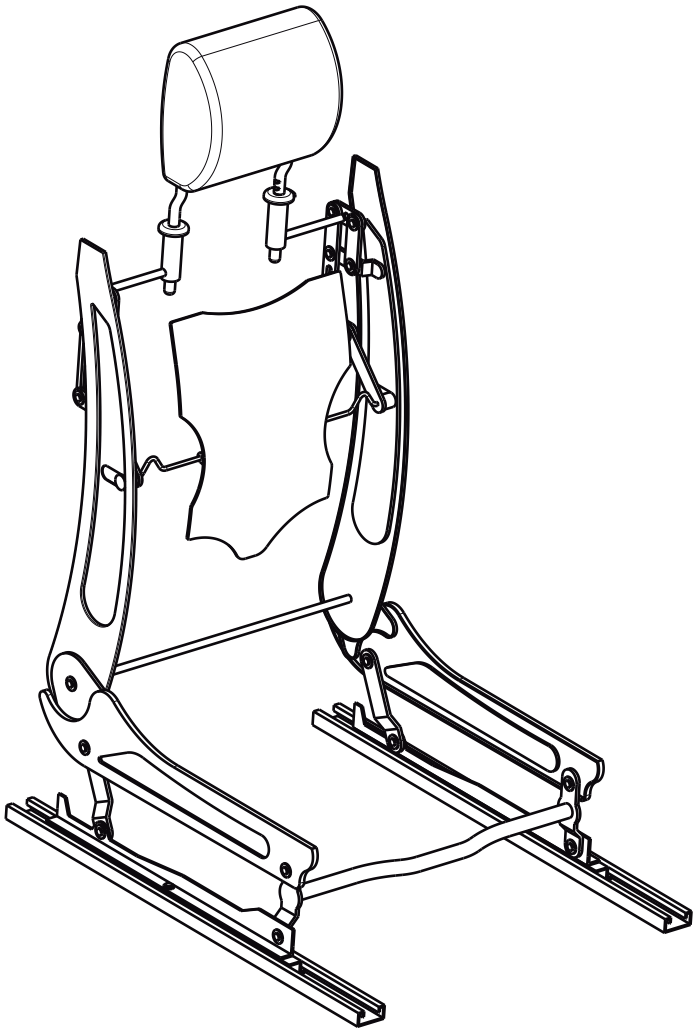
Tabla 15. Parámetros vehículos Working Model 2D.

Por último, los parámetros no mencionados se establecen por defecto.

4. Planos

En la definición del conjunto se han acotado de forma general las piezas que conforman los mecanismos de barras y sus uniones. Estos sistemas mecánicos podrán combinarse junto con las piezas habituales que conforman la estructura del asiento. Estas últimas, se han elaborado en el modelo 3D, sin embargo, no se han definido por no ser objeto del presente proyecto.

A continuación, se describen los eslabones del mecanismo junto con las uniones que permiten el movimiento entre los cuerpos. Las barras se unen mediante ejes junto con anillos de seguridad exteriores que permiten la rotación relativa entre las mismas.

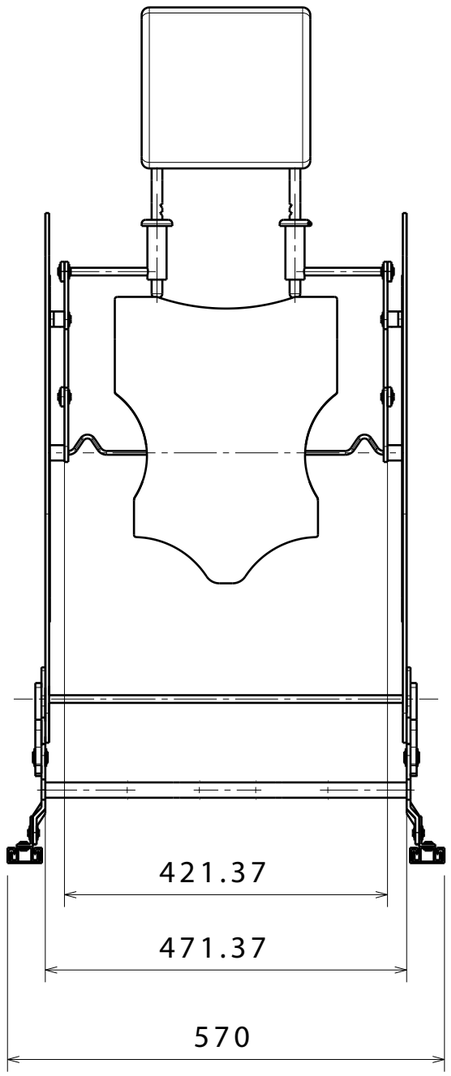


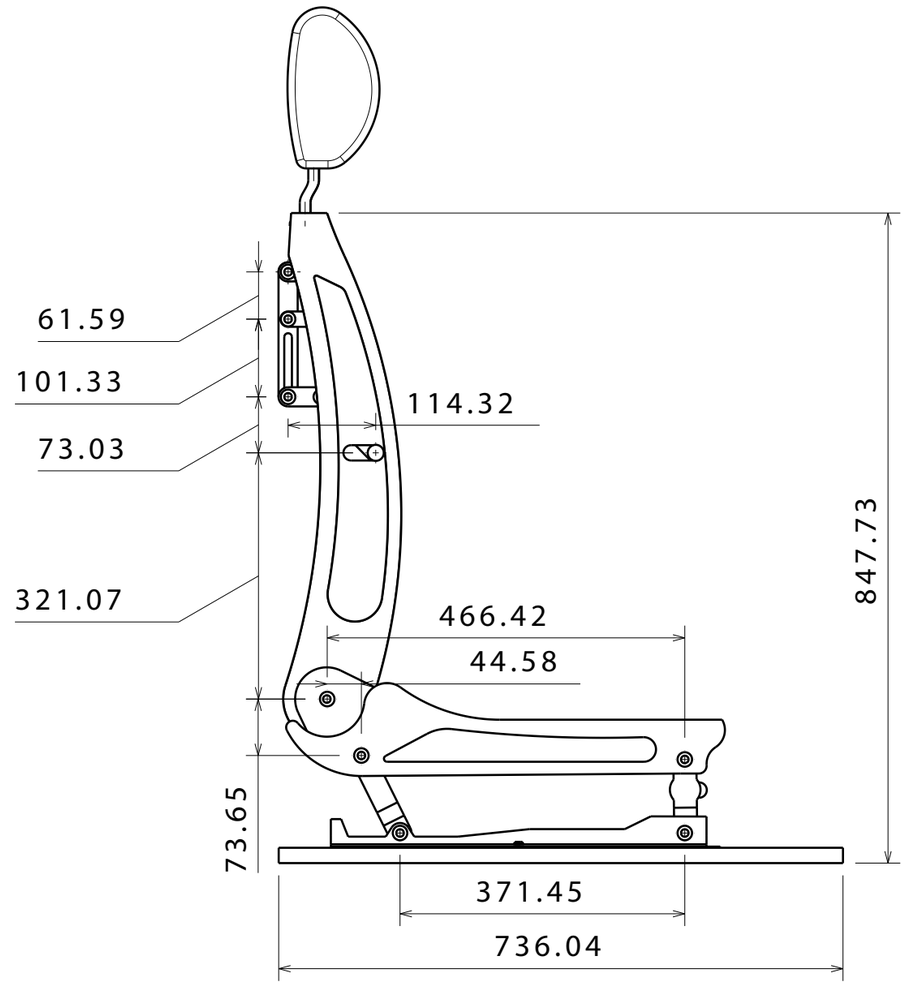
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

DIBUJADO: Portela		TÍTULO DEL PROYECTO: Modelado de un mecanismo activo para reducir el riesgo de sufrir el Síndrome del Latigazo Cervical mediante la herramienta Working Model 2D.	
FECHA: 03/2021			
FORMATO: A4			
ESCALA: 1:10	MARCA: Conjunto	DESIGNACIÓN: Perpectiva asiento	PLANO: 1/15

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

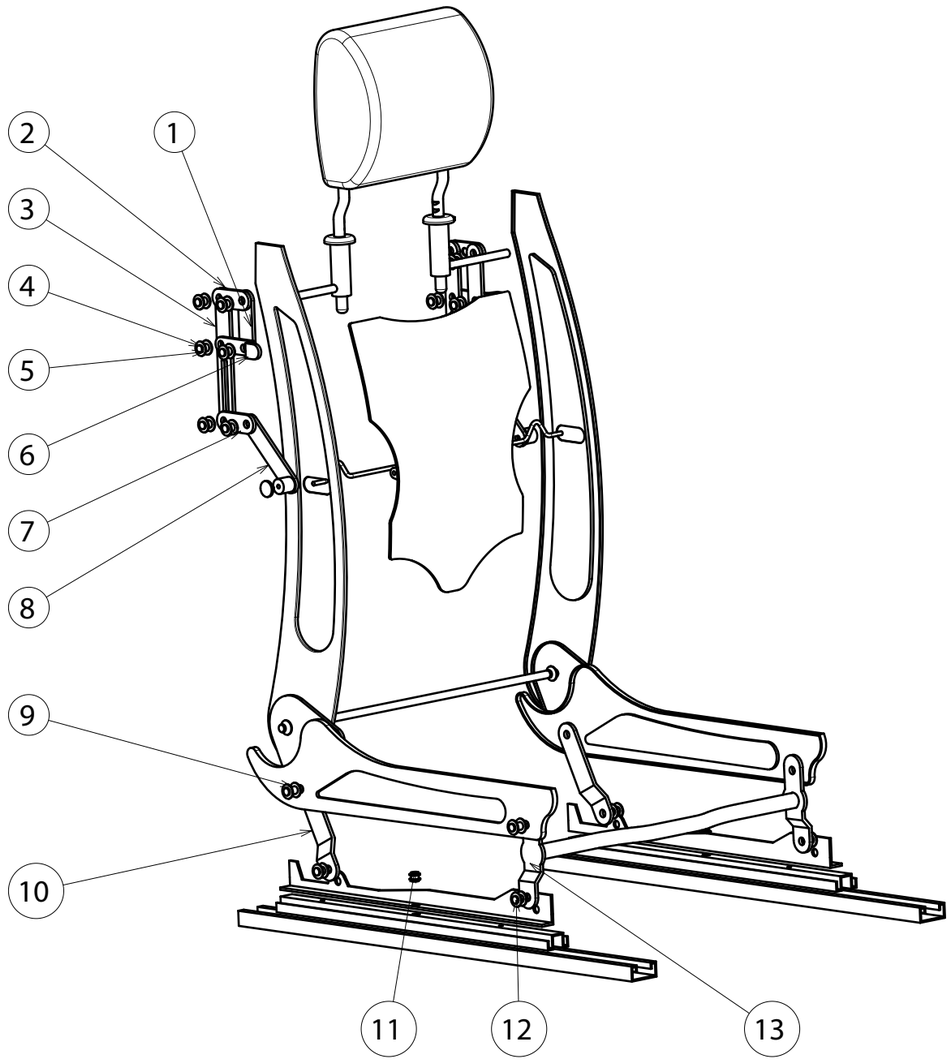




UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

DIBUJADO: Portela		TÍTULO DEL PROYECTO: Modelado de un mecanismo activo para reducir el riesgo de sufrir el Síndrome del Latigazo Cervical mediante la herramienta Working Model 2D.	
FECHA: 03/2021			
FORMATO: A3			
ESCALA: 1:8	MARCA: Conjunto	DESIGNACIÓN: Alzado y perfil: cotas generales	PLANO: 2/15

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto



Nº de Piezas	Denominación	Marca
2	Barra vertical mecanismo activo respaldo	1
2	Barra horizontal mecanismo activo respaldo	2
2	Guía mecanismo activo respaldo	3
12	Eje	4
44	Anillo elástico de seguridad 10 UNE 26074	5
2	Barra horizontal mecanismo activo respaldo	6
2	Barra horizontal mecanismo activo respaldo	7
2	Barra inclinada mecanismo activo respaldo	8
4	Eje	9
2	Barra mecanismo activo asiento	10
2	Eje	11
4	Eje	12
2	Barra mecanismo activo asiento	13

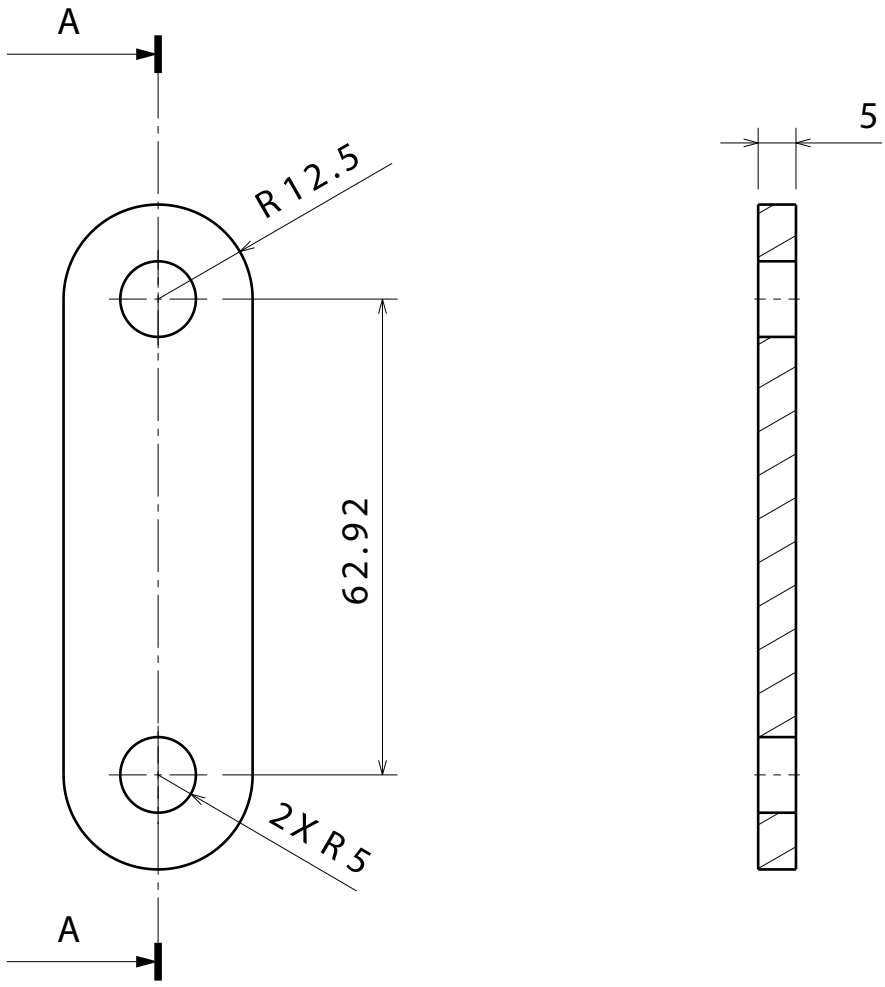
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

DIBUJADO: Portela
FECHA: 03/2021
FORMATO: A3

TÍTULO DEL PROYECTO: Modelado de un mecanismo activo para reducir el riesgo de sufrir el Síndrome del Latigazo Cervical mediante la herramienta Working Model 2D.

ESCALA: 1:8
MARCA: Conjunto
DESIGNACIÓN: Referencia de los elementos
PLANO: 3/15

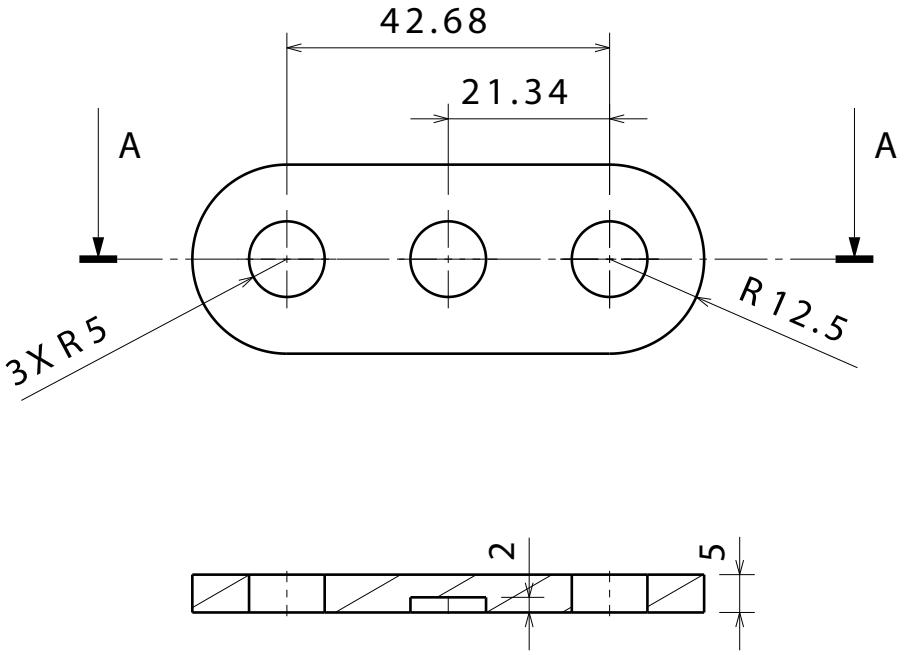
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

DIBUJADO: Portela	TÍTULO DEL PROYECTO: Modelado de un mecanismo activo para reducir el riesgo de sufrir el Síndrome del Latigazo Cervical mediante la herramienta Working Model 2D.
FECHA: 03/2021	
FORMATO: A4	
ESCALA: 1:1	MARCA: 1
DESIGNACIÓN: Barra vertical mecanismo activo respaldo	PLANO: 4/15

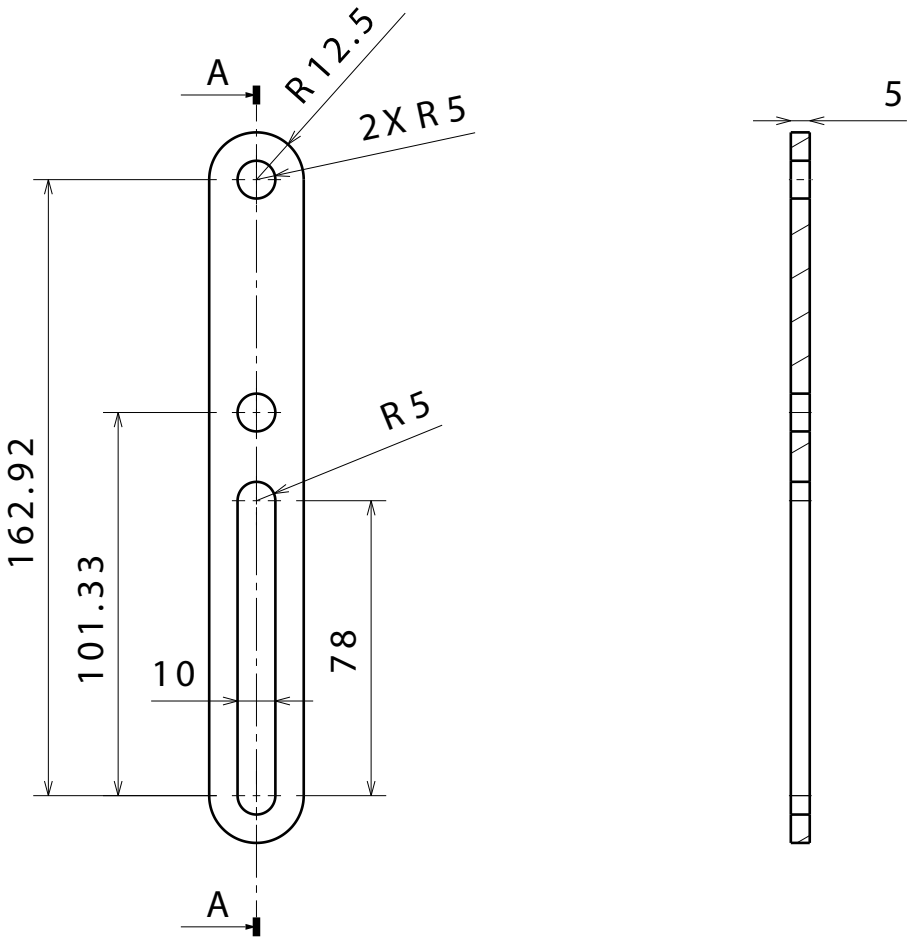
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

DIBUJADO: Portela		TÍTULO DEL PROYECTO: Modelado de un mecanismo activo para reducir el riesgo de sufrir el Síndrome del Latigazo Cervical mediante la herramienta Working Model 2D.	
FECHA: 03/2021			
FORMATO: A4			
ESCALA: 1:1	MARCA: 2	DESIGNACIÓN: Barra horizontal mecanismo activo respaldo	PLANO: 5/15

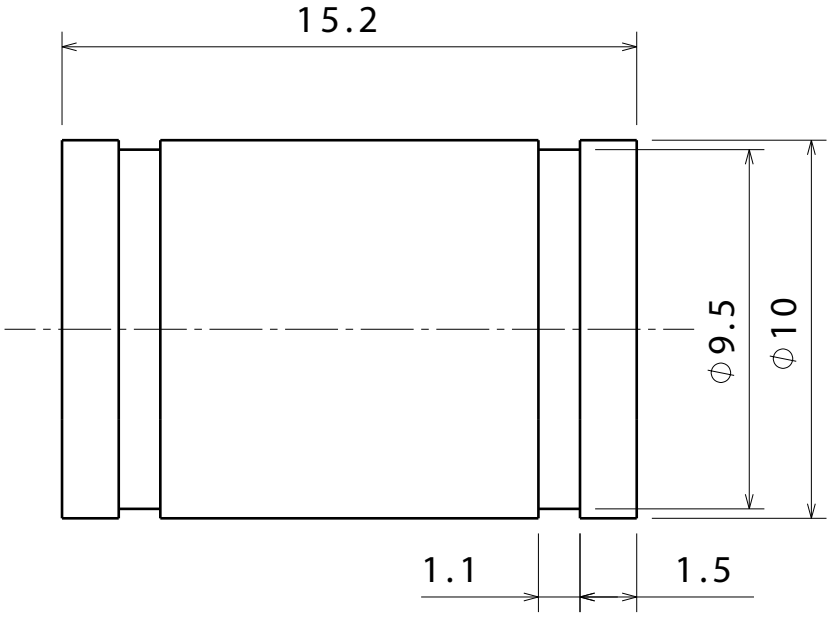
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

DIBUJADO: Portela	TÍTULO DEL PROYECTO: Modelado de un mecanismo activo para reducir el riesgo de sufrir el Síndrome del Latigazo Cervical mediante la herramienta Working Model 2D.
FECHA: 03/2021	
FORMATO: A4	
ESCALA: 1:2 / MARCA: 3	DESIGNACIÓN: Guía mecanismo activo respaldo / PLANO: 6/15

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

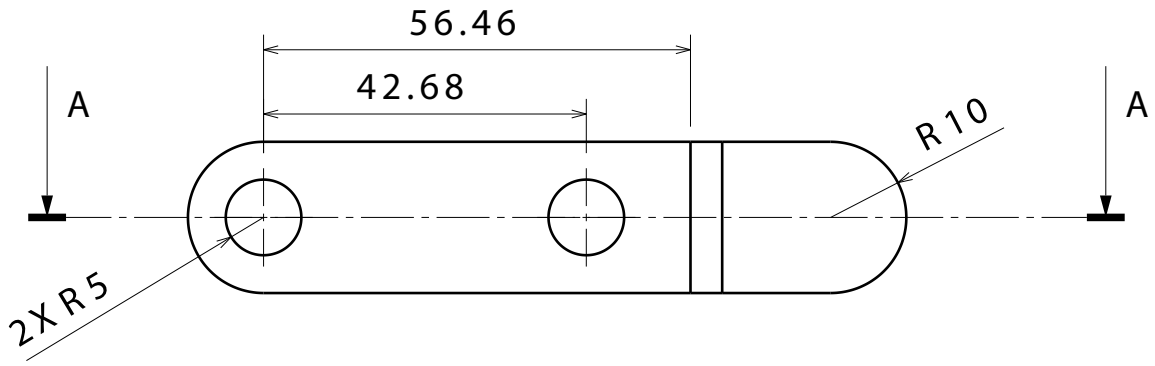


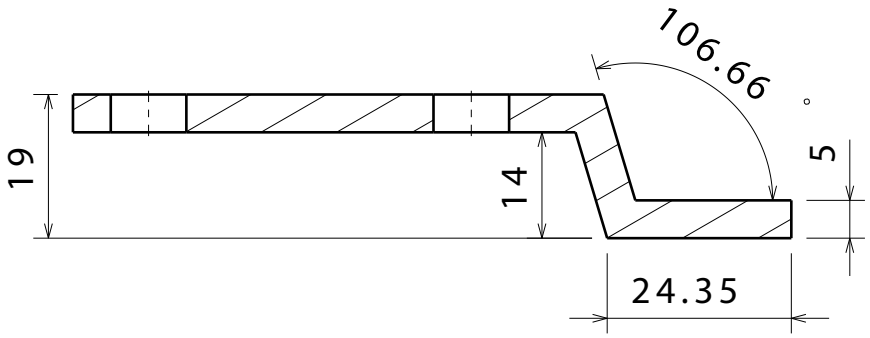
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

DIBUJADO: Portela		TÍTULO DEL PROYECTO: Modelado de un mecanismo activo para reducir el riesgo de sufrir el Síndrome del Latigazo Cervical mediante la herramienta Working Model 2D.	
FECHA: 03/2021			
FORMATO: A4			
ESCALA: 5:1	MARCA: 4	DESIGNACIÓN: Eje	PLANO: 7/15

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

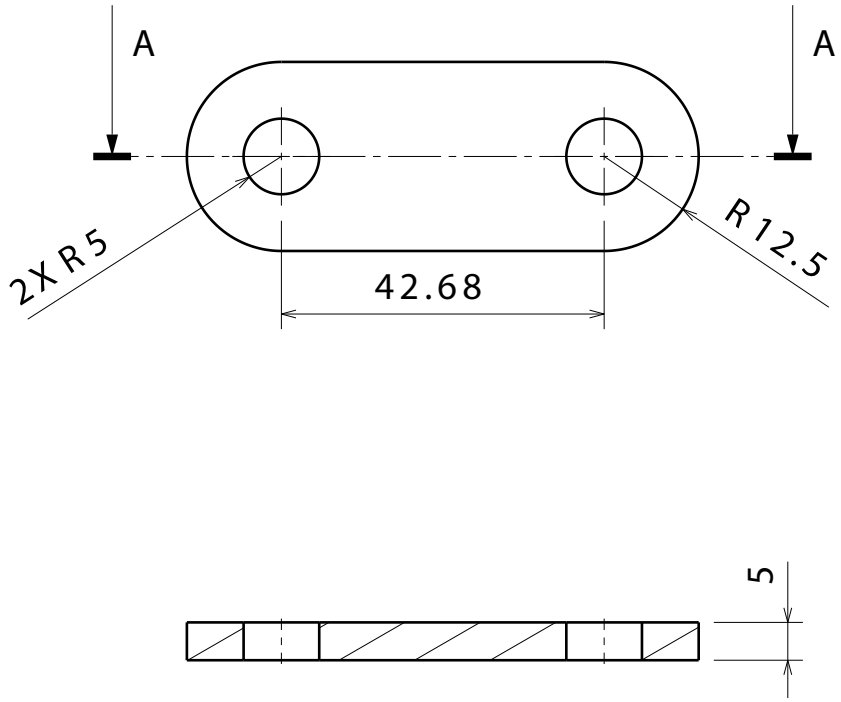




UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

DIBUJADO: Portela		TÍTULO DEL PROYECTO: Modelado de un mecanismo activo para reducir el riesgo de sufrir el Síndrome del Latigazo Cervical mediante la herramienta Working Model 2D.	
FECHA: 03/2021			
FORMATO: A4			
ESCALA: 1:1	MARCA: 6	DESIGNACIÓN: Barra horizontal mecanismo activo respaldo	PLANO: 8/15

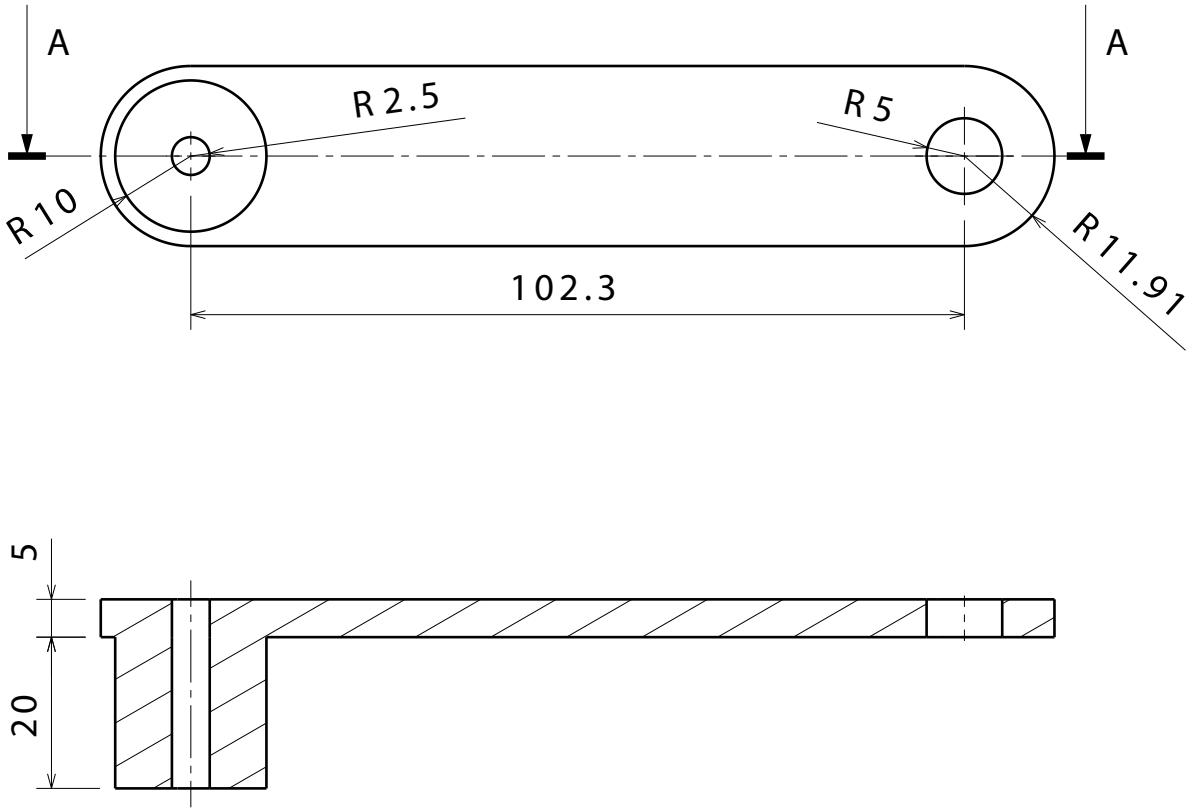
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

DIBUJADO: Portela		TÍTULO DEL PROYECTO: Modelado de un mecanismo activo para reducir el riesgo de sufrir el Síndrome del Latigazo Cervical mediante la herramienta Working Model 2D.	
FECHA: 03/2021			
FORMATO: A4			
ESCALA: 1:1	MARCA: 7	DESIGNACIÓN: Barra horizontal mecanismo activo respaldo	PLANO: 9/15

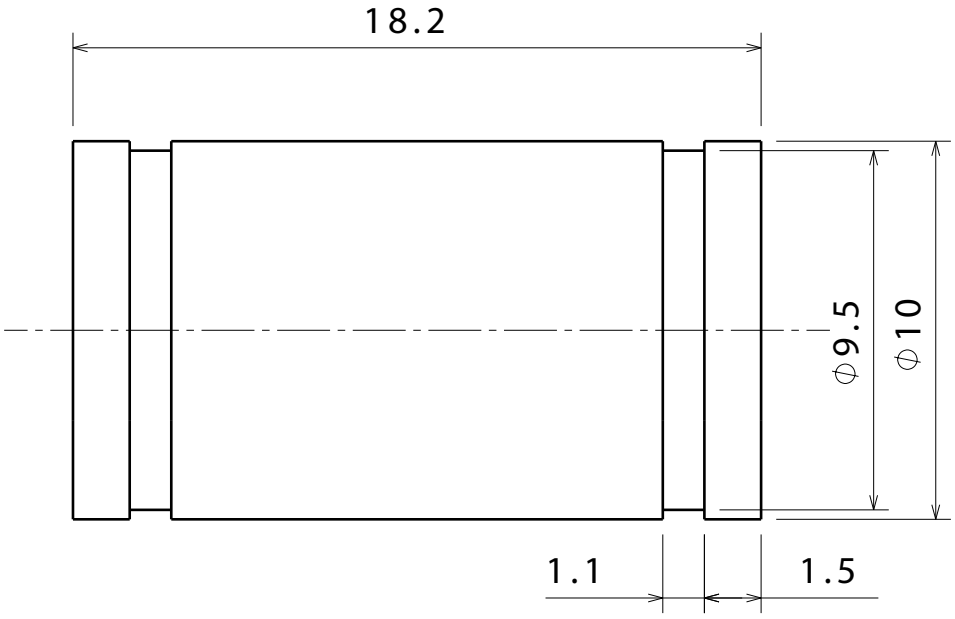
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

DIBUJADO: Portela		TÍTULO DEL PROYECTO: Modelado de un mecanismo activo para reducir el riesgo de sufrir el Síndrome del Latigazo Cervical mediante la herramienta Working Model 2D.	
FECHA: 03/2021			
FORMATO: A4			
ESCALA: 1:1	MARCA: 8	DESIGNACIÓN: Barra inclinada mecanismo activo respaldo	PLANO: 10/15

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

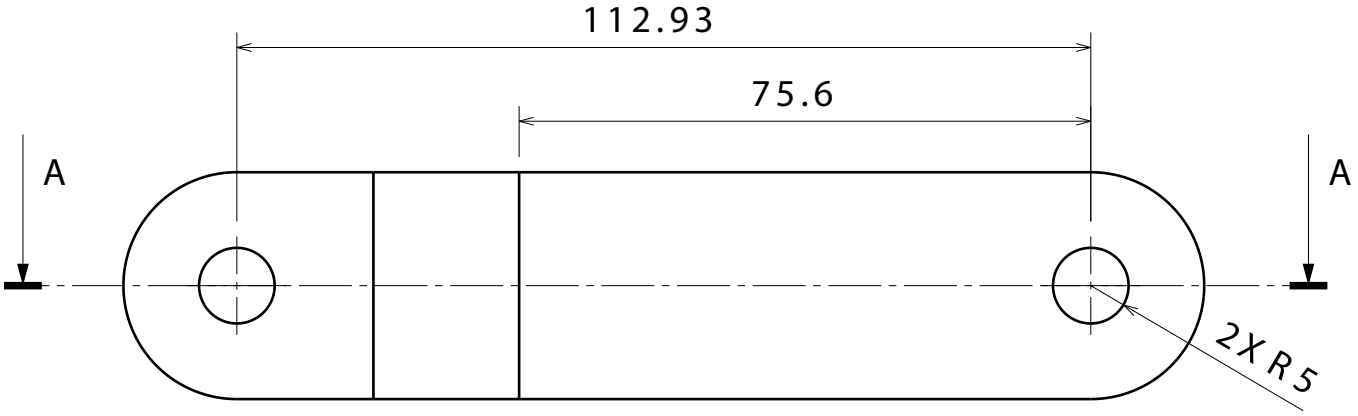


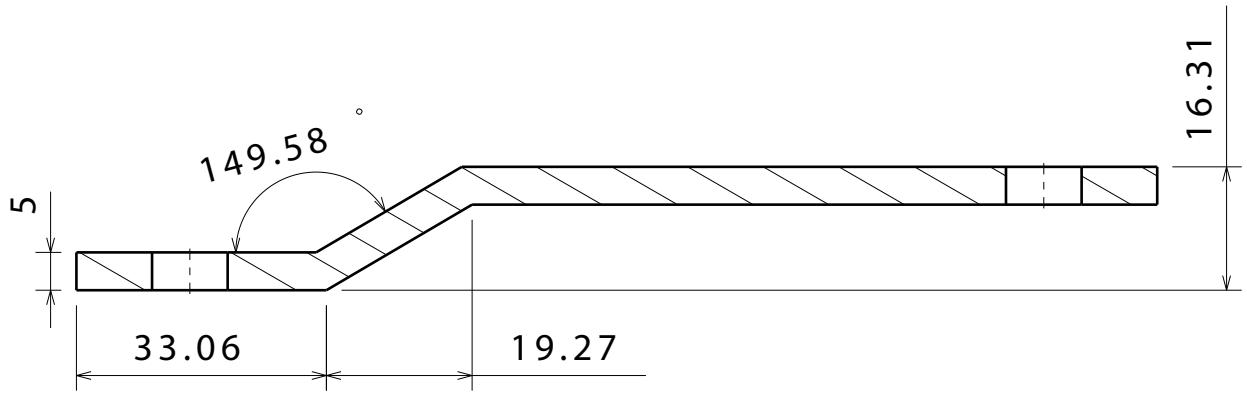
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

DIBUJADO: Portela	TÍTULO DEL PROYECTO: Modelado de un mecanismo activo para reducir el riesgo de sufrir el Síndrome del Latigazo Cervical mediante la herramienta Working Model 2D.
FECHA: 03/2021	
FORMATO: A4	
ESCALA: 5:1	MARCA: 9
DESIGNACIÓN: Eje	PLANO: 11/15

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

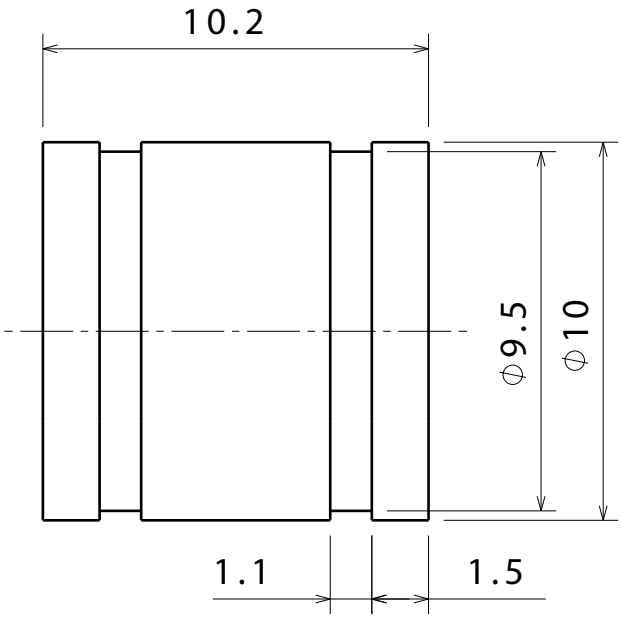




UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

DIBUJADO: Portela		TÍTULO DEL PROYECTO: Modelado de un mecanismo activo para reducir el riesgo de sufrir el Síndrome del Latigazo Cervical mediante la herramienta Working Model 2D.	
FECHA: 03/2021			
FORMATO: A4			
ESCALA: 1:1	MARCA: 10	DESIGNACIÓN: Barra mecanismo activo asiento	PLANO: 12/15

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

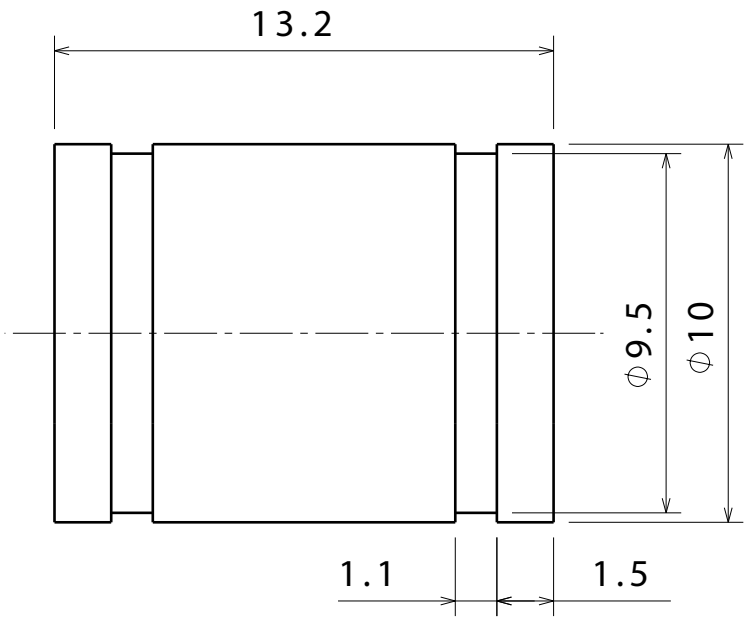


UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

DIBUJADO: Portela		TÍTULO DEL PROYECTO: Modelado de un mecanismo activo para reducir el riesgo de sufrir el Síndrome del Latigazo Cervical mediante la herramienta Working Model 2D.	
FECHA: 03/2021			
FORMATO: A4			
ESCALA: 5:1	MARCA: 11	DESIGNACIÓN: Eje	PLANO: 13/15

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

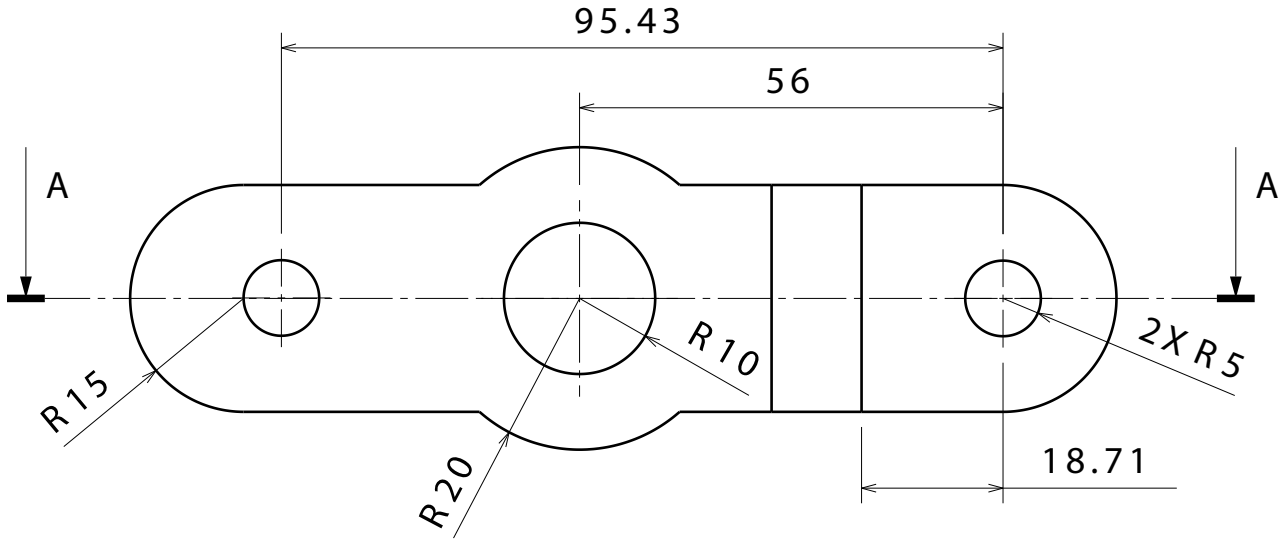


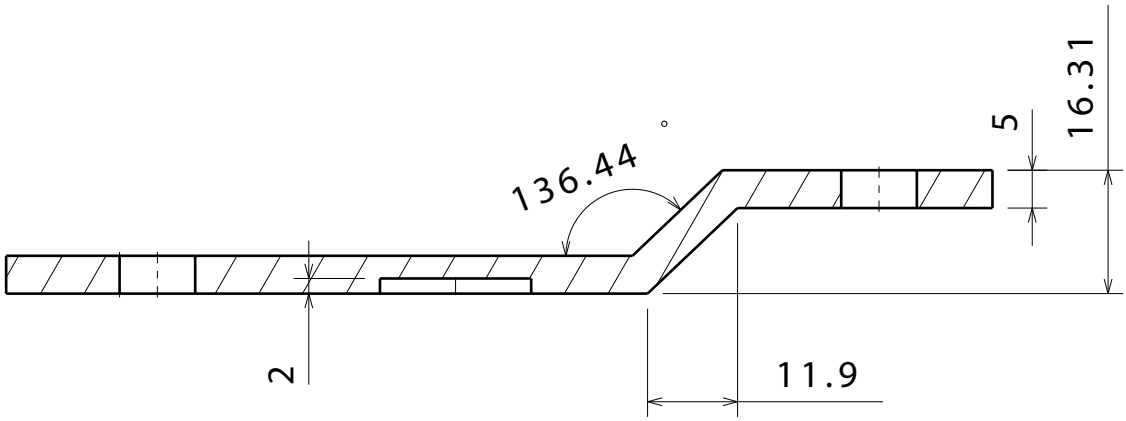
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

DIBUJADO: Portela		TÍTULO DEL PROYECTO: Modelado de un mecanismo activo para reducir el riesgo de sufrir el Síndrome del Latigazo Cervical mediante la herramienta Working Model 2D.	
FECHA: 03/2021			
FORMATO: A4			
ESCALA: 5:1	MARCA: 12	DESIGNACIÓN: Eje	PLANO: 14/15

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto





UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

DIBUJADO: Portela		TÍTULO DEL PROYECTO: Modelado de un mecanismo activo para reducir el riesgo de sufrir el Síndrome del Latigazo Cervical mediante la herramienta Working Model 2D.	
FECHA: 03/2021			
FORMATO: A4			
ESCALA: 1:1	MARCA: 13	DESIGNACIÓN: Barra mecanismo activo asiento	PLANO: 15/15

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto