



Trabajo Fin de Grado

Estrategias de Diseño y Fabricación de Toboganes Metálicos Bajo Demanda Strategies for the Design and Manufacturing of Metal Slides on Demand

Autor/es

Adelaida Enguita Orta

Director/es

Emilio Royo

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2017

1. ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DE TOBOGANES METÁLICOS BAJO DEMANDA

RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Grado plantea la definición de estrategias de diseño y fabricación de toboganes tubulares metálicos bajo demanda.

Tras un estudio de mercado de este sector mediante el análisis de la oferta de este tipo de elemento de las principales empresas del sector se ha concluido que, en la actualidad, la oferta en España de este tipo de producto es prácticamente nulo, por lo que su desarrollo es de gran interés. De este modo, podrá comercializarse en empresas de parques infantiles que deseen diferenciarse de sus competidores directos, así como venderse para eventos especiales, centros comerciales y grandes superficies que quieran ofrecer un elemento innovador a sus clientes.

Así pues, tras el estudio y revisión de la normativa vigente respecto a áreas de juegos, así como del material óptimo a escoger, se han definido los casos técnicos sobre los que se aplicará la metodología de diseño.

De este modo, se desarrolla una metodología de diseño CAD 3D mecánico para el diseño paramétrico de este tipo de tobogán, considerando en todo momento la posterior fabricación de los distintos componentes, sobre todo el conformado de la chapa, mediante el curvado de ésta.

Además, se planifican los distintos sistemas de fabricación a seguir para el óptimo conformado de la chapa y montaje del tobogán.

Asimismo, se ha realizado un estudio de costes para comprobar su viabilidad a la hora de su posible comercialización.

Por último, se ha desarrollado y fabricado un prototipo para la realización de pruebas y análisis del diseño y fabricación para posibles mejoras posteriores.

2. DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD



Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

TRABAJOS DE FIN DE GRADO / FIN DE MÁSTER

D./D^a. Adelaida Enguita Orta,

con nº de DNI 73025582F en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo

de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la

Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
Grado _____, (Título del Trabajo)

ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DE TOBOGANES METÁLICOS BAJO DEMANDA

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, a 19 de junio de 2017

Fdo: Adelaida Enguita Orta

3. TABLA DE CONTENIDOS

1. ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DE TOBOGANES METÁLICOS BAJO DEMANDA.....	2
2. DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD.....	3
3. TABLA DE CONTENIDOS.....	4
4. INTRODUCCIÓN	9
4.1 Objeto	9
4.2 Antecedentes y Alcance	9
5. ESTADO DEL ARTE.....	10
5.1 Revisión de Normativa Vigente	10
5.1.1 UNE-EN 1176:3	11
5.2 Estudio de mercado	13
6. ELECCIÓN DEL MATERIAL	18
6.1 Propiedades a Considerar.....	18
6.2 Material Seleccionado	19
7. DEFINICIÓN DE CASOS TÉCNICOS.....	20
7.1 Tipos de Toboganes	20
7.1.1 Tobogán recto.....	20
7.1.2 Tobogán curvado a 90 ⁰	21
7.2 Tipos de Salidas	21
7.2.1 Salida Recta.....	21
7.2.2 Salida Inclinada	22
8. DISEÑO MECÁNICO DE COMPONENTES.....	23
8.1 Solid Edge	23
8.2 Metodología establecida	23
8.2.1 Modelo Recto	23
8.2.2 Modelo Curvo	32
8.2.3 Modelado de Brida	35
9. ESTUDIO DE CARGAS	37
10. ANÁLISIS DE SISTEMAS DE FABRICACIÓN.....	42
10.1 Corte	43
10.2 Curvado.....	43
10.3 Soldadura de cada segmento	44
10.4 Soldadura entre segmentos	44
10.5 Soldadura de elementos adicionales.....	44
10.6 Decapado.....	45
10.7 Acabado superficial	45
10.8 Embalaje	45

11 PROTOTIPO	46
11.1 Adaptación del diseño	46
11.2 Fabricación.....	49
12. ANÁLISIS DEL DISEÑO	51
13. ANÁLISIS DE COSTE.....	52
14. CONCLUSIONES.....	53
15. BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXO 1. Normativa Vigente	56
ANEXO 2. Estudio de Mercado Detallado.....	57
ANEXO 3. Datos técnicos del Acero Inoxidable AISI 304.....	63
ANEXO 4. Modelización en Solid Edge de tobogán recto	64
ANEXO 5. Modelización en Solid Edge de Salida Recta.....	73
ANEXO 6. Modelado de Salida Inclínada	83
ANEXO 7. Modelización en Solid Edge de Brida	90
ANEXO 8. Modelización en Solid Edge del Prototipo	92
ANEXO 9. Análisis de Coste	100
ANEXO 10. Análisis de Cargas.....	108
ANEXO 11. Planos	119

Índice de figuras

1. Normativa de la sección de salida	13
2. Continuación del final del tobogán hasta el suelo	13
3. Final de un tobogán por encima del suelo (H= altura final de la salida del tobogán).	13
4. Tobogán de E. Beckmann	16
5. Modelo de tobogán curvo ofertado por Wiegand	17
6. Tobogán recto.....	20
7. Tobogán con salida recta	21
8. Tobogán con salida inclinada.....	22
9. Trayectoria del tobogán	25
10. Delimitación de los tramos.....	25
11. Creación de superficies.....	26
12. Cuerpos agregados	27
13. Perfil de sección de salida	28
14. División de la superficie.....	29
15. Perfil de sección de salida	29
16. Apoyo superior	30
17. Apoyo inferior.....	30
18. Trayectoria de salida inclinada	31
19. Perfil de salida inclinada	31
20. Tobogán con salida inclinada	32
21. Círculos auxiliares	33
22. Superficies auxiliares	34
23. Cuerpos creados en tobogán inclinado	34
24. Modelado de brida	35
25. Guía de colocación de tornillos	36
26. Tabla de carga vertical total	37
27. Distribución de cargas	38
28. Cargas aplicadas	40
29. Restricciones aplicadas.....	40
30. Resultados de traslación total	40
31. Traslación total 1	40
32. Resultados tensión von Mises	41
33. Tensión de Von Mises 1.....	41
34. Diagrama de procesos	42
35. Curvadora de 4 cilindros.....	43
36. Trayectoria del prototipo	47
37. Sección de deslizamiento modificada	47
38. Sección de salida modificada.....	48
39. Modelización prototipo	49
40. Sección de deslizamiento del prototipo	49
41. Fabricación del prototipo	50
42. Perfil de sección curva.....	51
43- Modelo 1 de sección de entrada de Atlantics.....	57
44- Modelo 2 de sección de entrada de Atlantics.....	57
45- Modelo de sección de salida de Atlantics según requerimiento	58
46- Opción de motivos de decoración por Atlantics	58

47-Opción 1 de recubrimiento en pintura por Atlantics	58
48-Opción 2 de recubrimiento en pintura por Atlantics	59
49-Opción de recubrimiento en pintura y motivos decorativos	59
50-Modelo ofertado por E. Beckmann	60
51-Modelado 3D del modelo ofertado por E. Beckmann	60
52-Precio de los toboganes ofertados por E. Beckmann	61
53-Modelo de tobogán recto ofertado por Wiegand	62
54-Modelo de tobogán curvo ofertado por Wiegand	62
55-Modelo de tobogán a demanda ofertado por Wiegand	62
56-trayectoria del tobogán.....	64
57. Trayectoria con leyenda	65
58. Trayectoria modificada.....	65
59- Parametrización de la trayectoria	66
60- Delimitación de los tramos.....	66
61- Creación de BlueSurfs.....	67
62- Superficies auxiliares	68
63- Curvas isoclinas	69
64- Superficie reglada.....	70
65- Cuerpos de pieza agregados.....	71
66- Proyección de la trayectoria.....	72
67- Perfil de sección de salida	73
68- Proyección del perfil de salida.....	74
69-División de la superficie.....	75
70. Creación de salida.....	75
71. Boceto círculo guía	76
72. Detalle curva de unión.....	77
73. Opciones de barrido correctas	78
74.Creación pasamanos.....	79
75. boceto apoyo superior	80
76. superficie auxiliar.....	80
77. Agujeros creados	81
78. Boceto apoyo inferior	81
79. Apoyos	82
80. Modelización tobogán con salida inclinada	83
81. Trayectoria modificada.....	84
82. Perfil sección de salida	85
83. diseño de salida	86
84. Diseño sección de salida 2	87
85. Superficie auxiliar de sección de salida	87
86. Sección de salida completa	88
87. Sección de salida con pasamanos.....	89
88. Diseño de brida.....	90
89. Modelado de brida	91
90. herramienta buscar objetivo	92
91. Trayectoria modificada.....	92
92. sección de deslizamiento modificada.....	93
93. Sección de deslizamiento actualizada	94

94. Superficies auxiliares	95
95. Pasamanos inferior	96
96. Boceto perpendicular	97
97. Superficies auxiliares de pasamanos	98
98. Intersección de tubos	98
99. Modelado de prototipo completo	99
100. Longitud del tobogán	109
101. Superficie de aplicación de carga 1	110
102 Superficie de aplicación de carga 2	110
103. Superficie de aplicación de carga 3	111
104. Traslación total 1	113
105. Tensión de Von Mises 1	114
106. Traslación total 2	115
107. Tensión de Von Mises 2	116
108. Traslación total 3	117
109. Tensión de Von Mises 3	118

4. INTRODUCCIÓN

4.1 Objeto

El presente Trabajo de Fin de Grado plantea el diseño estratégico de toboganes tubulares metálicos y la definición de su posterior fabricación. Así pues, se describe la metodología aplicada para su diseño en el apartado 8.2. El método particularizado a través del software Solid Edge se detalla en los Anexos 4-8. Estos toboganes serán bajo pedido individualizado de cada cliente, que tendrá la opción de elegir varios parámetros como su longitud, altura, pendiente y radios de acuerdo, descrito en el apartado 7. De este modo, el diseño del modelo será parametrizable, lo que permitirá facilitar la particularización a cada cliente. El mismo será analizado a través de un análisis de cargas en el apartado 9.

En cuanto a la definición de su fabricación, en el apartado 10 se estudia los distintos procesos posibles a seguir para una máxima optimización de recursos.

Por otra parte, en el apartado 13 se realiza un estudio de costes de la fabricación del mismo para asegurar su viabilidad.

Además, se analizarán los resultados obtenidos tras el desarrollo de la metodología en el apartado 12 y se expondrán las conclusiones tras el mismo en el apartado 14.

4.2 Antecedentes y Alcance

En la actualidad, en España no existen fabricantes de toboganes tubulares de este tipo, por lo que es una gran oportunidad en un mercado aún sin explotar, tal y como se describe en el apartado 5.2.

Por otra parte, varias empresas españolas de productos de parques infantiles compran este tipo de toboganes a empresas extranjeras y los añaden a su oferta de conjuntos, casuística que indica que este tipo de toboganes son bien recibidos en el mercado español. Este es el caso de la empresa con amplia experiencia en equipamientos urbanos que, interesada en desarrollar este tipo de toboganes, propone a la universidad como Trabajo de Fin de Grado el diseño de éstos. Así pues, a partir de sus objetivos he desarrollado este TFG fuera del marco de prácticas académicas.

5. ESTADO DEL ARTE

5.1 *Revisión de Normativa Vigente*

Según define la R.A.E., un parque infantil es un *“espacio, generalmente acotado, dotado de diversas instalaciones, como columpios y toboganes, para diversión de los niños”*. Así pues, éstos deben regirse por estrictas normas que velen por la seguridad e integridad física de sus ocupantes y aseguren una calidad adecuada.

En la actualidad, está vigente una normativa Europea clara y minuciosa de obligado cumplimiento por fabricantes de juegos, instaladores e inspectores respecto a parques infantiles:

- UNE-EN 1176-1:2009 Equipamiento de las áreas de juego y superficies, cuyos apartados se detallan en el Anexo 1.
- UNE 147103:2001 Planificación y gestión de las áreas y parques de juego al aire libre.
- UNE 172001:2004 IN Señalización de las áreas de juego.

Por otra parte, en España no existe un Real Decreto que actúe como mecanismo regulador a través del que se sancionen las Inspecciones Principales Anuales que se llevan a cabo para certificar e inspeccionar un área de juego.

Estas inspecciones se realizan para comprobar el nivel de seguridad global de los equipamientos, cimientos y superficies, incluyendo las posibles variaciones efectuados como resultado de la evaluación de las medidas de seguridad, los efectos de las inclemencias del tiempo, la presencia de pudrimiento o corrosión y cualquier variación del nivel de seguridad de los equipamientos que han sido reparados y modificados, tal y como se indica en el apartado 6.2 de la EN 1176-7:2008.

Exclusivamente las comunidades autónomas de Andalucía y Galicia poseen una legislación propia a través de decretos que sancionan a aquellos que carezcan de un parque infantil acorde a la normativa aplicable.

Decretos de Galicia y Andalucía:

- Decreto 127/2001 de 5 de junio de la Junta de Andalucía

- Decreto 24/2003 de 24 de Abril de la Xunta de Galicia

5.1.1 UNE-EN 1176:3

La parte de la norma UNE 1176 en la que se centrará el estudio es la parte 3:2008, *Requisitos de seguridad y métodos de ensayo adicionales específicos para toboganes*.

En ella se incluyen términos y definiciones que serán utilizados a lo largo de la memoria y que se detallan a continuación:

Definiciones

Tobogán: estructura con superficie o superficies inclinadas que contienen y guían al usuario que se desliza en un recorrido definido.

Tobogán Ondulado: tobogán con una o más variaciones en la pendiente en la sección de deslizamiento.

Tobogán combinado: tobogán cuyo acceso a su sección de inicio únicamente es posible atravesando otros equipos o partes de estos.

Tobogán curvo: tobogán cuya sección de deslizamiento es curvada.

Tobogán túnel: tobogán cuya sección de deslizamiento tiene una sección transversal cerrada.

Sección de inicio: sección sobre la que el usuario puede ponerse en posición de deslizamiento.

Sección de deslizamiento: sección en la que el usuario está sujeto a un movimiento forzado.

Sección de salida: sección en la que la velocidad del usuario se reduce para permitir una salida segura del tobogán.

El caso de estudio va a tratarse de toboganes combinados y túnel, por lo que los requisitos de seguridad serán los aplicables a estos.

Requisitos de Seguridad

○ **Sección de inicio**

Sea cual sea el tipo de tobogán, la sección de inicio debe ser al menos de 350mm de longitud.

Además, debe tener una tolerancia en la pendiente hacia debajo de 0 a 5° en la dirección de deslizamiento, efectuando la medición en la línea central de la sección de inicio.

Dicho esto, en este caso, al ser un tobogán de tipo combinado, se puede utilizar la plataforma de acceso como sección de inicio.

○ **Sección de deslizamiento**

En esta sección, el ángulo de inclinación respecto a la horizontal de la sección de deslizamiento no debe superar los 60° en ningún punto y como promedio no debe superar los 40°. Además, ésta debe medirse desde la línea central.

Por otra parte, si la variación en el ángulo de inclinación del tobogán es superior a 15°, excepto para la zona de transición entre las secciones de inicio y de deslizamiento, el ángulo debe tener el siguiente radio para evitar que el usuario se eleve en el aire involuntariamente:

- en los primeros 2m de desnivel, al menos 450mm.
- en el resto del tobogán, al menos 1m.

○ **Sección de salida**

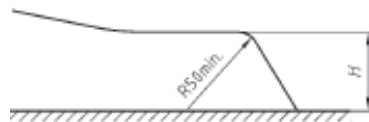
Todos los tipos de toboganes deben incluir una sección de salida. Estas se dividen en 2 tipologías:

- Tipo 1: sección de salida corta y área de impacto larga. En este tipo la inclinación de la sección de salida debe ser de 10° como máximo.
- Tipo 2: sección de salida larga y área de impacto corta. En este tipo la inclinación de la sección de salida debe ser de 5° como máximo

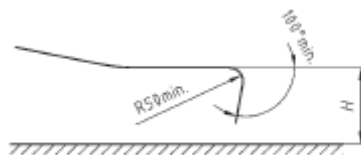
La longitud y la altura final (H) de la sección de debe ser tal y como se indica en la siguiente tabla.

Longitud de la sección de deslizamiento B	Longitud mínima de la sección de salida C		Altura del final de la sección de salida H
	Tipo 1 $\alpha=10^{\circ}$ máx	Tipo 2 $\alpha=5^{\circ}$ máx	
≤ 1500	300		≤ 200
> 1500 ≤ 7500	> 500 Con el final del tobogán según las figuras 6 ó 7	$> 0,3x$ la longitud de la sección de deslizamiento, B	≤ 350
> 7500	> 1500 Con el final del tobogán según las figuras 1 ó 2		

1. Normativa de la sección de salida



2. Continuación del final del tobogán hasta el suelo



3. Final de un tobogán por encima del suelo (H= altura final de la salida del tobogán)

5.2 Estudio de mercado

En la actualidad, la competencia en España respecto a fabricantes de toboganes de acero inoxidable es inexistente, ya que por el momento en España ninguna empresa ha llevado a cabo el diseño y puesta en venta de toboganes de acero inoxidable.

Respecto al grado de relevancia, este tipo de producto satisface una necesidad de forma distinta a la manera en la que se está haciendo actualmente. La extensa mayoría de fabricantes de toboganes en España se basan en la utilización del plástico como materia prima y el moldeo como proceso de fabricación, técnica que dificulta la adaptación a diferentes geometrías.

Así pues, mediante el diseño parametrizado, que permite la fácil adaptación y modificación del diseño según las necesidades específicas de cada cliente y el conformado de chapa metálica, se completa un espacio libre de competidores en el mercado.

En cuanto al target o cliente objetivo, debido a las características del acero inoxidable, el grupo al que se dirigirá este tipo de producto de forma prioritaria será a zonas geográficas en las que no se alcancen temperaturas extremadamente elevadas.

Respecto al resto de Europa, existe un mayor número de competidores en cuanto al diseño y fabricación de este tipo de producto.

○ **Atlantics**

El fabricante más importante es Atlantics, empresa alemana creada en 1992 dedicada exclusivamente a la fabricación y venta de distintos tipos de toboganes de acero inoxidable a demanda, como pueden ser toboganes de juego, de evacuación o de parques acuáticos.

La empresa ofrece un amplio abanico de oferta en cuanto a diseños de secciones de entrada al tobogán:



3. Modelo de sección de entrada de Atlantics

También ofrece distintos tipos de secciones de salida según los requerimientos de seguridad, opción de añadir varios motivos de decoración, recubrimientos en pintura y distintos motivos de decoración.



5. Opción de recubrimiento en pintura y motivos decorativos

Por otra parte, la empresa posee el certificado EN 1090 -2 Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.

Respecto al precio, esta empresa ofrece presupuesto personalizados a cada cliente potencial según sus necesidades y requerimientos por lo que no nos es posible concretar un coste estandarizado.

- **E.Beckmann**

Otra empresa que ofrece este tipo de producto es E.Beckmann, negocio familiar alemán creado en 1985 dedicado a la manufactura de equipamiento de parques infantiles y toboganes siguiendo la norma EN-1176.

A diferencia de Atlantics, esta empresa ofrece toboganes estandarizados, siempre en stock y disponibles para enviar al día siguiente a la compra a cualquier punto del mundo.



4. Tobogán de E.Beckmann

En cuanto al precio, el tobogán de 1,5m de altura cuesta 1940,75€, el de 2m 2202,95€ y el de 2,5m 2540,60€ tal y como se puede comprobar en el Anexo 2.

- **Wiegand**

Wiegand es una empresa familiar de tamaño medio con sede en Rasdorf, Alemania, fundada en 1963.

Además de otros productos, esta empresa ofrece toboganes tubulares de acero inoxidable simples estandarizados, o bajo demanda, personalizados para eventos.

La empresa ofrece un paquete integral de servicios que incluyen desde una planificación previa hasta el montaje completo, incluyendo el diseño, producción y construcción.



5. Modelo de tobogán curvo ofertado por Wiegand

6. ELECCIÓN DEL MATERIAL

Una de las decisiones por las que realizar el tobogán en acero inoxidable es debido a las propiedades y características de este material, tal y como se detallan a continuación:

6.1 Propiedades a Considerar

Propiedades mecánicas

Como material, el acero inoxidable ostenta excelentes propiedades mecánicas a temperatura ambiente, temperatura en la que se encontrará durante toda su vida útil, a diferencia de otros materiales, lo que permitirá reducir el espesor del material y por lo tanto, el coste final del tobogán.

Además, su exposición a bajas temperaturas no implica un riesgo de rotura o fragilización, lo que resulta en una gran ventaja para su disposición en localizaciones con bajas temperaturas durante todo el año.

Por otra parte, el acero inoxidable presenta una alta dureza y una buena resistencia al desgaste, tal como puede ser a los golpes, al roce y a la abrasión que va a sufrir debido a la utilización de los distintos usuarios.

Propiedades estéticas

El acero inoxidable puede presentarse en multitud de acabados superficiales que permiten ofrecer una gran versatilidad a la hora de ofrecer distintas alternativas personalizadas al cliente según sus requerimientos o necesidades.

Así pues, este material puede ofrecerse en acabado brillo, satinado, mate o grabado.

Además, el material permite dibujos grabados o pintura, lo cual le ofrece un abanico de posibilidades casi infinita.

Resistencia al fuego

Una de las mayores ventajas de este material respecto al plástico es su alta resistencia al fuego, con una temperatura de fluencia superior a 800°C.

Además, este material posee la clasificación A2S1d0 en cuanto a resistencia al fuego y no desprende humos tóxicos, característica relacionada con la siguiente propiedad.

Capacidad de Reciclaje

El acero inoxidable es un material completamente inerte en cuanto a su dependencia con el medio ambiente, ya que en contacto con diversas sustancias, como puede tratarse del agua, no desprende sustancias que varíen su composición.

Limpieza

Debido a las circunstancias en las que se va a encontrar el producto, es necesario que el material que se utilice sea fácil de limpiar con productos comunes y fáciles de encontrar. Esta situación se cumple con el acero inoxidable, capaz de limpiarse con productos como detergentes comunes sin dañar la superficie del tobogán ni modificar sus características.

6.2 Material Seleccionado

El acero inoxidable escogido es el AISI304, un material austenítico ya que posee una estructura formada fundamentalmente por austenita a temperatura ambiente.

La austenita es una forma de ordenación de la estructura cristalina de los átomos de hierro y carbono que componen el acero. Esta estructura es cúbica centrada en las caras (FCC), en la que los átomos de hierro se encuentran en los vértices del cubo y el centro de las caras y los átomos de carbono ocupan los huecos internos creados por los átomos de hierro.

Es una aleación no magnética de hierro, cromo, níquel y menos del 0.1% de carbono.

Este acero es uno de los más utilizados de la serie 300 y el más versátil. Ha sido elegido, entre otras características, por sus excelentes propiedades para ser conformado y soldado, ya que no requiere recocido tras esta para que no sufra corrosión.

Además, su resistencia a la corrosión es excelente. En el anexo 3 se detallan los datos técnicos de este material.

7. DEFINICIÓN DE CASOS TÉCNICOS

A la hora de analizar los distintos tipos de variantes de toboganes tubulares de acero inoxidable se ha tenido en cuenta la distinta oferta de nuestros competidores más directos, así como la posible adaptación de la geometría presente en toboganes de plástico.

Así pues, se han definido dos tipos de toboganes tubulares:

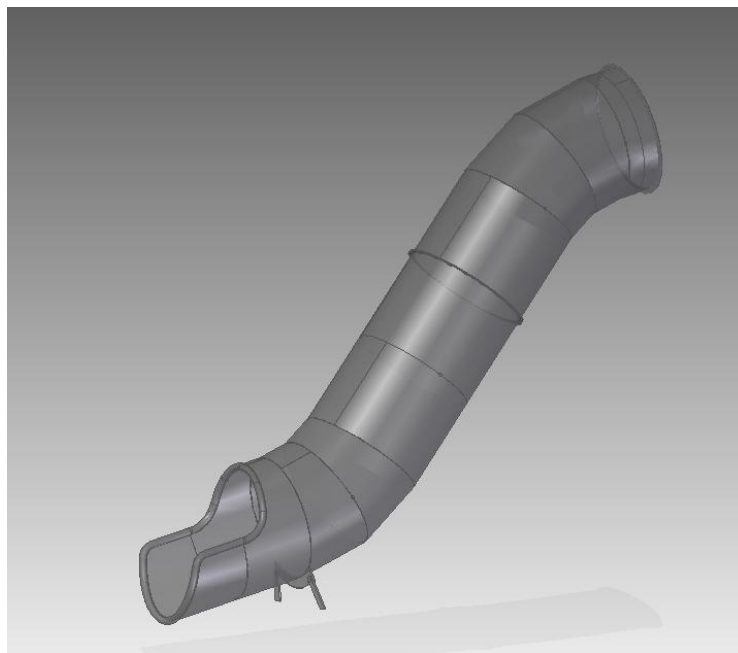
- Tobogán recto
- Tobogán curvado a 90°.

7.1 Tipos de Toboganes

7.1.1 Tobogán recto

Se trata de un tobogán en el que las secciones de inicio y de salida se encuentran alineadas, por lo que la sección de deslizamiento sigue una trayectoria recta.

Estos toboganes podrán ser parametrizados según los requerimientos específicos del cliente, pudiendo definir su altura, longitud, pendiente, radio de curvatura, longitud, sección de inicio y diámetro de éste.



6. Tobogán recto

7.1.2 Tobogán curvado a 90°

En este caso, la sección de deslizamiento del tobogán describe una trayectoria curva en la que se recorren 90°, por lo que la sección de inicio y final se sitúan en dirección perpendicular.

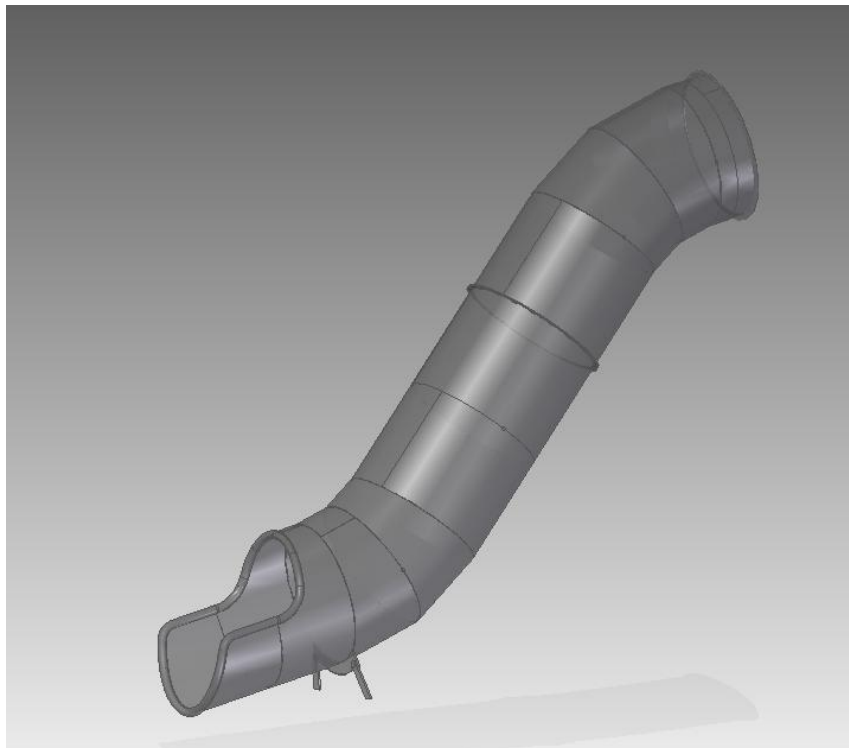
En este caso el cliente puede decidir la distancia entre la sección de inicio y final, la altura del tobogán y el diámetro de éste.

7.2 Tipos de Salidas

Tanto el tobogán recto como el tobogán en L presentan dos tipos de salidas libres de elección por el cliente.

7.2.1 Salida Recta

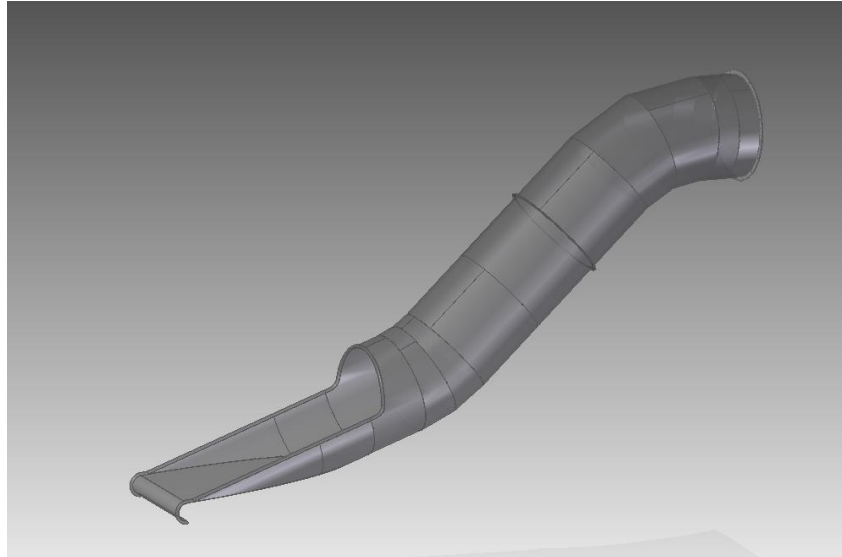
Este tipo de salida, más sencilla en cuanto a su diseño y fabricación, sigue una línea paralela al suelo y necesita unos apoyos para sustentar el tobogán en el suelo.



7. Tobogán con salida recta

7.2.2 Salida Inclinada

Por otra parte, este tipo de salida sigue un ángulo de inclinación que llega al suelo, por lo que no se necesitan apoyos adicionales.



8. Tobogán con salida inclinada

8. DISEÑO MECÁNICO DE COMPONENTES

8.1 *Solid Edge*

El diseño mecánico de los componentes de forma parametrizada se ha llevado a cabo a través de un programa informático de diseño CAD 3D. En concreto, se ha decidido utilizar el programa Solid Edge ST8.

Solid Edge es un programa de diseño asistido por ordenador de piezas tridimensionales. Entre algunas de sus características, este programa permite el modelado de piezas de distintos materiales, entre los que se encuentra el acero inoxidable, elegido como material del tobogán, doblado de chapas, ensamblaje de conjuntos y diversas funciones de dibujo en plano, de gran utilidad.

Además, el programa incorpora un conjunto de soluciones de simulación que permiten no tener que utilizar otros programas para ello.

Por otra parte, permite la importación avanzada de archivos CAD y la exportación en distintos tipos de archivos, lo que permite su compatibilidad con otros programas de diseño.

8.2 *Metodología establecida*

En cuanto a la metodología a seguir, se definen 2 modelos diferenciados:

- Modelo Recto
- Modelo Curvo

Tal y como se ha mencionado anteriormente, se decide llevar a cabo el diseño de 2 modelos de toboganes que, por sus características, requieren dos diseños diferenciados desde un primer momento.

8.2.1 Modelo Recto

A la hora de planificar el diseño, el primer paso ha sido revisar la normativa vigente mencionada anteriormente.

Así pues, según el punto 4.4.1 de la EN 176-3:2008, en la sección de deslizamiento el ángulo de inclinación respecto a la horizontal de la sección de deslizamiento no debe superar los 60° en ningún punto y como promedio no debe superar los 40° , por lo que se ha establecido como parámetro de diseño el ángulo de pendiente de la sección de deslizamiento.

Además, esta opción permite al cliente decidir la pendiente del tobogán siempre y cuando se encuentre dentro de los límites establecidos.

Por otra parte, se definen como parámetros:

- Longitud total del tobogán
- Altura de suelo a plataforma
- Radio de acuerdo entre sección de inicio-sección de deslizamiento
- Radio de acuerdo entre sección de deslizamiento- sección de salida
- Longitud de sección de salida

La decisión de tomar estos parámetros se debe a la gran importancia de éstos de cara a la elección del cliente.

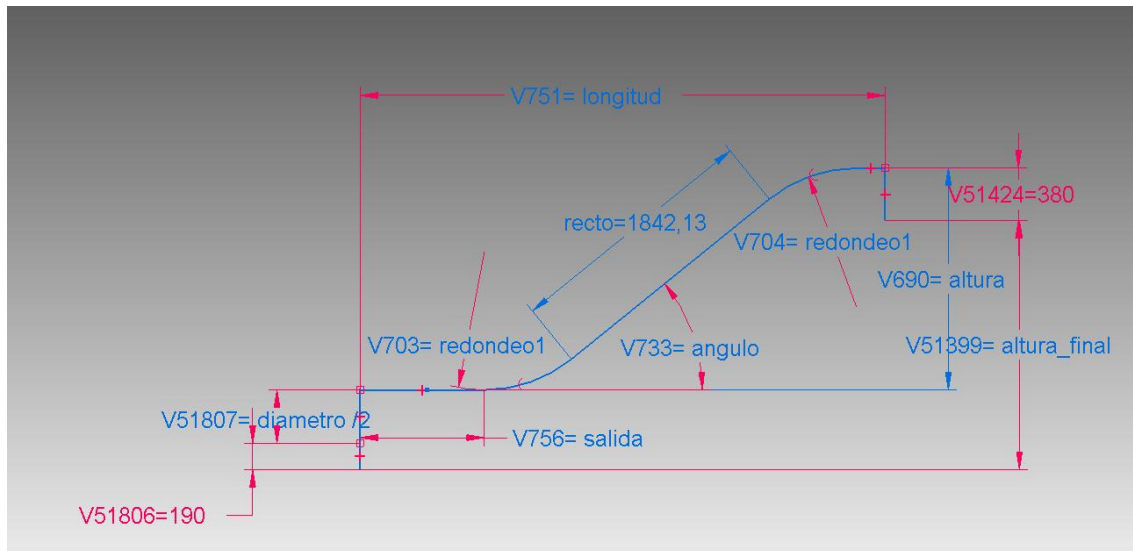
En cuanto a la elección de la longitud de la sección de salida como parámetro, esta se debe a un requerimiento de la normativa, según el punto 4.5 de la EN 1176-3:2008, en el que se especifica la longitud mínima de la sección de salida, que será calculada siguiendo la tabla a partir de las características de parametrización propuestas por el cliente.

En primer lugar se crea la trayectoria que servirá de guía a la hora de parametrizar el tobogán, estará dividida en los 3 tramos en los que se define un tobogán cualquiera:

- Tramo 1: sección de salida
- Tramo 2: sección de deslizamiento
- Tramo 3: sección de salida

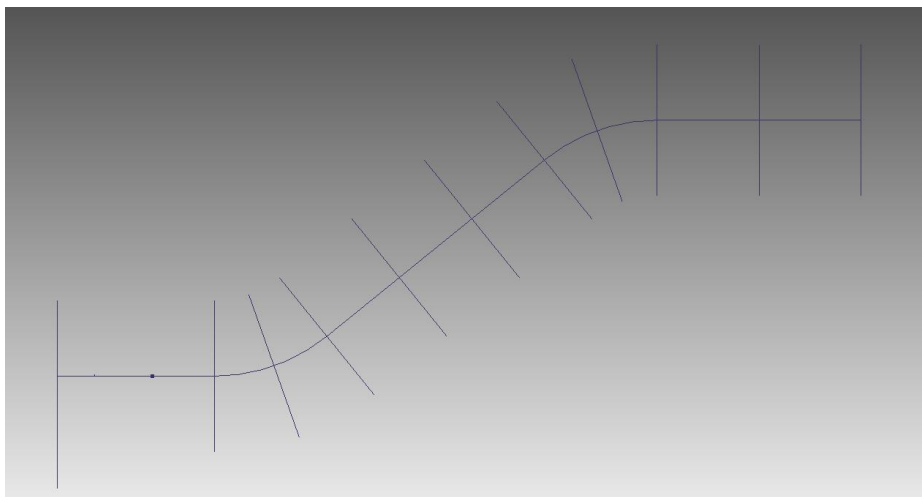
Acotando estas variables se da paso a la posible parametrización de éstas según los requerimientos del cliente.

Posteriormente se añaden unas líneas verticales auxiliares para la parametrización de la altura final del tobogán teniendo en cuenta la altura del tobogán y su elevación del suelo.



9. Trayectoria del tobogán

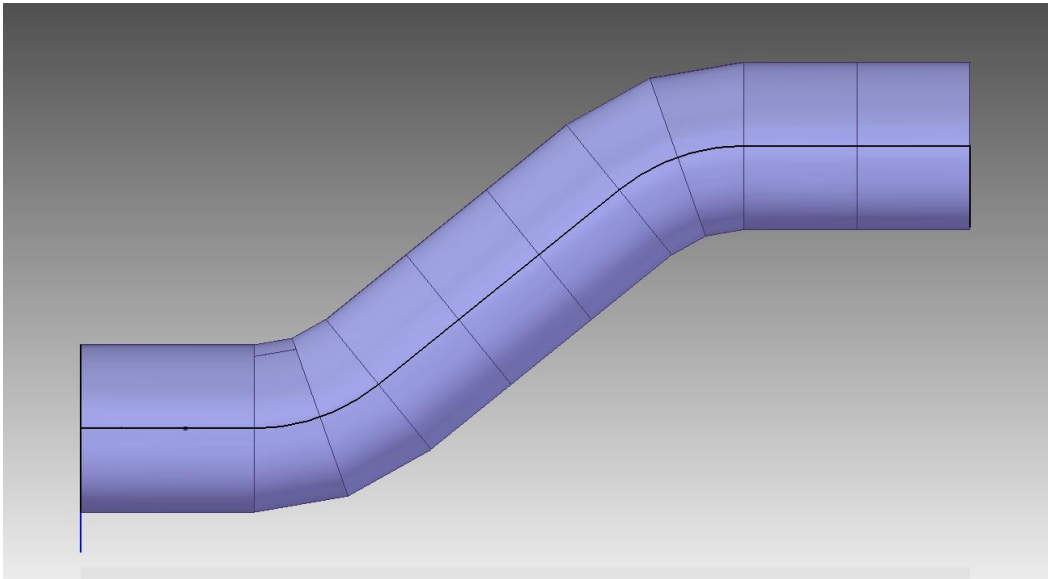
Posteriormente se añaden diversos círculos perpendiculares a la trayectoria que ayudarán a delimitar los tramos en los que se va a dividir el tobogán.



10. Delimitación de los tramos

Como se puede observar en la imagen superior, para facilitar la fabricación se decide dividir los tramos curvos en 2 zonas diferenciadas, el tramo de deslizamiento en 3 y la sección de inicio en 2.

A continuación se crean las superficies de las que consta cada tramo uniendo los círculos contiguos.



11. Creación de superficies

Debido a la necesidad de que los tramos sean segmentos abiertos, se debe introducir una abertura en cada uno de ellos para realizar posteriormente su desarrollo y facilitar su fabricación.

Este ha sido uno de los pasos más problemáticos. Una de las primeras opciones planteadas fue recortar en cada círculo un pequeño segmento de modo que quedara un gran arco de unos 359° , agregar un cuerpo de chapa y crear una pestaña por secciones de modo que se creara el cuerpo del material deseado con la abertura ya realizada. Finalmente el programa no permitió seguir esos pasos y se decidió probar una nueva alternativa.

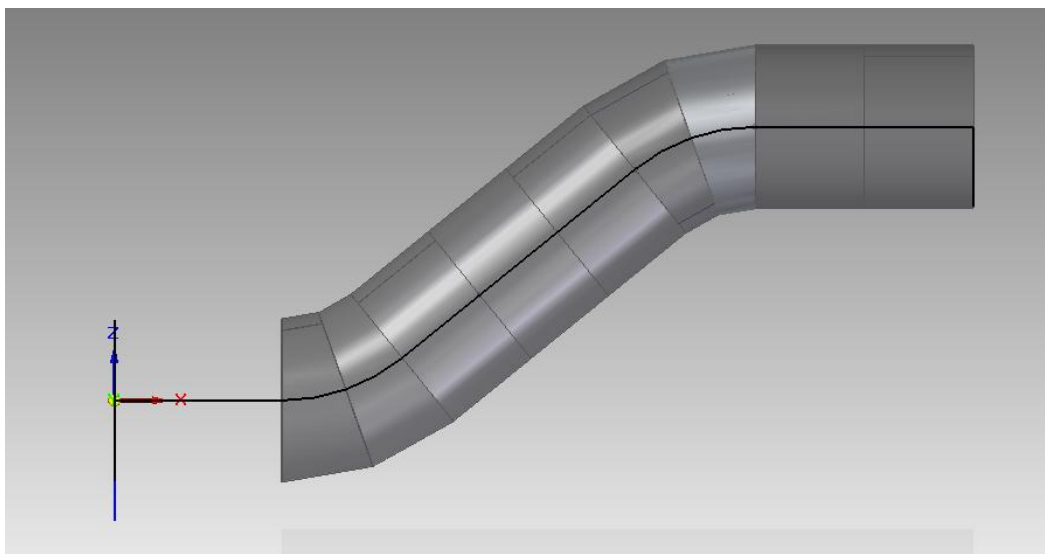
Así pues, se estudia la posibilidad de realizar las aberturas previamente a agregar el cuerpo de chapa. Se decide crear superficies auxiliares perpendiculares a los círculos, que sigan la trayectoria y que corten con las superficies creadas.

Posteriormente se crea una pequeña distancia a modo de abertura que debe aparecer.

A continuación se divide cada superficie quedando una superficie abierta.

Sin embargo, teniendo en cuenta la futura fabricación, el conjunto de 4 puntos de soldadura en un mismo punto puede resultar un generador de tensión, por lo que se decide evitar el riesgo y alternar las líneas de soldadura que cierran cada tramo de manera que queden alternadas 30° desde el punto superior de los círculos.

A continuación se le asigna el material correspondiente y se le agrega el espesor deseado.



12. Cuerpos agregados

Debido a la falta de alineación de las costuras de soldadura de los tramos, es necesario realizar algún tipo de marcas que faciliten el montaje y la soldadura.

Para ello se diseñan unas marcas con forma circular de forma que cada mitad del círculo queden en tramos contiguos.

Se recomienda empezar el montaje o la soldadura por la sección de salida, ya que la geometría es distinta al resto de los tramos del tobogán.

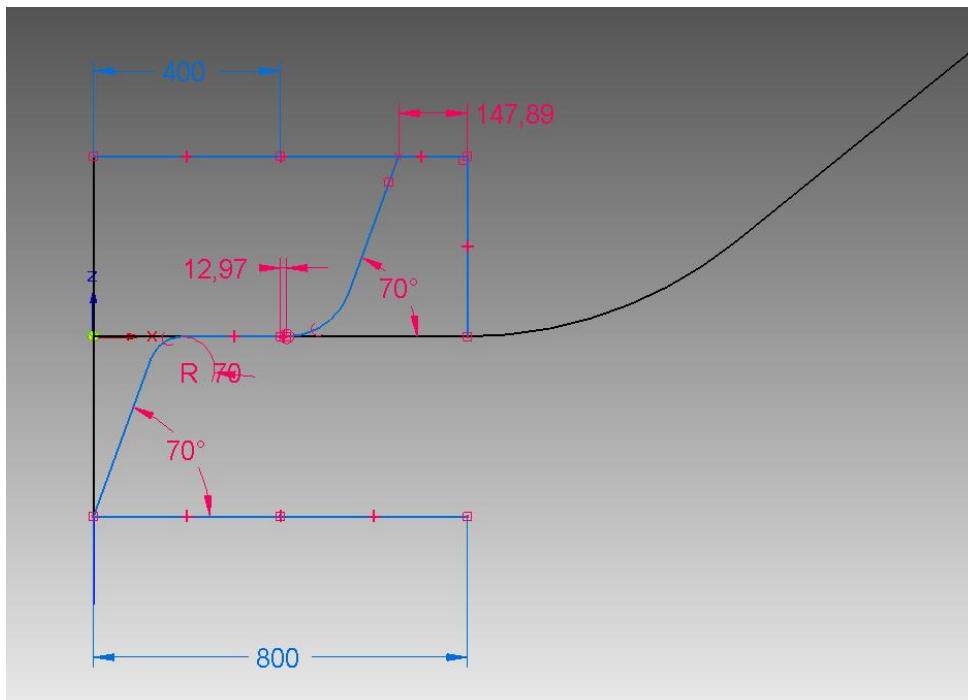
Las marcas colocan alternadas en la parte izquierda y derecha, de forma que no coincidan con las líneas de soldadura y sean fácilmente identificables.

El tamaño de las marcas puede modificarse según los requerimientos del cliente, según prefiera que sean menos perceptibles o un montaje más rápido y sencillo.

En cuanto al diseño de las salidas, como se ha mencionado, se diseñan 2 tipos de salidas, por lo que el diseño varía según el modelo de salida escogido.

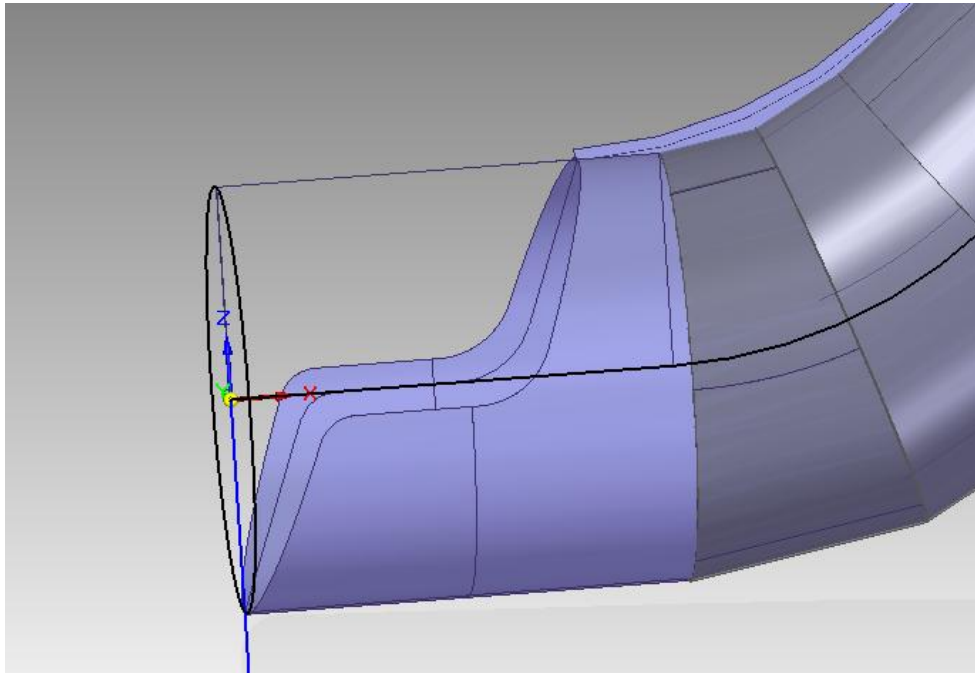
○ **Modelado de Salida Recta**

Para el modelado de la salida recta se crea el perfil de la salida del tobogán, acotando las distintas variables para su posterior parametrización.

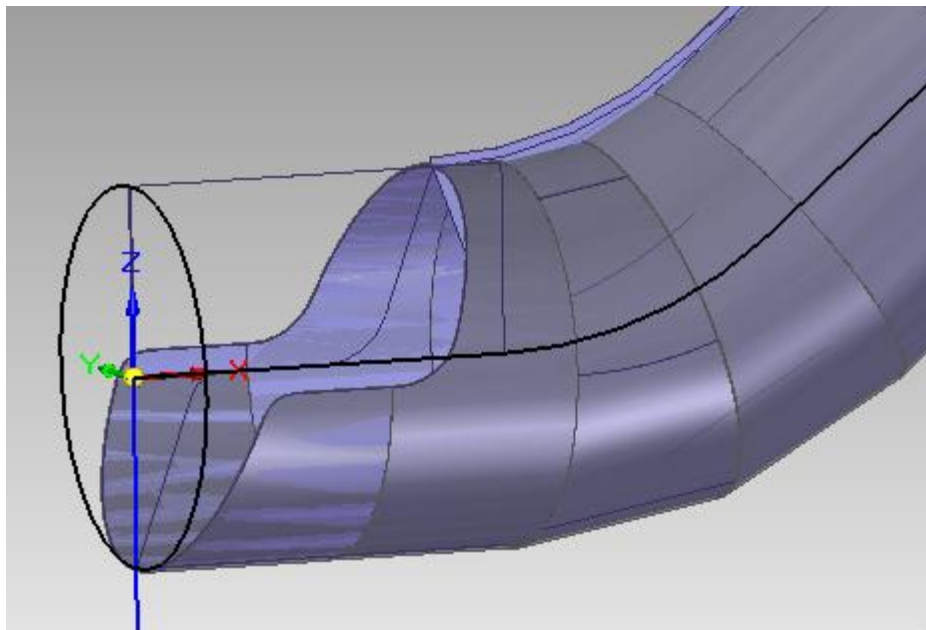


13. Perfil de sección de salida

Posteriormente se proyecta este perfil en la superficie y se genera la geometría deseada.

**14.División de la superficie**

Posteriormente se le incorpora el material deseado y se le da el espesor requerido a la pieza.

**15. Perfil de sección de salida**

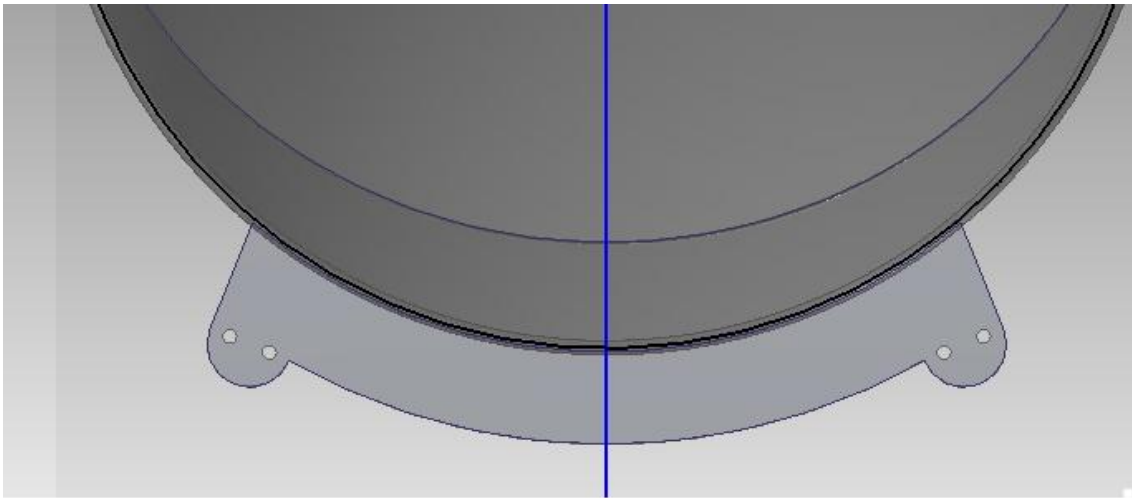
Posteriormente se realiza el diseño del pasamanos protector de la sección de salida dividiendo entre parte superior e inferior que serán soldadas a posteriori.

Para ello se diseña el tubo tomando línea de referencia o trayectoria la línea exterior del borde de la sección de salida que se desea proteger.

Por último se le agrega el material deseado y el espesor requerido.

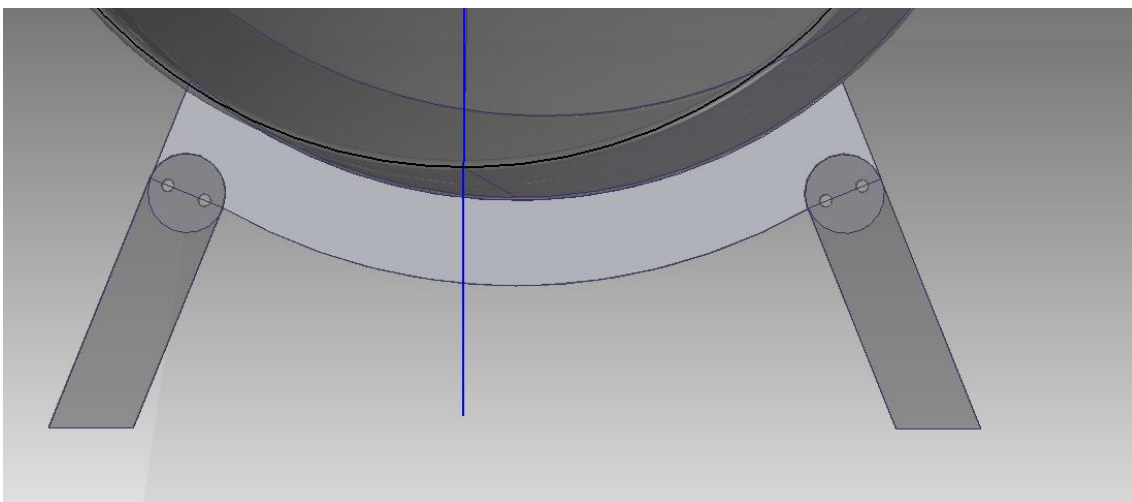
Posteriormente se diseña el apoyo del tobogán al suelo. Así pues, se dibuja la geometría deseada en la parte final de la sección 2 de salida, se le realizan 2 agujeros en cada extremo, necesarios para unir el elemento con el inferior que irá bajo tierra y se le asigna el material y el espesor deseado.

En este caso se decide que sea acero inoxidable de 10mm de espesor. Este elemento se soldará al tobogán.



16. Apoyo superior

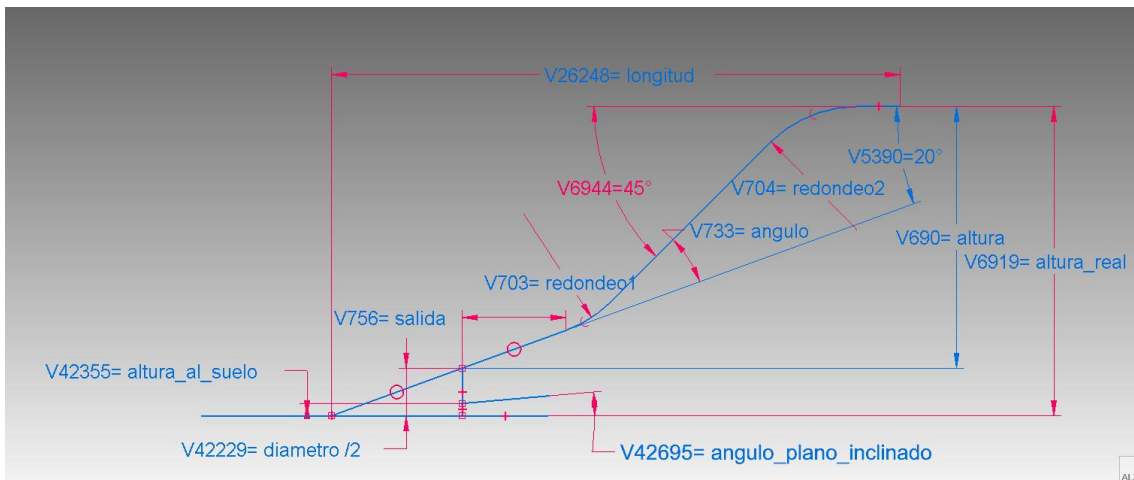
Para el elemento inferior, se sigue el mismo proceso que para la parte superior y se realizan agujeros del mismo diámetro alineados con los del elemento superior. Los tornillos que se utilicen para unir estos elementos deben ser estar cubiertos por un tapón protector de plástico de forma que queden protegidos.



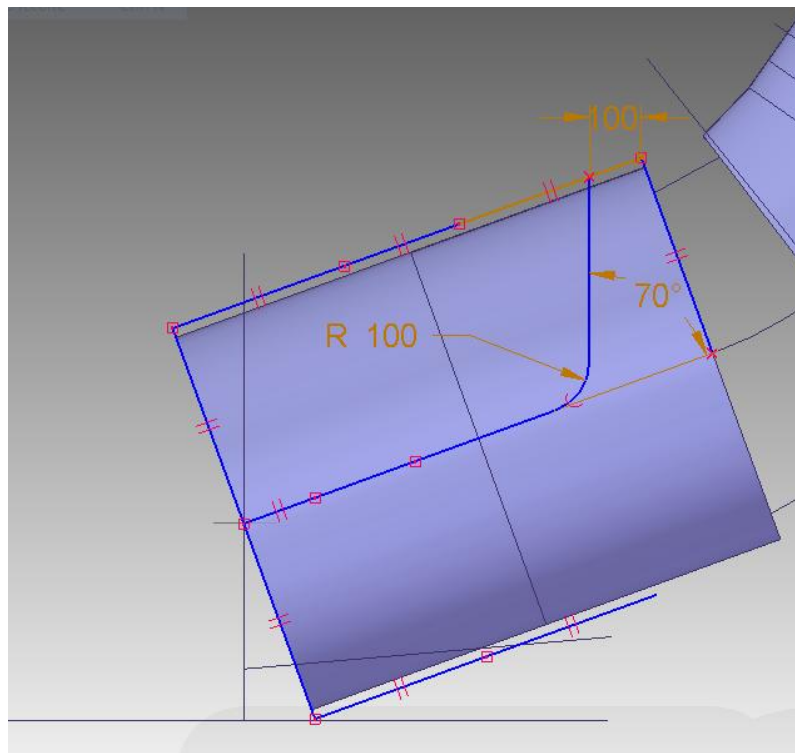
17. Apoyo inferior

○ **Modelado de Salida Inclinada**

Para el modelado de la salida inclinada se modifica el perfil de la trayectoria de modo que la sección de salida sea inclinada, añadiendo unas rectas que sirvan de guía para realizar el diseño tal y como se muestra en la imagen inferior, de modo que la salida tenga 5° de pendiente.



18. Trayectoria de salida inclinada

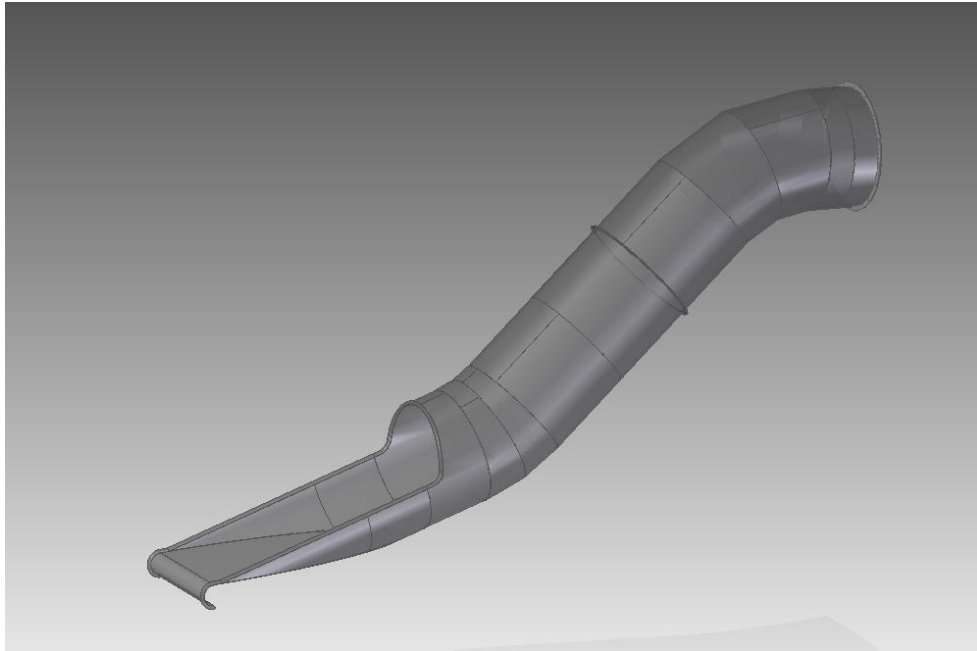


19. Perfil de salida inclinada

A continuación se realiza el modelado de esta parte de la sección de salida inclinada y se agregan material y espesor a los distintos elementos.

Además, se modela el final de la sección de salida que entrará en contacto con el suelo, que seguirá las normas y deberá tener un radio de al menos 50 mm.

Por último, se diseña el pasamanos del mismo modo que en el tipo de salida recto.



20. Tobogán con salida inclinada

8.2.2 Modelo Curvo

Para el modelado del tobogán curvo se parte de un nuevo modelo desde cero debido a sus características distintas.

La parametrización de este tobogán se realiza de distinto modo. Para ello, se crea un sistema de coordenadas adicional además del inicial.

Así pues, consta de 2 sistemas de coordenadas:

- Sistema de coordenadas 1 fijo en el final de la sección de salida del tobogán.
- Sistema de coordenadas 2 en el comienzo de la sección de inicio del tobogán.

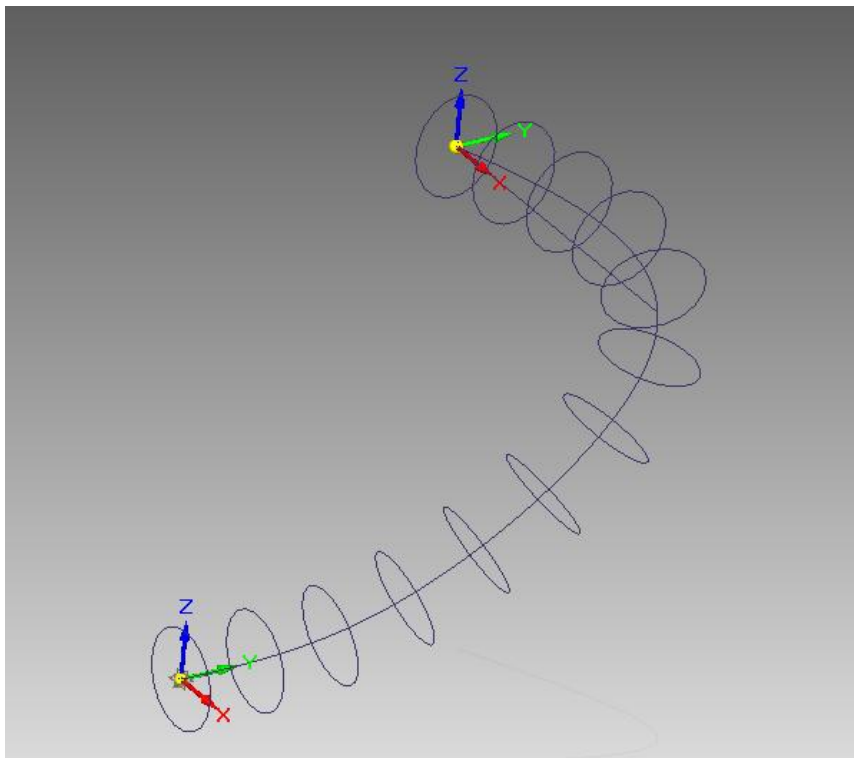
De este modo, modificando la distancia en los ejes X, Y y Z entre estos dos sistemas de coordenadas se permite modificar la altura, y longitud del sistema según los requerimientos del cliente.

A continuación se realiza una línea recta coincidente con el eje Y en el sistema de coordenadas 1 y una línea recta coincidente con el eje X en el sistema de coordenadas 2.

Posteriormente se crea una curva que una estas dos rectas a modo de trayectoria.

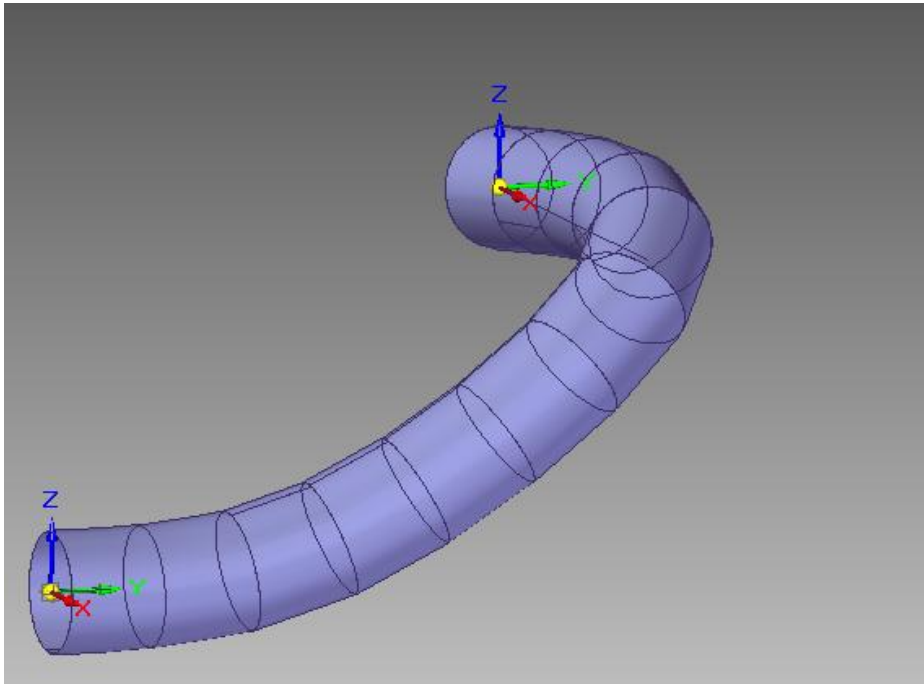
Como en el modelo recto, se crean círculos perpendiculares a la curva.

Se decide crear 13 círculos de modo que haya 12 tramos, ya que de este modo se permite que la curva sea fluida.



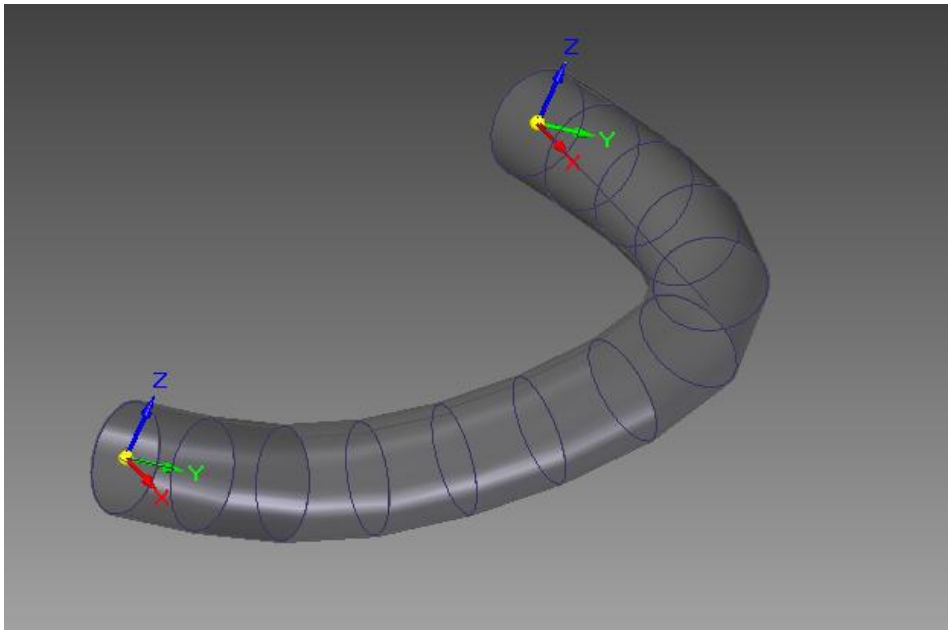
21. Círculos auxiliares

A continuación se crea cada tramo con superficies del mismo modo que en modelo recto.



22. Superficies auxiliares

Se dividen los tramos por las zonas creadas para la abertura de la chapa y se le añade material y espesor.



23. Cuerpos creados en tobogán inclinado

Al analizar el diseño de descubre que estos cuerpos de chapa poseen una doble curvatura por lo que realizar su desarrollo y su posterior conformado es inviable, debido a la doble curvatura que posee cada tramo. Así pues, se decide que realizar la

misma metodología para modelo recto y curvo es inviable, es así por lo que un compañero desarrollará en su Trabajo de Fin de Grado una metodología alternativa.

8.2.3 Modelado de Brida

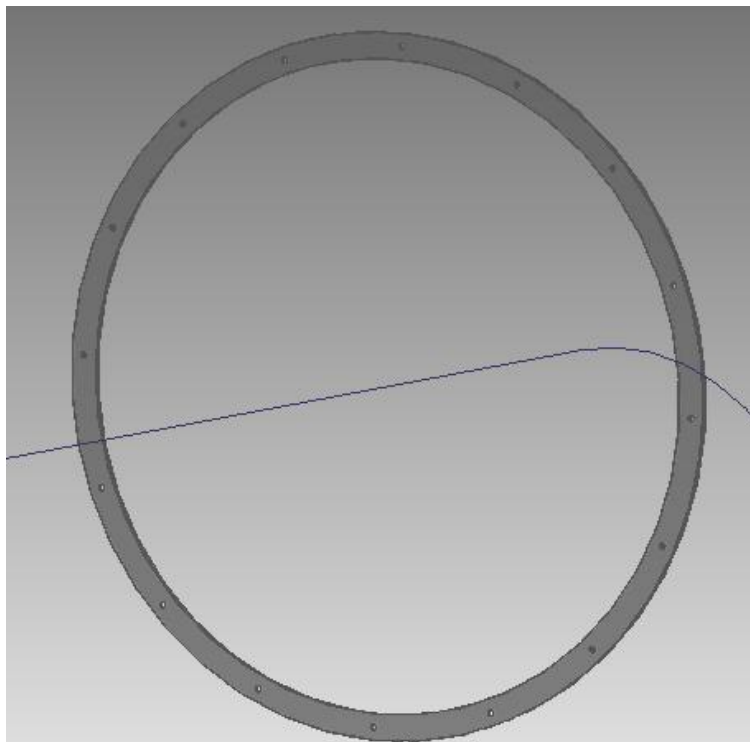
Se diseña una brida para su colocación en una zona intermedia del tobogán en caso de que la longitud del tobogán sea mayor que la que cabe en un camión y así de esa forma, terminar de montar el tobogán en el lugar de colocación.

El diseño es similar en cualquier tipo de tobogán.

Se realiza el perímetro exterior e interior de la brida con centro coincidente con la trayectoria del tobogán, teniendo en cuenta que éste último coincidirá con el diámetro exterior del tobogán.

A continuación se crean las 2 superficies que formarán ambas bridas y se les da espesor similar.

Por último se crean los agujeros en los que se colocarán los tornillos para unir ambas bridas, en este caso de M10. Por otra parte se ha decidido que el número de agujeros sea de 16 para asegurar la correcta unión.



24. Modelado de brida

La colocación de los tornillos se realizará siguiendo la secuencia según la imagen inferior.



25. Guía de colocación de tornillos

9. ESTUDIO DE CARGAS

Otro aspecto importante a tener en cuenta es la máxima carga soportada por el tobogán. La norma EN 1176-01 recoge en su anexo C los parámetros a cumplir.

En ella se utilizan las siguientes definiciones:

- Carga permanente: es el peso del tobogán, es decir el peso propio de la estructura y del ensamblaje.
- Carga variable: corresponde con el peso de los usuarios.
- Carga total: es la suma de la carga permanente y la carga variable.

Para determinar la carga variable, el primer paso a seguir es determinar el número de usuarios según la columna referente a la carga vertical total de los usuarios ($F_{tot,v}$) de la siguiente tabla:

Tabla A.1 – Carga vertical total de los usuarios para parques previstos para el uso de niños de todas las edades

Número de usuarios	Masa de los n usuarios	Coefficiente dinámico	Carga vertical total de los usuarios	Carga vertical por usuario
n	G_n kg	C_{dyn}	$F_{tot,v}$ N	$F_{1,v}$ N
1	69,5	2,00	1 391	1 391
2	130	1,50	1 948	974
3	189	1,33	2 516	839
5	304	1,20	3 648	730
10	588	1,10	6 468	647
15	868	1,07	9 259	617
20	1 146	1,05	12 033	602
25	1 424	1,04	14 810	592
30	1 700	1,03	17 567	586
40	2 252	1,025	23 083	577
50	2 801	1,02	28 570	571
60	3 350	1,017	34 058	568
∞		1,00		538

NOTA En el infinito la carga vertical por usuario es igual a la masa media.

26. Tabla de carga vertical total

En cuanto a la carga horizontal, que tiene en cuenta el movimiento de los niños durante el juego y las imprecisiones en la estructura la consideremos despreciable.

La norma la define como el 10% de la carga vertical total del usuario y actúa sobre el mismo nivel, conjuntamente con la carga vertical:

$$F_{tot;h} = 0,1 F_{tot;v}$$

Respecto al número de usuarios (n), se debe calcular el número para cada elemento estructural que sea susceptible de ser cargado con usuarios.

El número resultante se debe redondear hasta el siguiente número entero superior.

La norma indica que cada punto del equipamiento para las áreas de juego para estar de pie, andar o trepar sobre el mismo, o una superficie plana con una anchura superior a 0,1 m y con un ángulo inferior a 30° respecto a la horizontal, debe ser capaz de soportar la carga de un usuario.

En nuestro caso, el número de usuarios sobre una superficie se debe calcular de la siguiente manera:

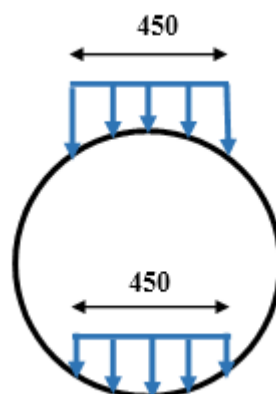
- Planos con una inclinación inferior o igual a 60° :

$$n = A_{pr}/0,36;$$

donde A_{pr} es la proyección de la superficie sobre el plano horizontal, en metros cuadrados.

La norma indica que la anchura del plano debe ser superior a 0,6 m. Los planos con anchuras inferiores se deben tratar como elementos de tipo lineal.

En este caso, las cargas han de ser uniformemente distribuidas para la superficie del tobogán sobre la que se apoyarán los usuarios, que se suponen de unos 450 mm de ancho



27. Distribución de cargas

En caso de que la anchura sea menor a 0,6m se calculará el número de usuarios sobre elementos de tipo lineal:

- Elementos lineales con una inclinación inferior o igual a 60° :
$$N=L_{pr}/0.6$$

donde L_{pr} la longitud de la proyección sobre el plano horizontal del elemento en metros.

Se analizan dos superficies con posibilidad de ser cargadas simultáneamente:

- Por encima del tobogán, en caso de que los usuarios escalen sobre él.
- Dentro del tobogán, debido a los propios usuarios.

Otra manera de calcular la carga en el interior del tobogán es a través del volumen:

En este caso, el número de usuarios en un volumen debe calcularse del siguiente modo:

- Para volúmenes $V \leq 4,3 \text{ m}^3$: $n= V/0,43$
- para volúmenes $4,3 \text{ m}^3 < V \leq 12,8 \text{ m}^3$: $n= 10 + (V-4,3)/0,85$
- para volúmenes $V > 12,8 \text{ m}^3$: $n= 20 + (V-12,8)/1,46$

donde V es el volumen definido por la periferia del equipamiento de las áreas de juego, en metros cúbicos.

Finalmente, se multiplican las cargas por 2 como factor de seguridad, tal y como se muestra en el punto C.2.2 del anexo C de la norma Coeficiente de seguridad para los ensayos sobre series idénticas, tal y como se detalla en el Anexo 10.

Se realiza el análisis a través de elementos finitos para distintas secciones representativas del tobogán con salida recta, como puede encontrarse detallado en el Anexo 10.

Tal es el caso de la sección de deslizamiento 1, a la que se le añaden cargas compresivas perpendiculares a las superficies por la que se deslizará el usuario y la posible en caso de que se intente trepar sobre el mismo.

Nombre de carga	Tipo de carga	Valor de carga	Distribución de carga	Dirección de carga	Opción de dirección de carga
Presión 1	Presión	30 kPa		Compresiva	Perpendicular a cara
Presión 2	Presión	30 kPa		Compresiva	Perpendicular a cara

28. Cargas aplicadas

Posteriormente se le asigna las restricciones de grados de libertad a las caras correspondientes a la zona de soldadura entre secciones:

Nombre de restricción	Tipo de restricción	Grados de libertad
Fijo 1	Fijo	GRADOS DE LIBERTAD DISPONIBLES: Ninguno

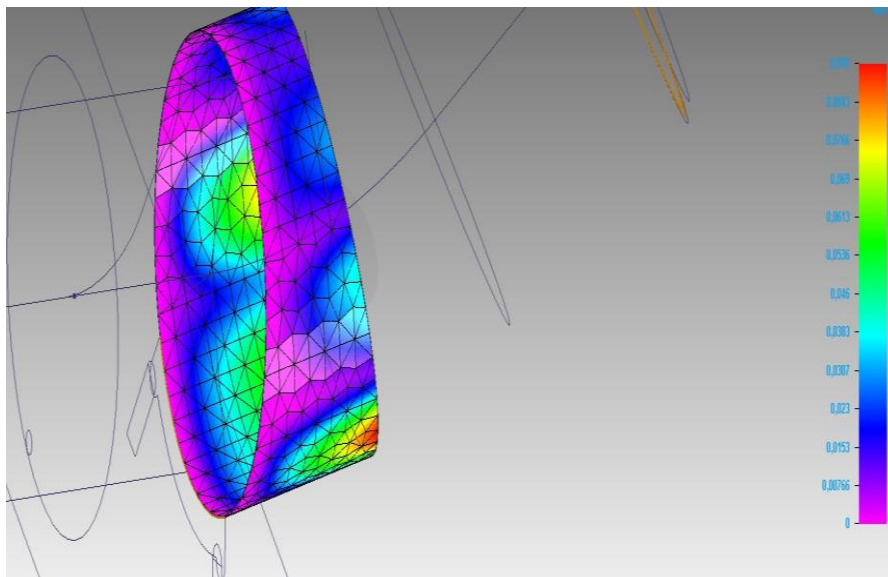
29. Restricciones aplicadas

Se realiza el mallado de la sección y se obtienen los siguientes datos de traslación total:

Componente de resultados: Traslación total					
Extensión	Valor	X	Y	Z	
Mínima	0 mm	900,000 mm	114,538 mm	-367,566 mm	
Máxima	0,092 mm	1286,727 mm	353,355 mm	-92,611 mm	

30. Resultados de traslación total

Como puede comprobarse la traslación máxima es de 0,092mm, un valor válido.

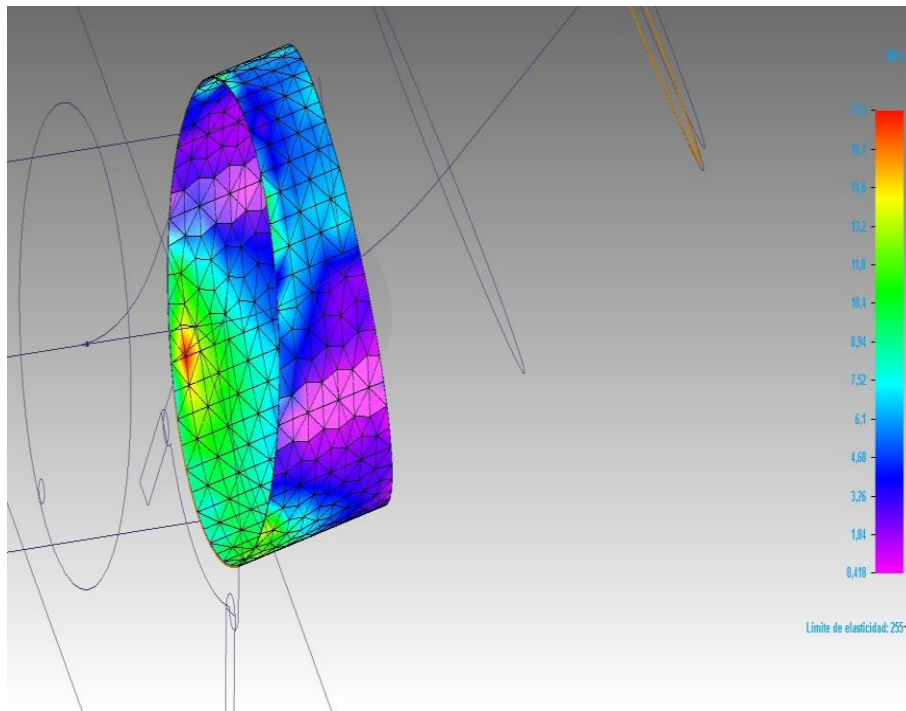


31. Traslación total 1

Los resultados en cuanto a la tensión de Von Mises son los siguientes:

Componente de resultados: Von Mises				
Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	0,418 MPa	1195,573 mm	-367,568 mm	165,327 mm
Máxima	17,5 MPa	942,468 mm	272,236 mm	-264,939 mm

32. Resultados tensión von Mises



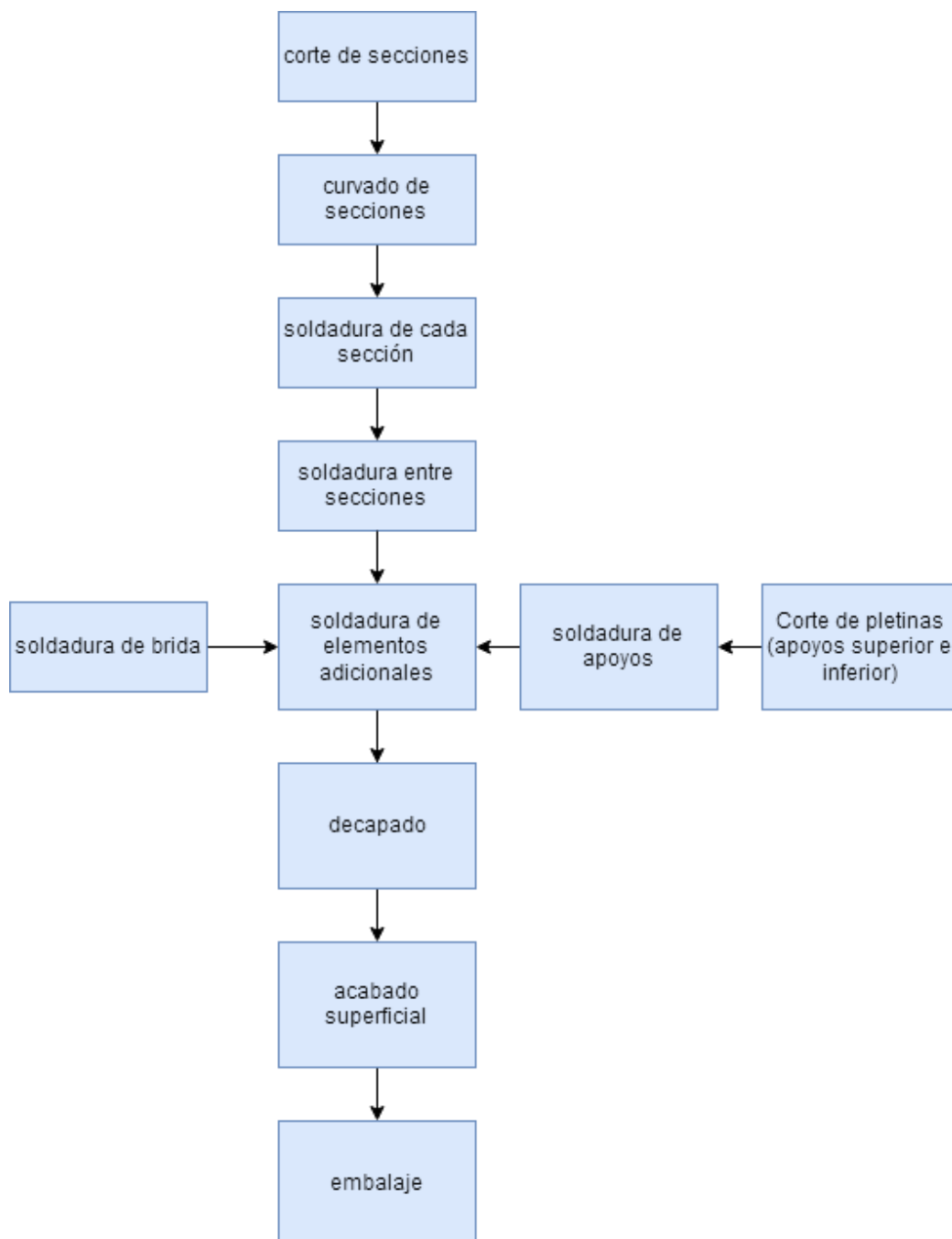
33. Tensión de Von Mises 1

Como conclusión, los desplazamientos totales que se producen al aplicar las cargas requeridas por la norma son mínimas, por lo que el diseño es apto.

10. ANÁLISIS DE SISTEMAS DE FABRICACIÓN

Se analizan los distintos sistemas de fabricación disponibles para la conformación de componentes de chapa metálica aplicables a la fabricación del tobogán y su influencia en el diseño de este.

Se seguirá el siguiente grafo de procesos, detallado a continuación del mismo:



34. Diagrama de procesos

10.1 Corte

Se procederá al corte de las preformas de cada segmento desarrollado del tobogán. Este proceso se realizará mediante plasma o láser.

Al tratarse de chapa de acero inoxidable, se decide proceder al corte mediante Nitrógeno.

Se recomienda proceder al anidado de piezas mediante un software como Dr.ABE_Blank o AmNEST para conseguir el máximo aprovechamiento del material y por lo tanto una reducción de costes.

Por otra parte, se recomienda el manejo de las chapas de acero inoxidable con cuidado, tomando la precaución de no retirar el papel protector que las recubre para no rayar la superficie.

10.2 Curvado

Posteriormente se llevará a cabo el curvado de los segmentos mediante cilindros curvadores de chapa.

Preferiblemente será utilizada una curvadora con 4 cilindros, a ser posible gobernada por CNC.



35. Curvadora de 4 cilindros

En caso de no ser posible esta opción podrá utilizarse una curvadora de 3 cilindros asimétrica de cara a reducir las partes rectas y conseguir la finalización del proceso en el menor tiempo posible.

10.3 Soldadura de cada segmento

Una vez curvados y todavía dentro de la curvadora para facilitar el proceso, se suelda por puntos los extremos de cada segmento entre sí.

Posteriormente, dar varias pasadas más en la curvadora para conseguir que el segmento sea completamente cilíndrico y extraer la pieza.

10.4 Soldadura entre segmentos

Posteriormente se procederá a soldar los segmentos entre sí. El proceso de soldadura se realiza en taller mecánico y, debido a su característica de ser una producción bajo pedido no se invierte en la configuración de células. Es por ello que la realización de utillajes que faciliten el trabajo se llevará a cabo una vez se observe y se compruebe la viabilidad del producto en el Mercado.

Primero se procederá a soldar los elementos por puntos, alineándolos correctamente a través de las muescas de alineación realizadas previamente en el láser.

Posteriormente debe comprobarse que las dimensiones y forma del tobogán se asemejan al diseño planificado.

Una vez comprobado, deben soldarse completamente las uniones por el exterior y por el interior del tobogán. Interiormente se soldará mediante soldadura TIG y exteriormente a través de MIG pulsado para reducir las posibles proyecciones.

10.5 Soldadura de elementos adicionales

Posteriormente se procederá a soldar el resto de elementos como pueden ser soportes, anclajes, bridas o anillos de unión a la plataforma superior.

Así pues, las bridas o elementos de unión a la plataforma podrán adquirirse de un proveedor externo o cortarse del mismo modo que las secciones del tobogán, aunque el desperdicio de material puede ser elevado.

Los elementos de apoyo o anclajes partirán de pletinas que se cortarán del mismo modo que las secciones del tobogán.

10.6 Decapado

Decapar el tobogán completo mediante la aplicación de ácido. Este proceso se realizará para descontaminar el acero inoxidable de partículas de acero al carbono.

Puede llevarse a cabo mediante pulverización y lavado o trasladarlo a una empresa especializada en ello que deberá constar de instalaciones del tamaño adecuado.

10.7 Acabado superficial

Además, el tobogán puede recibir un acabado superficial por medios mecánicos abrasivos o a través de electropulido en una empresa especializada, con el sobre coste que esto conlleva.

En caso de decantarse por electropulido se preferirá un acabado semibrillo o poco brillo para disimular las posibles irregularidades en la chapa.

Por otra parte, en caso de elegir medios mecánicos, se preferirá un acabado esmerilado, 2J.

10.8 Embalaje

Por último se realizará el embalaje del tobogán, de modo que quede protegido de posibles golpes que dañen el producto final.

11 PROTOTIPO

Se está llevando a cabo la fabricación de un prototipo de acuerdo a las necesidades de la empresa que lo va a llevar a cabo.

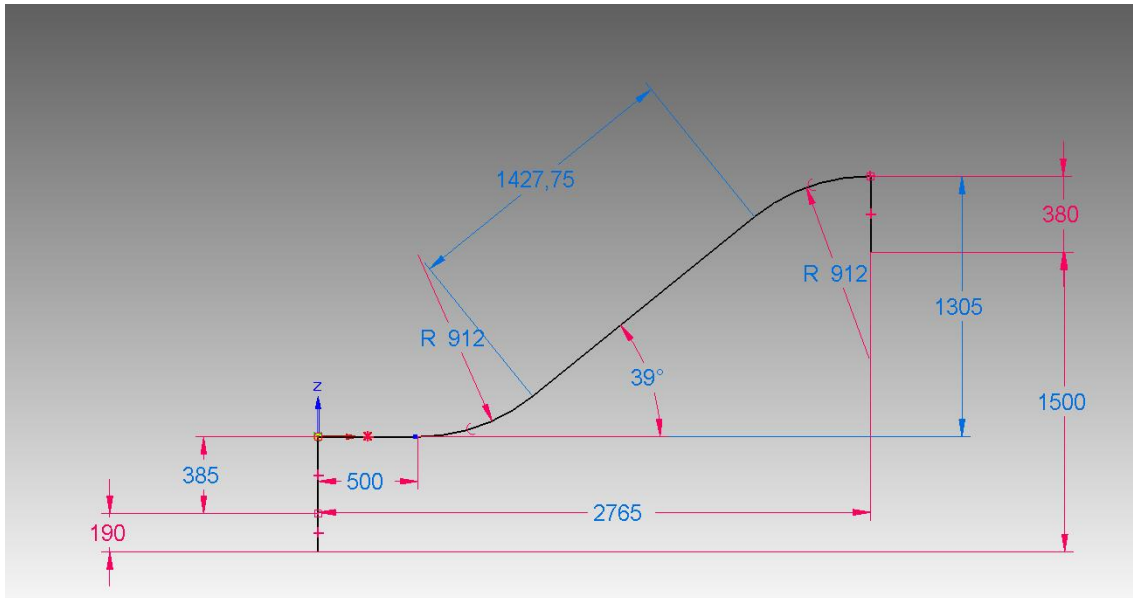
Se ha decidido crear el prototipado del modelo de tobogán recto con salida recta por ser el más característico y el que se cree con más oportunidades de venta.

11.1 Adaptación del diseño

Los requerimientos de la empresa por los que se ha adaptado el diseño han sido:

- Sección de salida simplificada en un tramo. La empresa ha deseado que la sección de salida esté formada por un tramo para simplificar su montaje.
- Simplificación del diseño de la sección de salida. Para simplificar la fabricación de ésta, principalmente del tubo pasamanos, y adecuarla a los métodos productivos de la empresa se ha deseado que el diseño de la sección de salida carezca de redondeos y líneas inclinadas
- Falta de sección de inicio. Debido a que este tipo de toboganes va a ser parte de un conjunto, la plataforma desde la que se va a acceder puede ser la sección de inicio, siguiendo la norma, que indica...
- Sección de deslizamiento en un solo tramo. Para simplificar el diseño se ha deseado que la sección de deslizamiento sea de una sola pieza. La empresa ha deseado que la pieza de la zona de deslizamiento fuese lo más cercana a 1500mm sin excederse a ella, para que se produjese el mínimo desperdicio al comprar chapa de 1500mm de ancho.
- Altura de 1500mm.
- Mínima longitud posible.

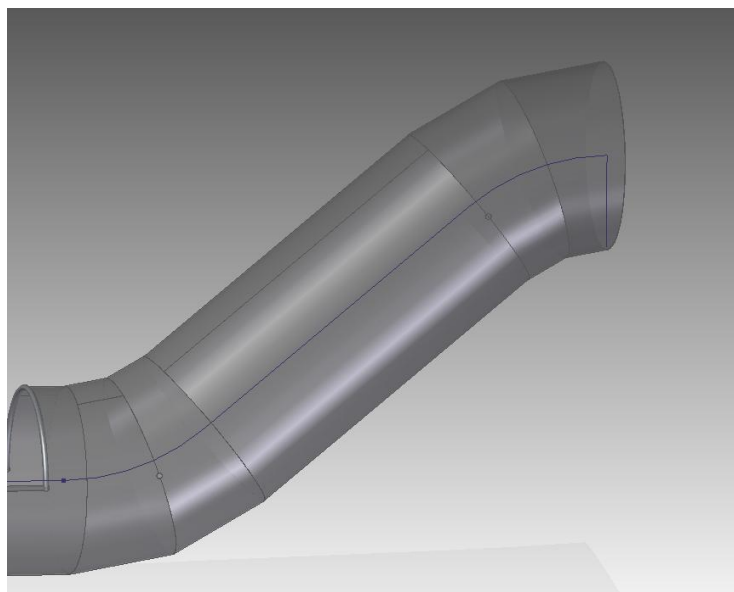
Así pues, para conseguir estos requerimientos se ha añadido una nueva variable en el boceto de la trayectoria consistente en la cota coincidente con la longitud de la sección de deslizamiento para adecuar la longitud del tramo de la sección de deslizamiento a la requerida modificando el radio de acuerdo, denominado *redondeo*.



36. Trayectoria del prototipo

A continuación se ha modificado el resto de variables parametrizadas de forma que el tobogán quede según los requerimientos.

Después se modifica la sección de deslizamiento de forma que sea una única superficie y se procede de la misma forma que en modelo recto.



37. Sección de deslizamiento modificada

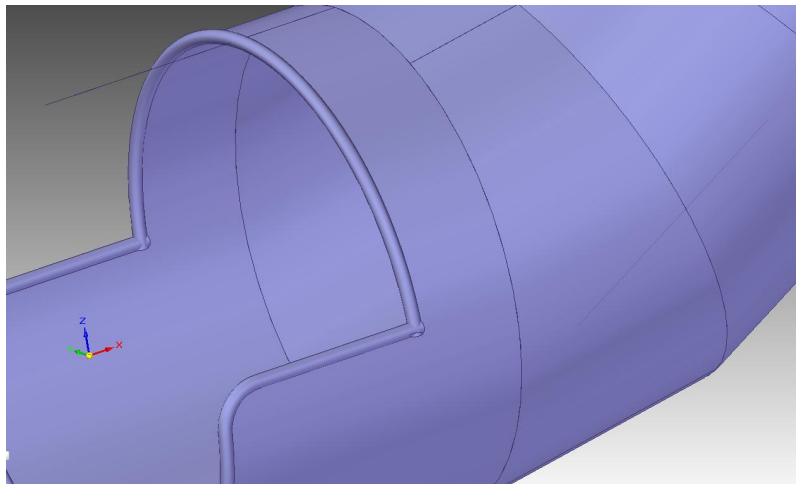
A continuación se modifica el boceto perteneciente al perfil de la sección de salida, eliminando los radios de redondeo y las zonas inclinadas.

Del mismo modo que en el resto de modelos, se crea la nueva sección de salida modificada.

Una de las mayores motivaciones para la simplificación del diseño de la sección de salida es la posibilidad de realizar el diseño el tubo pasamanos de protección de forma más simple.

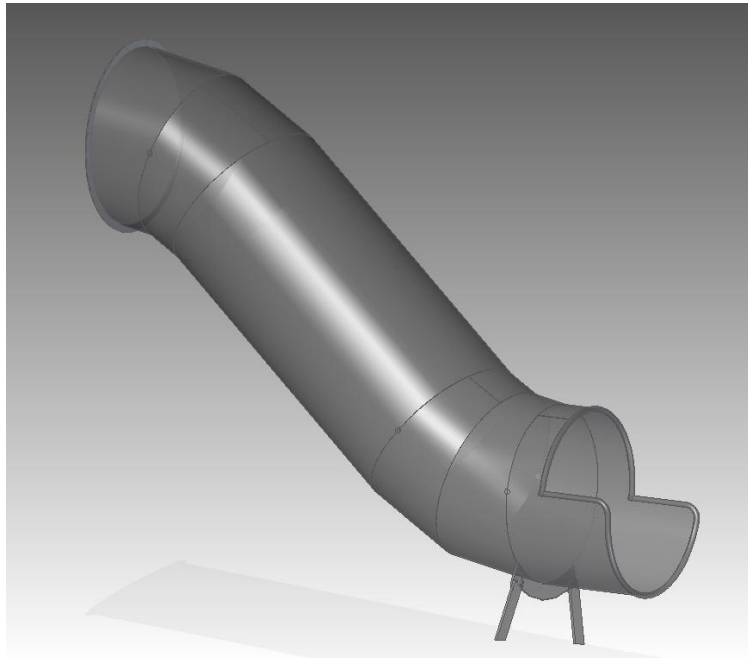
Así pues, partiendo del mismo círculo que se utiliza para el diseño de la sección de salida no simplificada, se crea el tubo que formará la parte inferior del pasamanos.

Para el diseño de la parte superior del tubo pasamanos se crea un tubo que parta del final del tubo inferior tal y como se muestra en la imagen inferior y se realiza la intersección de los 2 tubos.



38. Sección de salida modificada

Por último se agregan material y espesor.



39. Modelización prototipo

11.2 Fabricación

Para reducir costes se decide realizar la primera prueba del prototipo en chapa de acero no inoxidable.

Debido a la falta de métodos productivos, parte de los procesos de producción se han producido en empresas externas.

Tal es el caso del corte por láser y el curvado de cada tramo de tobogán.



40. Sección de deslizamiento del prototipo

Con la intención de que el curvado de cada tramo se produzca de forma correcta, se decide encerrar cada pieza en un cilindro recto, de forma que la preforma sea un cilindro recto y al curvar no haya cambios de sección.

Así pues, posteriormente se debe terminar de cortar cada tramo manualmente.



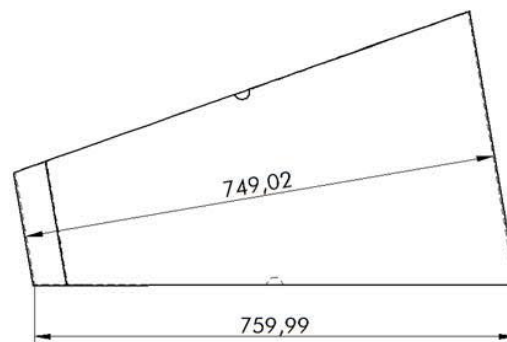
41. Fabricación del prototipo

12. ANÁLISIS DEL DISEÑO

Respecto al análisis del diseño del tobogán, en primer lugar, se debería tener siempre en cuenta el diámetro interior asignado a éste de modo que sea mayor a 750 mm tal y como requiere la norma. Debido a cuestiones geométricas, puede darse el caso de que en las zonas medias de los tramos curvos del tobogán el diámetro interior sea menor al asignado, por lo que es recomendable asignarle varios mm de margen para evitar esta circunstancia.

Esta situación se produjo al llevar a cabo el diseño del prototipo. Se requería un diámetro de tobogán lo menor posible siempre que cumpliera la norma para evitar costes innecesarios, por lo que se decidió asignarle 760 mm al diámetro interior del tobogán.

Al estudiar cada tramo se observó esta casuística en alguno de los tramos curvos, tal y como puede observarse en las imágenes inferiores, averiguando que se debía proporcionar al diámetro interior del tobogán un margen de alrededor de 10mm para asegurar que todos los tramos cumplan la normativa vigente.



42. Perfil de sección curva

Así pues, no es recomendable asignar un diámetro interior menor de 760mm.

Por otra parte, tras observar la longitud de cada desarrollo de chapa, se observa que la mayoría de los tramos tienen una longitud próxima a los 2400mm, por lo de cara a la fabricación estándar del tobogán, se recomienda buscar láminas de acero inoxidable de longitud especial 2500mm en vez de la estándar de 3000mm para que se produzca el mínimo desperdicio de material posible.

13. ANÁLISIS DE COSTE

Se ha realizado un estudio de costes para comprobar la viabilidad del proyecto, en el Anexo 9 se analiza con detalle. Estas cifras se verán visiblemente reducidas al aplicar el anidado de piezas mediante alguno de los softwares disponibles en la actualidad.

Así pues, se ha tomado como referencia un modelo de salida recta y uno de salida inclinada a partir de los cuales poder obtener datos sobre el coste de cada uno de ellos.

De este modo, a partir de las dimensiones exteriores del desarrollo de cada sección del tobogán, su espesor y la característica del material y aplicando un desperdicio del 5%, se ha calculado el coste de la materia prima de cada una de ellas y de los tubos pasamanos.

Posteriormente se ha calculado el valor de los apoyos y de las bridas, que pueden subcontratarse a un proveedor externo o fabricarse a partir de materias primas.

También se ha calculado el coste de la tornillería necesaria.

Respecto al coste de fabricación, se ha desglosado el tiempo requerido por cada elemento en cada punto de fabricación, al que se le ha asignado su coste por hora correspondiente.

A todo esto se le ha sumado el coste requerido de montaje y revisión, obteniendo los siguientes datos:

Modelo de salida recta:

Coste material: 834,96€

Coste fabricación: 533,65€

Coste total de producción: 1377,61€

Modelo de salida inclinada:

Coste material: 815,40€

Coste fabricación: 533,65€

Coste total de producción: 1349,05€

14. CONCLUSIONES

A modo de conclusión general, se puede concluir que este tipo de diseño es favorable para pedidos especiales y unitarios, en los que el cliente desea un tipo de tobogán con unas características distintas al tipo de tobogán que puede encontrar en el mercado actual, donde predomina la venta de toboganes de medidas estandarizadas y poco flexibles a la customización y realizados en plástico.

Del mismo modo, se puede concluir que la metodología seguida para el modelo de tobogán plano no es compatible con la de tobogán curvo, debido a la imposibilidad de conformar cada tramo debido a la doble curvatura que se produce. Esta labor se está desarrollando con un segundo TFG, en colaboración con la empresa.

Por otra parte, la fabricación de este tipo de elemento requiere de unos sistemas de fabricación adecuados para su óptimo conformado, por lo que en algunos casos puede ser necesaria la subcontratación externa, lo que puede llegar a elevar los costes de fabricación.

Además, hay que tener en cuenta que la metodología seguida debería ser adaptada en caso de requerirse longitudes y alturas extremas como es algún caso de la empresa Atlantics, con toboganes que recorren colinas, ya que en estos casos habría que dividir la trayectoria en más tramos de modo que su conformado fuera posible. Esto ocurre ya que en caso de mantener el número de tramos en que se divide la trayectoria la longitud de cada uno de ellos sería demasiado elevada, lo que dificultaría su posterior conformación.

Por último, esta metodología apoya a una empresa aragonesa a incorporar un nuevo producto en su cartera de elementos de parques infantiles.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Norma UNE- EN 1176:2008. Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Fecha de consulta: 18:05, diciembre 05, 2017.
- Para qué. *Sanpe Ingeniería*. Fecha de consulta: 18:32, abril 24, 2017, desde <http://www.sanpeingenieria.es/para-que/>
- Solid Edge. (2016, 31 de agosto). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 19:01, abril 10, 2017 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Solid_Edge&oldid=93295631.
- Legislación aplicable a los juegos y parques infantiles. *Sanpe Ingeniería*. Fecha de consulta: 18:58, diciembre 05, 2017, desde <http://www.sanpeingenieria.es/legislacion-aplicable-a-los-juegos-y-parques-infantiles/>
- Sancho, D. (2017). *Calor Específico de Materiales – Valvias*. Fecha de consulta: 18:54, mayo 16, 2017 desde <http://www.valvias.com/prontuario-propiedades-materiales-calor-especifico.php>
- Data.irestal.com. (2017). *Intergrid*. Fecha de consulta: 18:54, mayo 15, 2017 desde <http://data.irestal.com/files/files/2012030204152933979.pdf>
- Atlantics.de. (2017). *Home | atlantics GmbH DE*. Fecha de consulta: 18:05, diciembre 05, 2017 desde <http://atlantics.de>
- Beckmann-cashagen.com. (2017). *Straight stainless steel tube slide - E. Beckmann EN*. Fecha de consulta: 19:04, enero 09, 2017 desde <http://www.beckmann-cashagen.com/products/straight-stainless-steel-tube-slide.html>
- Wiegandslide.com. (2017). *Wiegand - Hersteller von Sommerodelbahnen, Wasserrutschen, Trockenrutschen und mehr - alles aus Edelstahl*. Fecha de consulta: 18:34, enero 09, 2017 desde <http://www.wiegandslide.com>
- Uginox.com. (2017). *Características generales del acero inoxidable*. Fecha de consulta: 19:52, marzo 15, 2017 desde <http://www.uginox.com/es/node/931>

- Ingemecanica.com. (2017). *Aceros Inoxidables*. Fecha de consulta: 19:53, mayo 21, 2017 desde <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn102.html>
- Sumiteccr.com. (2017). *Sumitec: Venta de aleaciones y polímeros*. Fecha de consulta: 21:05, abril 23, 2017 desde <http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%20304.pdf>
- Software, S. (2017). *Solid Edge: Siemens PLM Software*. *Plm.automation.siemens.com*. Fecha de consulta: 19:09, mayo 21, 2017 desde: https://www.plm.automation.siemens.com/es_es/products/solid-edge/
- Siemens PLM Software. (2017). *Solid Edge*. Fecha de consulta: 19:25, mayo 21, 2017 desde http://store.plm.automation.siemens.com/store/siplm1/es_ES/list/ThemeID.3153000/categoryID.63435700
- 3dcadportal.com. (2017). *SHEETMETAL | 3D SOFTWARE*. Fecha de consulta: 20:34, mayo 22, 2017 desde <http://www.3dcadportal.com/3d-software/sheetmetal>
- Lamons.com. (2017). *Lamons*. Fecha de consulta: 21:35 febrero 18, 2017 desde http://www.lamons.com/public/pdf/lit_reference/ManualDeJuntas-GuiaTecnicaDeEstanqueidad.pdf

ANEXO 1. Normativa Vigente

- UNE-EN 1176-1:2009 Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 1: Requisitos generales de seguridad y métodos de ensayo.
- UNE-EN 1176-2:2009 Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 2: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo adicionales específicos para columpios.
- UNE-EN 1176-3:2009 Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 3: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo adicionales específicos para toboganes.
- UNE-EN 1176-4:2009 Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 4: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo adicionales específicos para tirolinas.
- UNE-EN 1176-5:2009 Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 5: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo adicionales específicos para carruseles.
- UNE-EN 1176-6:2009 Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 6: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo adicionales específicos para balancines.
- UNE-EN 1176-7:2009 Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 7: Guía para la instalación, inspección, mantenimiento y utilización.
- UNE-EN 1176-10:2009 Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 10: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo adicionales específicos para equipos de juego en recintos totalmente cerrados.
- UNE-EN 1176-11:2009 Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 11: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo adicionales específicos para redes tridimensionales.
- UNE-EN 1177:2009 Revestimientos de las superficies de las áreas de juego absorbentes de impactos. Determinación de la altura de caída crítica.

ANEXO 2. Estudio de Mercado Detallado

Se detallan imágenes e información sobre las distintas empresas que comercializan este tipo de producto mencionadas previamente en la memoria:

○ **Atlantics**

- La empresa ofrece un amplio abanico de oferta en cuanto a diseños de secciones de entrada al tobogán:



43- Modelo 1 de sección de entrada de Atlantis



44- Modelo 2 de sección de entrada de Atlantis

- También ofrece distintos tipos de secciones de salida según los requerimientos de seguridad:



45-Modelo de sección de salida de Atlantics según requerimiento

- Opción de añadir varios motivos de decoración:



46-Opción de motivos de decoración por Atlantics

- Recubrimientos en pintura:



47-Opción 1 de recubrimiento en pintura por Atlantics



48-Opción 2 de recubrimiento en pintura por Atlantic

- Toboganes pintados y con motivos de decoración:



49-Opción de recubrimiento en pintura y motivos decorativos

○ ***E.Beckmann***

Sus principales características son:

- Disponen de toboganes de 3 alturas distintas: 1,50m, 2,00m y 2,50m.
- Realizados en acero inoxidable.
- Certificación TÜV.
- Toboganes de diámetro interno de 760mm.
- Placa de sujeción de 850x850m.

- Incluyen dos anclajes al suelo.



50-Modelo ofertado por E. Beckmann



51-Modelado 3D del modelo ofertado por E. Beckmann



**STAINLESS STEEL
TUBE SLIDE**

*as an alternative to our
PE tube slides*

Elegant shape.
Material: stainless steel
Tüv certified.

Inner tube diameter 760 mm
Flangeplate 850x850mm
Incl. 2 ground anchors.

**Available
immediately
from stock.**

Art. 220923
Platform height 1,50 m
Overhang 3,53 m
1.940,75 € / pc

Art. 220933
Platform height 2,00 m
Overhang 4,34 m
2.202,95 € / pc

Art. 220943
Platform height 2,50 m
Overhang 4,88 m
2.540,60 € / pc

Price net, without any
engagement and exw Dakendorf.

52-Precio de los toboganes ofertados por E. Beckmann

En cuanto al precio, como se puede observar en la imagen superior, el tobogán de 1,5m de altura cuesta 1940,75€, el de 2m 2202,95€ y el de 2,5m 2540,60€.

○ **Wiegand**



53-Modelo de tobogán recto ofertado por Wiegand



54-Modelo de tobogán curvo ofertado por Wiegand



55-Modelo de tobogán a demanda ofertado por Wiegand

ANEXO 3. Datos técnicos del Acero Inoxidable AISI 304

Los datos técnicos en cuanto a las propiedades mecánicas del acero inoxidable AISI 304 son:

- Resistencia a la fluencia 310 MPa (45 KSI)
- Resistencia máxima 620 MPa (90 KSI)
- Elongación 30 % (en 50mm)
- Reducción de área 40 %
- Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)

Sus propiedades físicas son:

- Densidad 7.8 g/cm

Su composición química es:

- 0.08 % C mín
- 2.00 % Mn
- 1.00 % Si
- 18.0 – 20.0 % Cr
- 8.0 – 10.5 % Ni
- 0.045 % P
- 0.03 % S

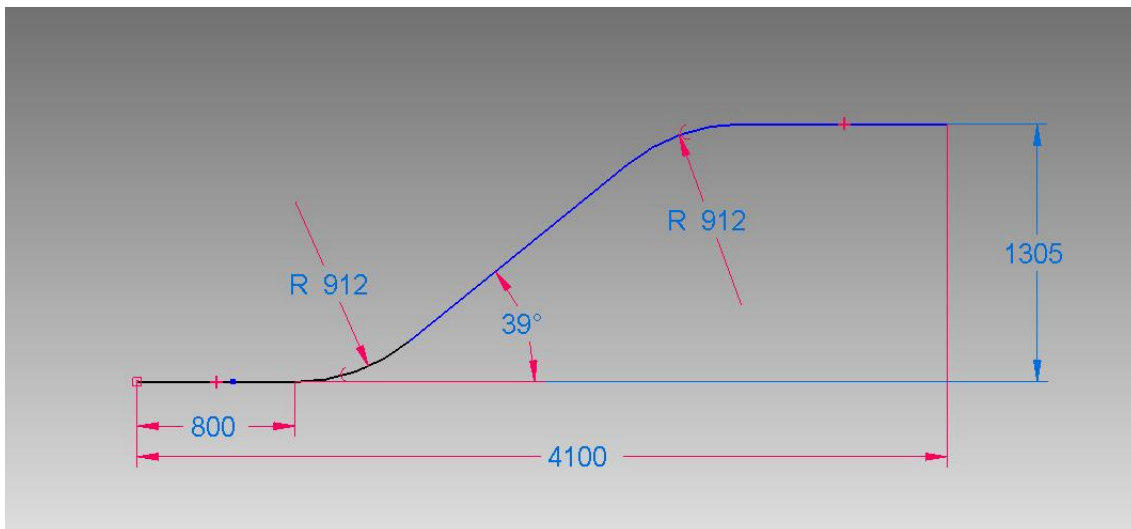
ANEXO 4. Modelización en Solid Edge de tobogán recto

Se decide realizar el modelado 3D desde el entorno Ordenado y a partir del tipo Pieza (.par) de Solid Edge, por ser los más adecuados para este tipo de diseño.

A partir de ahí se crea una línea recta compuesta por tres tramos:

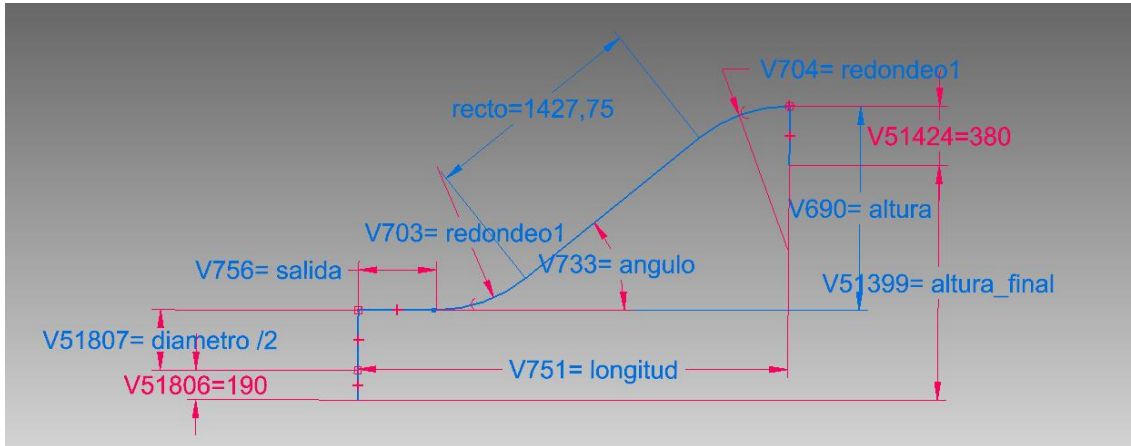
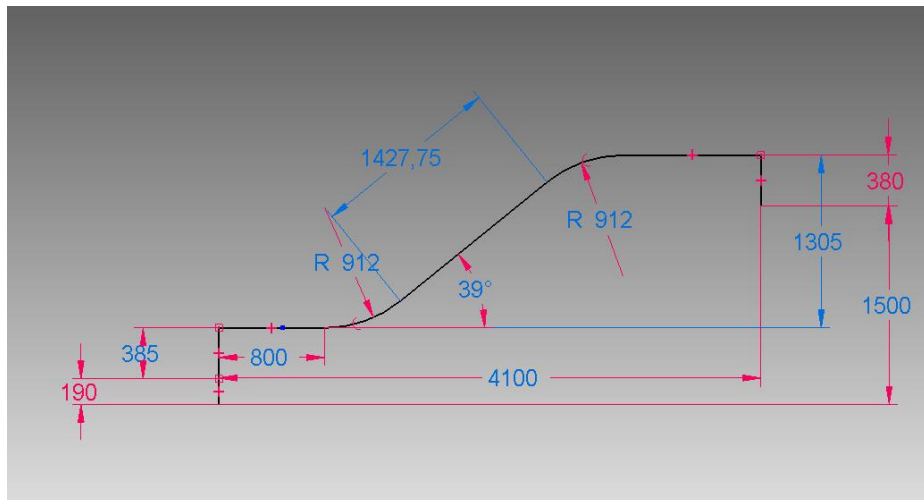
- Tramo 1: sección de salida
- Tramo 2: sección de deslizamiento
- Tramo 3: sección de salida

A continuación se redondean los vértices de unión entre los tramos 1-2 y 2-3, que serán los radios de acuerdo previamente mencionados.



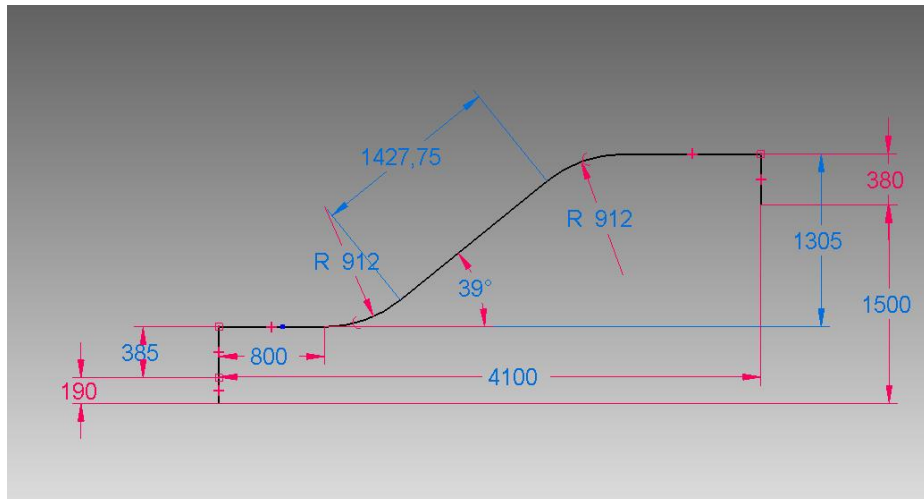
56-trayectoria del tobogán

Posteriormente se añaden unas líneas verticales auxiliares para la parametrización de la altura final del tobogán teniendo en cuenta la altura del tobogán y su elevación del suelo.

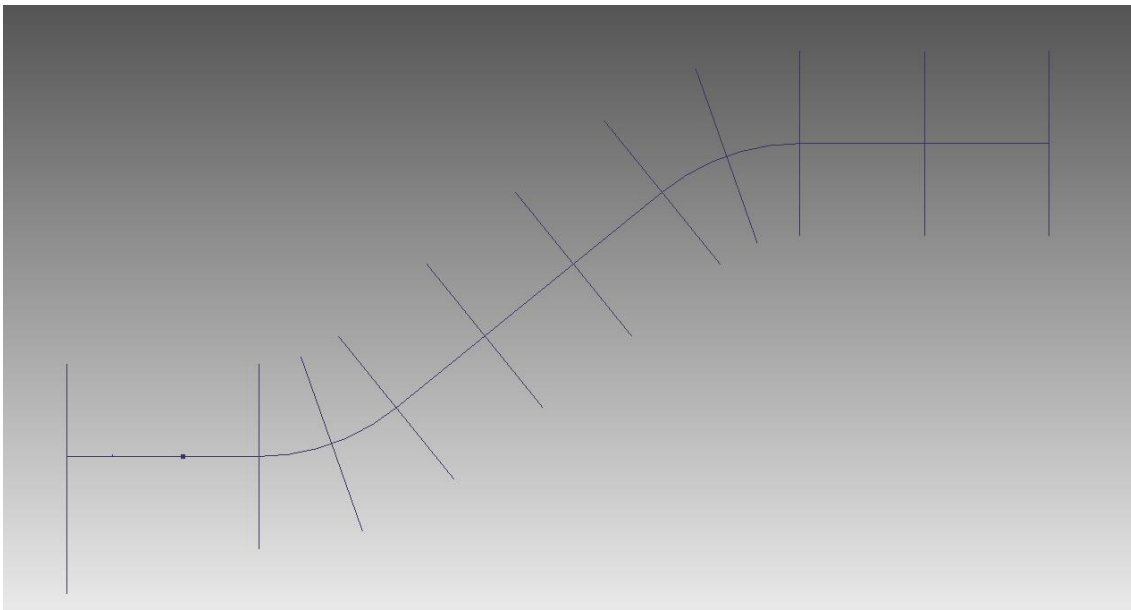
**57. Trayectoria con leyenda****58. Trayectoria modificada**

Acotando estas variables se da paso a la posible parametrización de éstas según los requerimientos del cliente.

Posteriormente se añaden unas líneas verticales auxiliares para la parametrización de la altura final del tobogán teniendo en cuenta la altura del tobogán y su elevación del suelo.

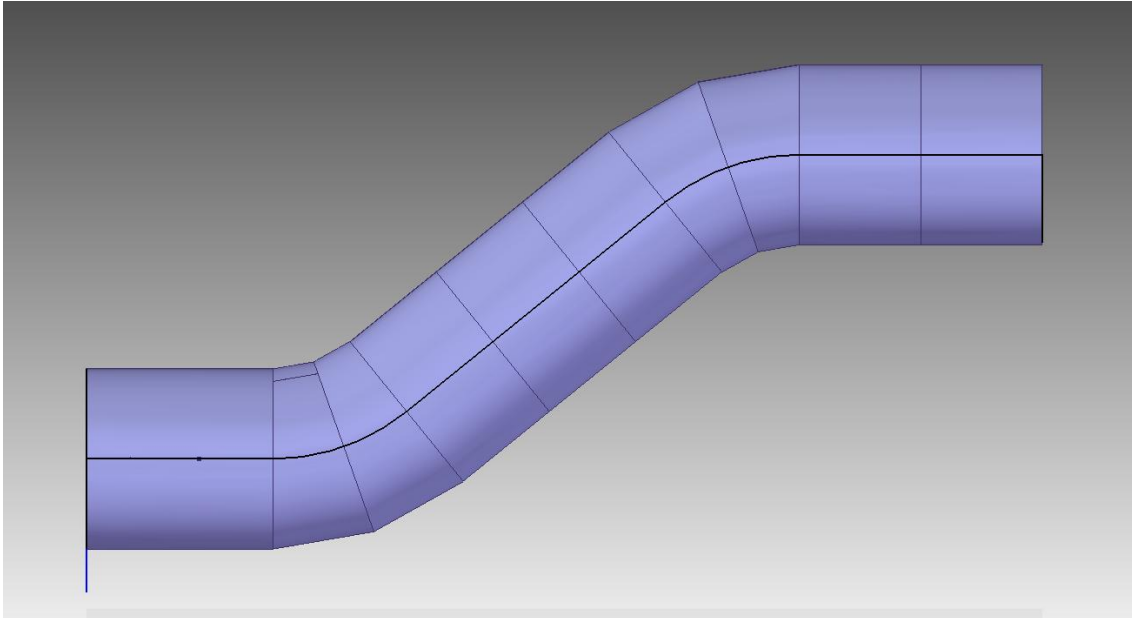
**59- Parametrización de la trayectoria**

Posteriormente se añaden diversos círculos perpendiculares a la trayectoria que ayudarán a delimitar los tramos en los que se va a dividir el tobogán.

**60- Delimitación de los tramos**

Como se puede observar en la imagen superior, para facilitar la fabricación se decide dividir los tramos curvos en 2 zonas diferenciadas, el tramo de deslizamiento en 3 y la sección de inicio en 2.

Para crear las superficies de las que consta cada tramo se decide utilizar el comando BlueSurf, uniendo los círculos contiguos.

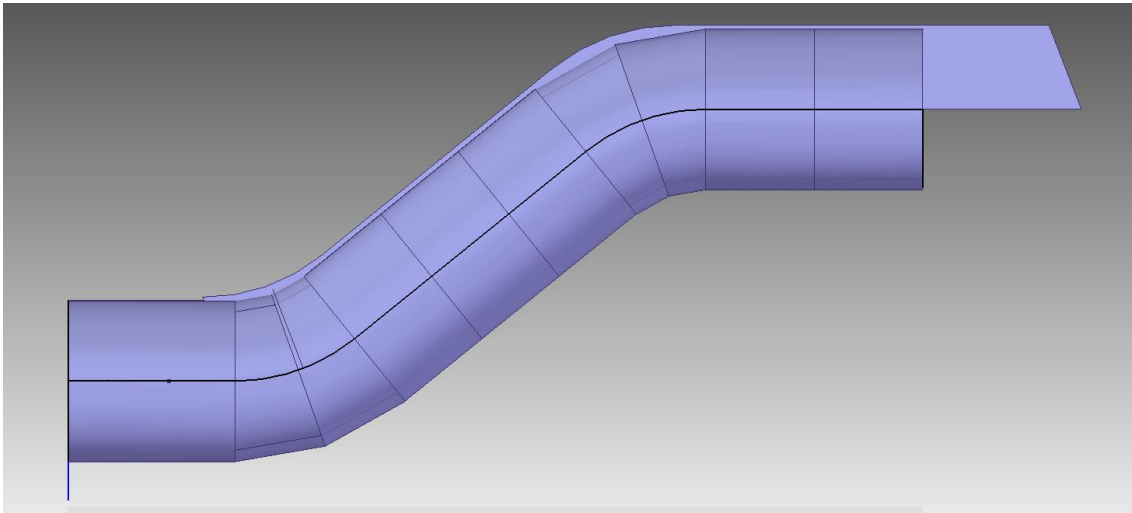


61- Creación de BlueSurfs

Debido a la necesidad de que los tramos sean segmentos abiertos, se debe introducir una abertura en cada uno de ellos para realizar posteriormente su desarrollo y facilitar su fabricación.

Este ha sido uno de los pasos más problemáticos. Una de las primeras opciones planteadas fue recortar en cada círculo un pequeño segmento de modo que quedara un gran arco de unos 359° , agregar un cuerpo de chapa y crear una pestaña por secciones de modo que se creara el cuerpo del material deseado con la abertura ya realizada. Finalmente el programa no permitió seguir esos pasos y se decidió probar una nueva alternativa.

Así pues, se estudia la posibilidad de realizar las aberturas previamente a agregar el cuerpo de chapa. Se decide crear superficies auxiliares perpendiculares a los círculos, que sigan la trayectoria y que corten con las superficies BlueSurf.



62- Superficies auxiliares

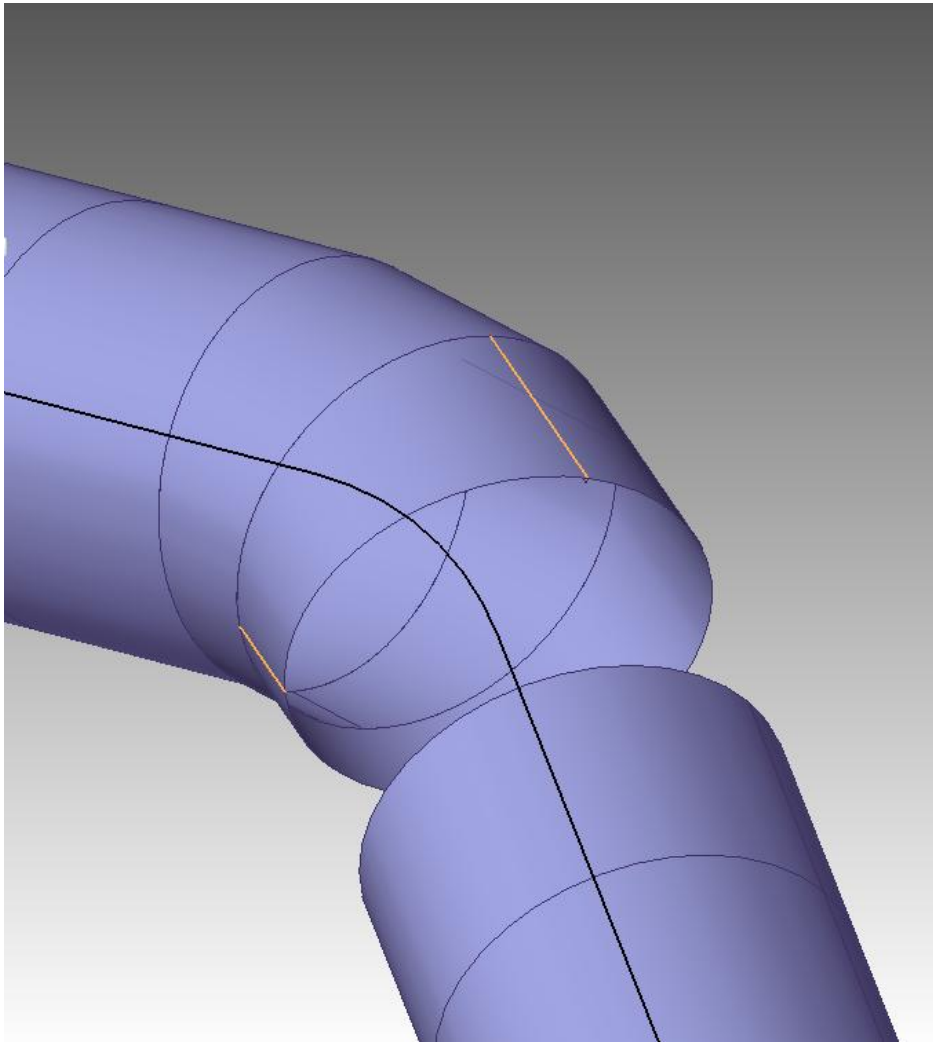
Posteriormente se copian a izquierda y a derecha simétricamente a una pequeña distancia (0,2mm aproximadamente) estas superficies auxiliares, creando la pequeña distancia a modo de abertura que debe aparecer.

A continuación se divide cada superficie BlueSurf por las superficies auxiliares, y se elimina la cara obsoleta, quedando preparada para ser agregada a un cuerpo.

Sin embargo, teniendo en cuenta la futura fabricación, el conjunto de 4 puntos de soldadura en un mismo punto puede resultar un generador de tensión, por lo que se decide evitar el riesgo y alternar las líneas de soldadura que cierran cada tramo de manera que queden alternadas 30° desde el punto superior de los círculos.

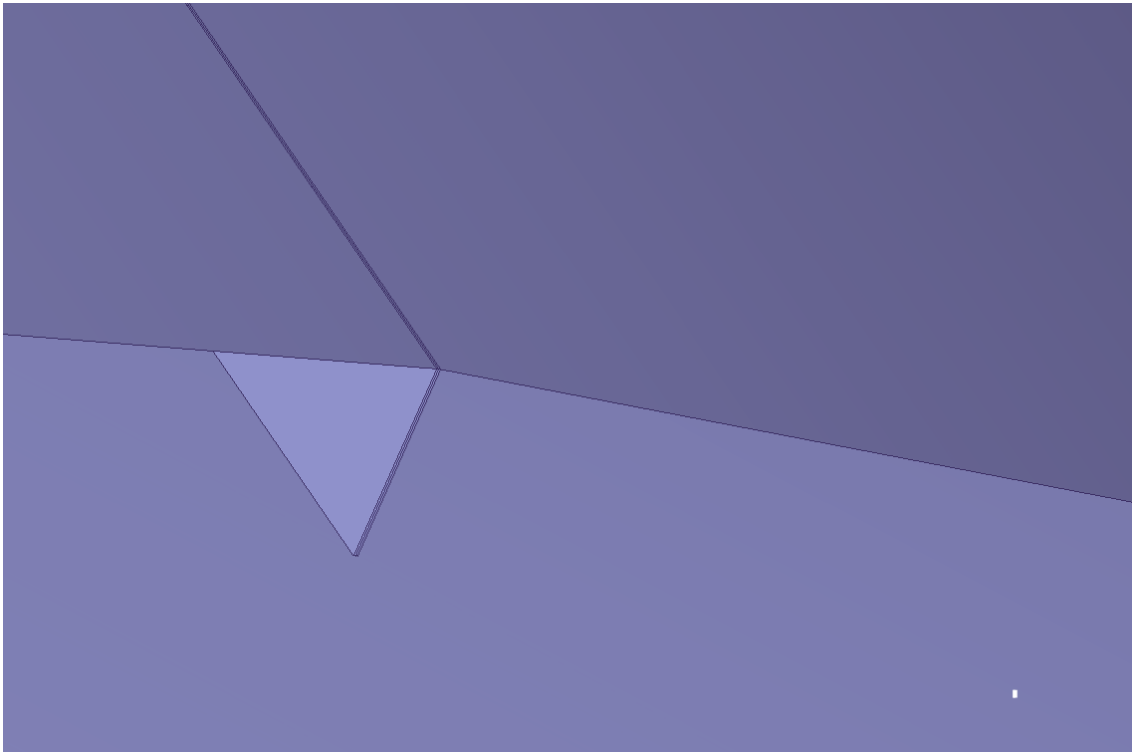
Así pues, se decide realizar unas curvas isóclinas tomando como referencia la trayectoria, que se proyecten a ambos lados de la superficie BlueSurf tal y como se señala en color naranja en la imagen inferior.

En el momento de crear esta curva isocлина, el programa ofrece la posibilidad de elegir el ángulo respecto al plano elegido (en este caso se decide tomar el plano XZ), con lo que si se decidiera modificar el ángulo con el que se alternan las líneas de soldadura, sería fácilmente modificable.



63- Curvas isoclinas

Posteriormente se realiza una superficie reglada que parta de esta curva isoclina y se realiza su simetría a izquierda y derecha tal y como se realizaba en la alternativa anterior.

**64- Superficie reglada**

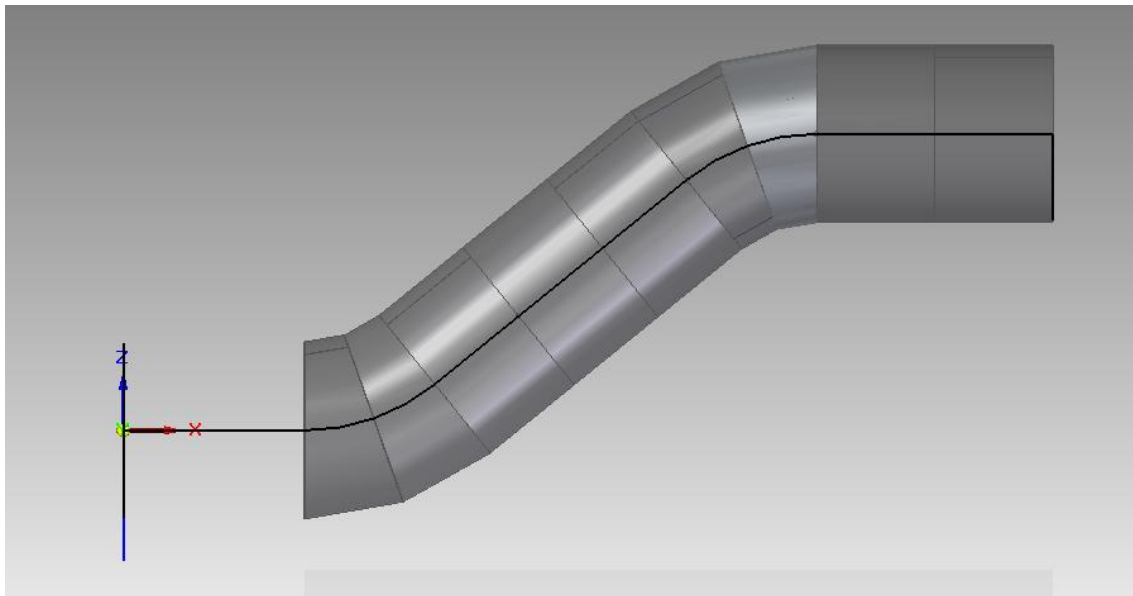
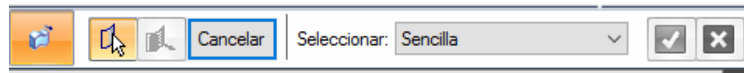
Más tarde se divide la cara tomando como superficies delimitantes las 2 superficies regladas y se elimina nueva cara creada obsoleta.

A continuación es necesario reproducir este paso para todas las superficies BlueSurf, sin embargo, no es necesario hacerlo en los tramos rectos, como puede ser en los tramos intermedios de la sección de deslizamiento y en los iniciales y finales de las secciones de inicio y salida respectivamente.

Esto se produce ya que al ser tramos rectos, es posible la opción de girar respecto a la trayectoria la cara, quedando la línea de soldadura a los grados requeridos respecto a la línea vertical, aprovechando la superficie auxiliar creada y evitando tener que reproducir el paso en múltiples ocasiones y optimizando el tiempo de diseño.

A continuación se agregan los distintos cuerpos al modelo, se decide crear cuerpos de pieza en vez de modelo para poder darle el espesor y crear el desarrollo sin problemas que se producen al crear el cuerpo en pieza.

Así pues, para cada BlueSurf se agrega un nuevo cuerpo de pieza y se incrementa espesor hacia el exterior, en este caso de 2,5mm aunque es modificable según los requerimientos del cliente. En este paso es importante seleccionar *Sencilla* para que el incremento de espesor sólo se realice de la superficie cortada y no del cuerpo en conjunto.



65- Cuerpos de pieza agregados

Debido a la falta de alineación de las costuras de soldadura de los tramos, es necesario realizar algún tipo de marcas que faciliten el montaje y la soldadura.

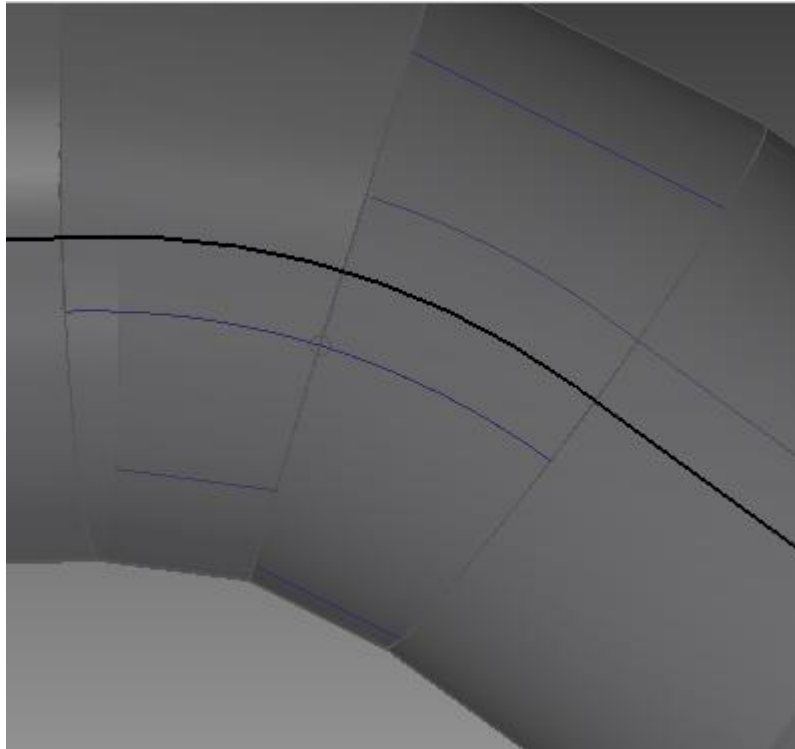
Para ello se diseñan unas marcas con forma circular de forma que cada mitad del círculo queden en tramos contiguos.

Para ello, se recomienda empezar el montaje o la soldadura por la sección de salida, ya que la geometría es distinta al resto de los tramos del tobogán.

Las marcas se han colocado alternadas en la parte izquierda y derecha, de forma que no coincidan con las líneas de soldadura y sean fácilmente identificables.

El tamaño de las marcas puede modificarse según los requerimientos del cliente, según prefiera que sean menos perceptibles o un montaje más rápido y sencillo.

Así pues, para ubicar la localización de estas marcas se realizan la proyección de la curva trayectoria en cada lado del tobogán, tomando como plano de referencia el XZ.



66- Proyección de la trayectoria

A continuación se realizan propias marcas, para ello se realizan unos agujeros tomando como plano de referencia el tangente a la superficie del tobogán por el punto de la proyección.

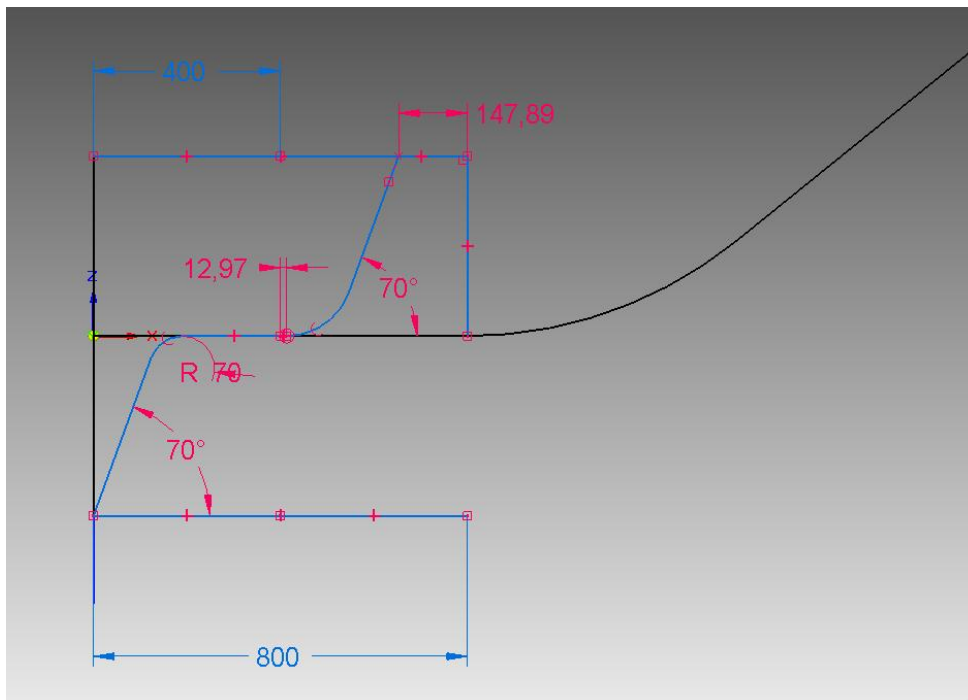
Para la realización de estos agujeros no hay que olvidar que el cuerpo activo sea el de aquel en el que se quiere realizar el agujero para que no se produzcan problemas.

En este caso se ha decidido que los agujeros tengan una profundidad de 0,3 mm para que no sean demasiado perceptibles.

En cuanto al diseño de las salidas, como se ha mencionado, se han diseñado 2 tipos de salidas, por lo que el diseño varía según el modelo de salida escogido.

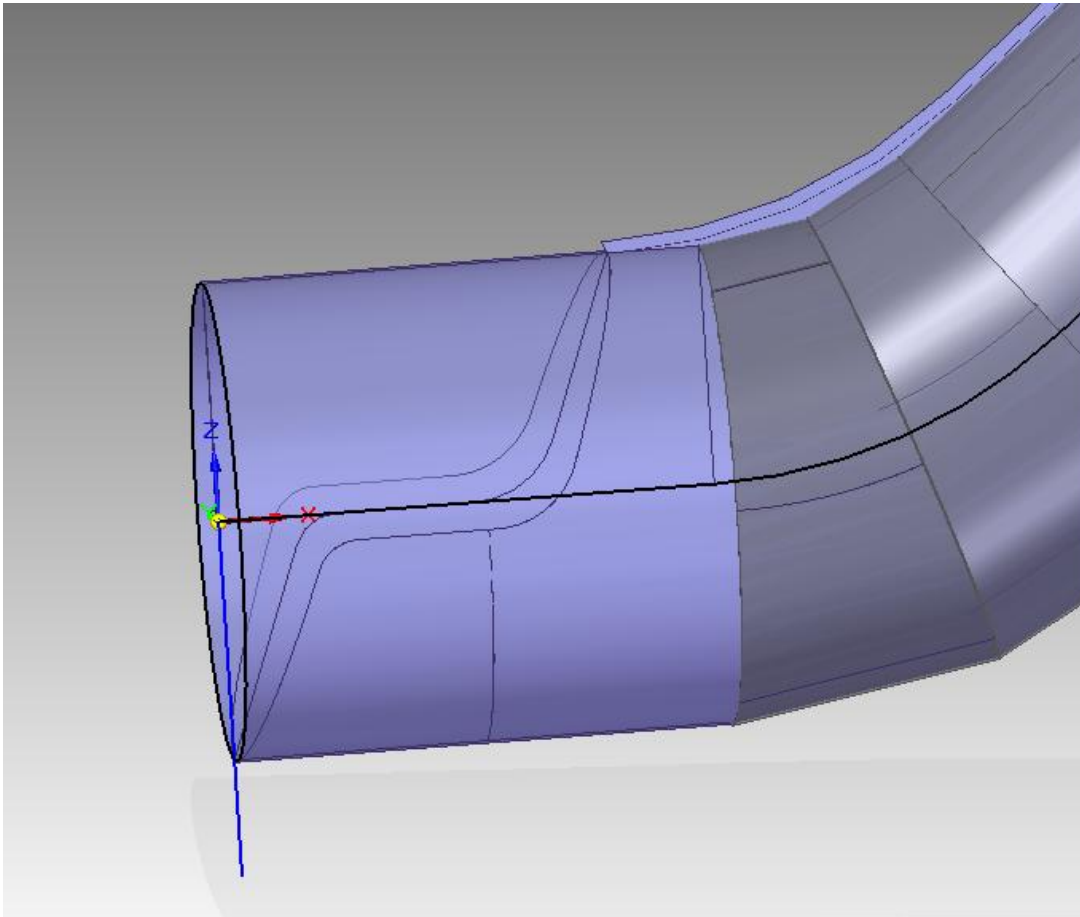
ANEXO 5. Modelización en Solid Edge de Salida Recta

Para el modelado de la salida recta se crea un boceto en el plano XZ y se crea el perfil de la salida del tobogán, acotando las distintas variables para su posterior parametrización.



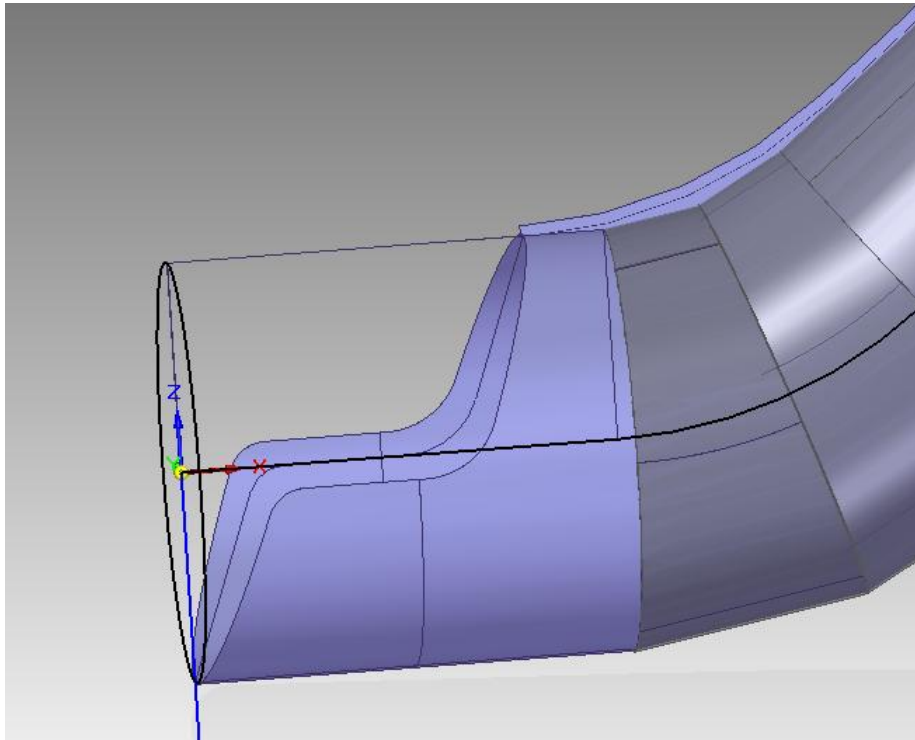
67- Perfil de sección de salida

Posteriormente se proyecta este perfil en ambos lados de la superficie Blue Surf previamente creada, tomando como referencia el plano XZ.



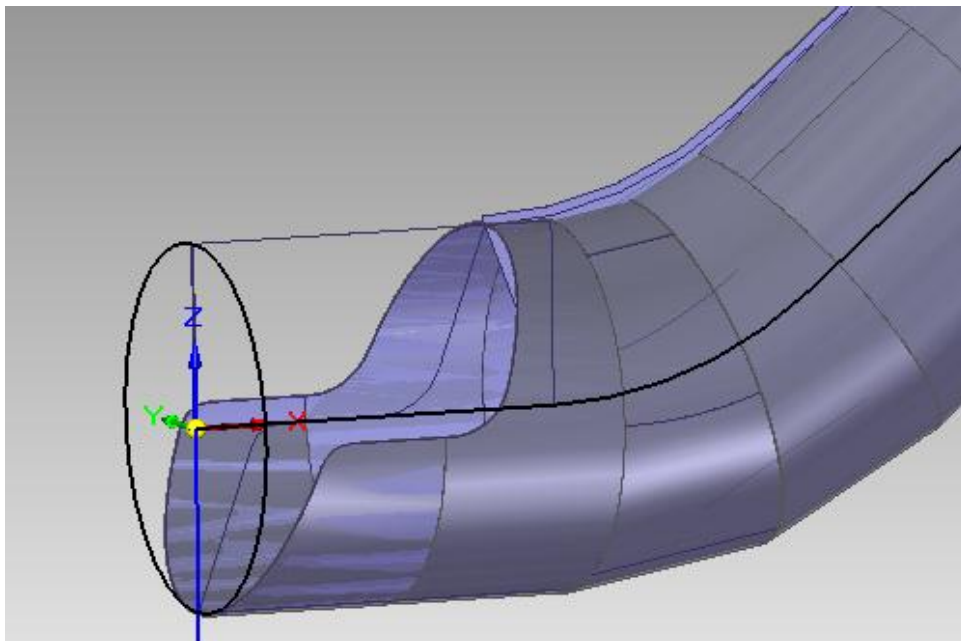
68- Proyección del perfil de salida

A continuación se divide la superficie y se elimina la nueva cara generada obsoleta.



69-División de la superficie

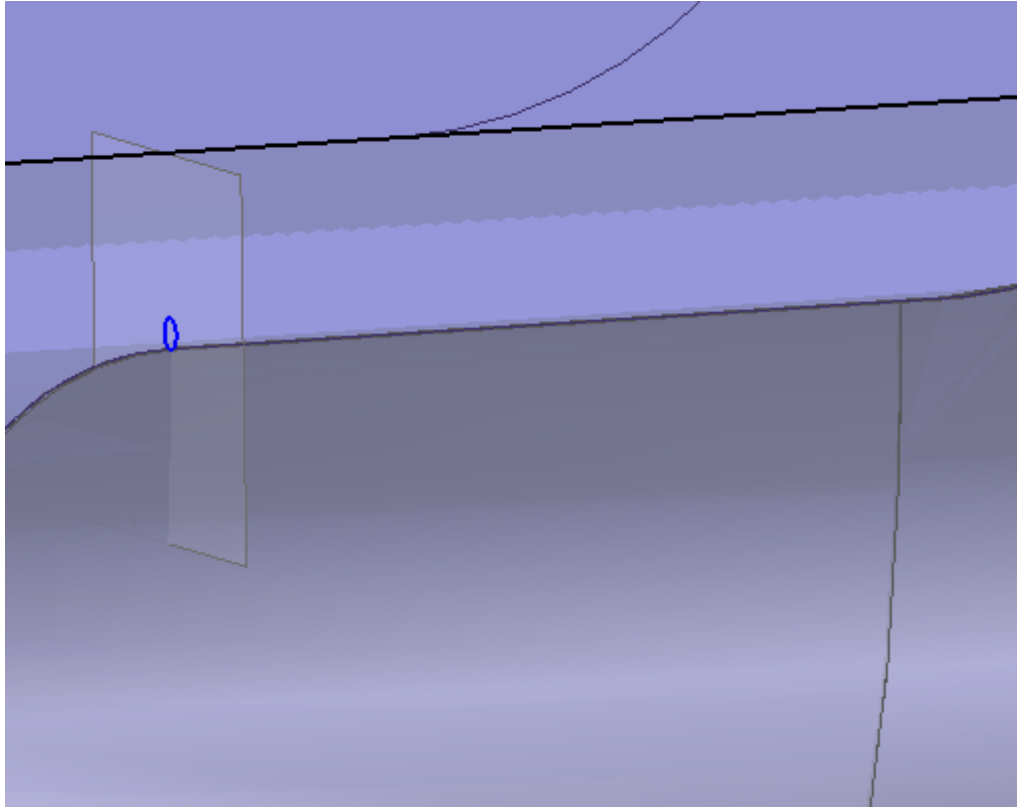
Posteriormente se agrega un nuevo cuerpo de pieza y se le incrementa el espesor hacia el exterior del tobogán para mantener la longitud del diámetro interior.



70. Creación de salida

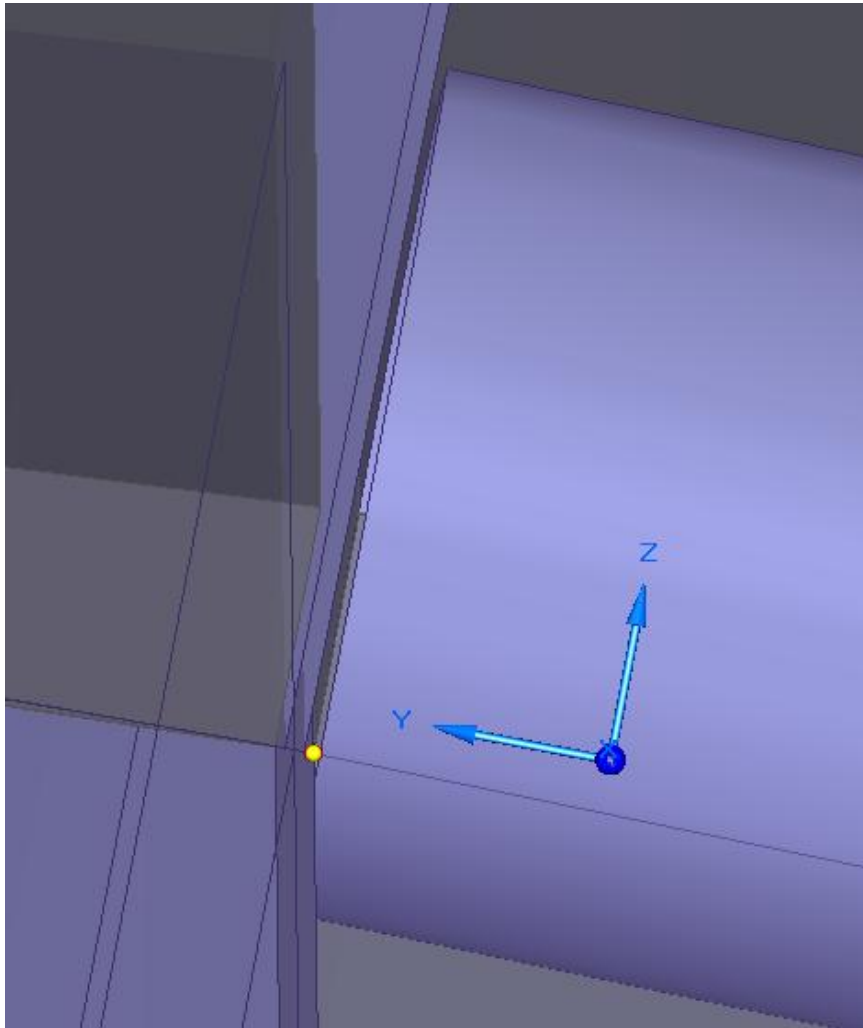
Posteriormente se realiza el diseño del pasamanos protector de la sección de salida, realizado de tubo de acero inoxidable y 10mm de diámetro y 1.5mm de espesor.

Para ello se realiza un círculo de 10mm de diámetro que pase por dos puntos correspondientes a la cara horizontal de la sección de salida.



71. Boceto círculo guía

Posteriormente se realiza una curva de puntos significativos que una los dos puntos correspondientes a la línea de soldadura.





72. Detalle curva de unión

A continuación se realiza un barrido del círculo creado tomando como línea de referencia o trayectoria la línea exterior del borde de la sección de salida que queremos proteger siguiendo los parámetros mostrados en la siguiente imagen.

Opciones de barrido ×

Tipo de barrido predeterminado

Trayectoria y sección transversal simples 

Trayectorias y secciones transversales múltiples 

NOTA: Esta opción define las preguntas para crear la operación. El tipo puede cambiar una vez creada la operación.

Combinación de caras Sin combinar Combinación total Por trayectoria

Alineamiento de secciones Perpendicular Longitud arco Paralelo Paramétrico

Continuidad de cara Continuo por tangente Continuo por curvatura

Escala Escala en trayectoria Escala inicial: 1,000 Escala final: 1,000

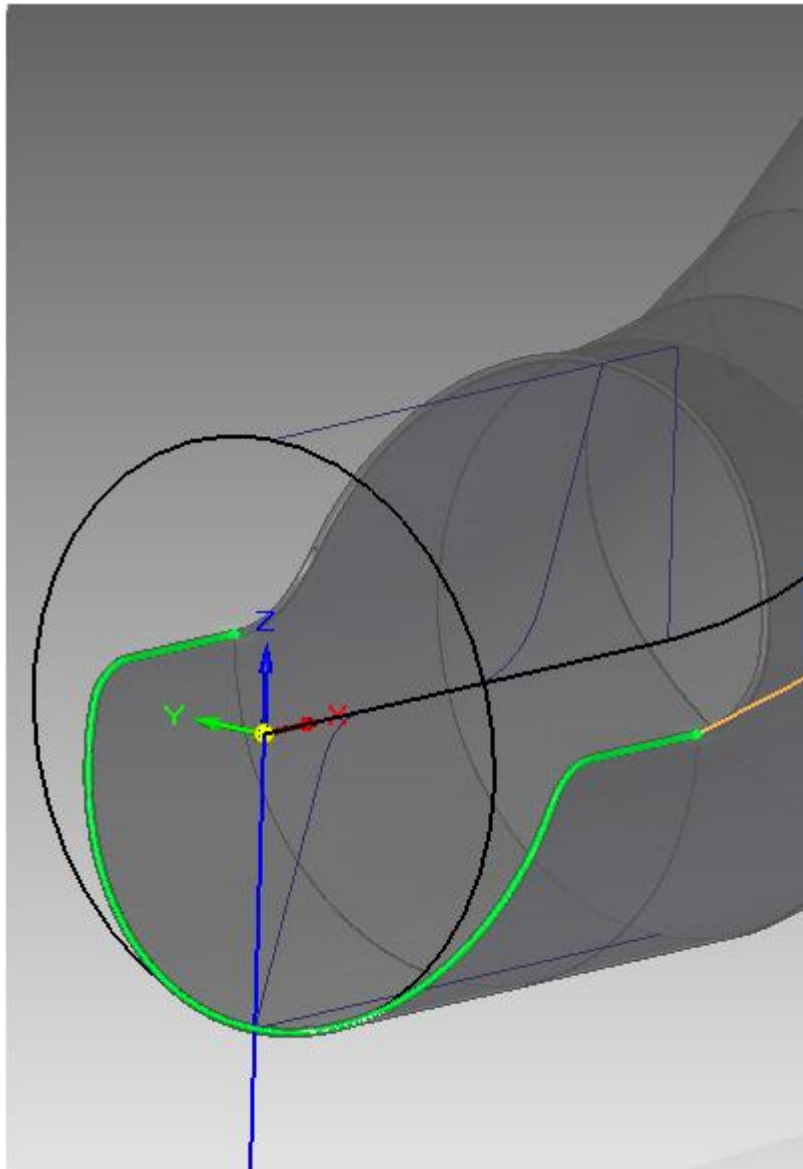
Torsión Ninguna No. de vueltas: 0,000 Vueltas por longitud: 0,000 vueltas por 0,00 mm Ángulo Ángulo inicial: 0,00° Ángulo final: 0,00°

Mostrar este diálogo al inicio del comando.*

*Se puede mostrar este diálogo haciendo clic en el botón Opciones en la barra de comandos.

73. Opciones de barrido correctas

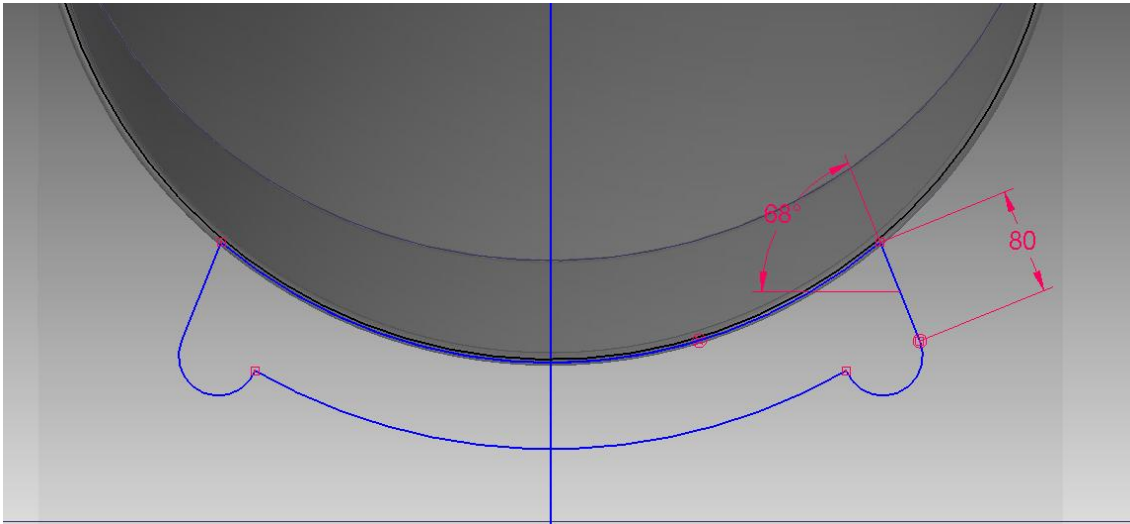
Posteriormente se agregan 2 cuerpos para darle espesor y añadirle el material al tubo. Se agrega uno para la parte superior y otro para la inferior, que serán soldados posteriormente.



74.Creación pasamanos

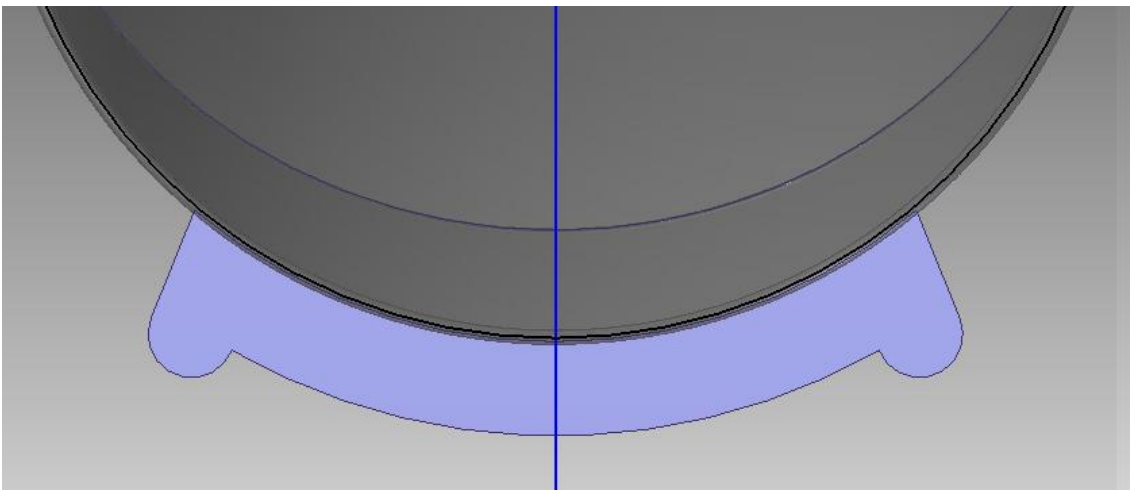
Posteriormente se diseña el apoyo del tobogán al suelo.

Para ello se crea un boceto en el plano coincidente con la sección final y de deslizamiento.



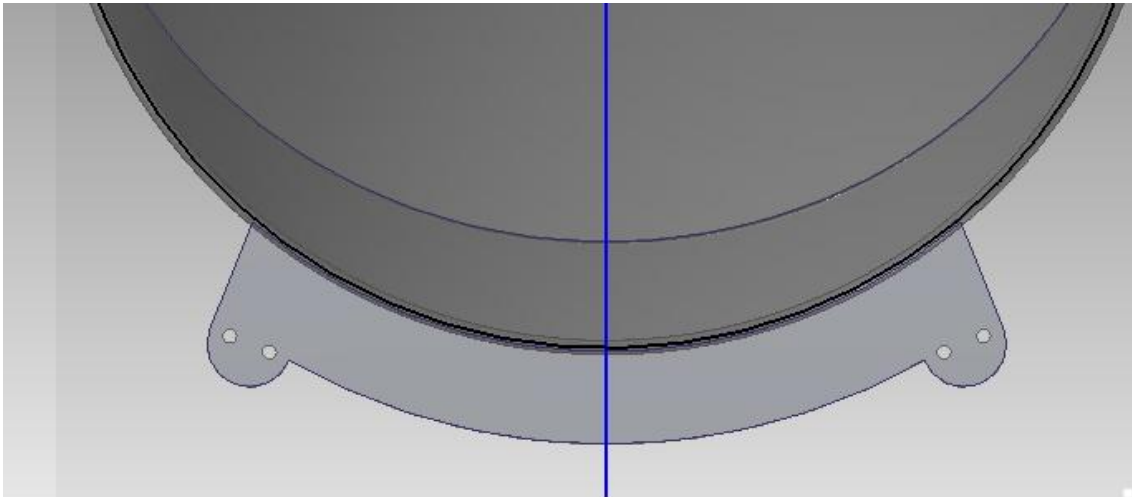
75. boceto apoyo superior

Se crea una superficie limitada que recoja los límites marcados por el boceto y se agrega un cuerpo de chapa para agregarle el material, acero inoxidable, y darle el espesor necesario, en este caso 10cm. Este elemento se soldará al tobogán.

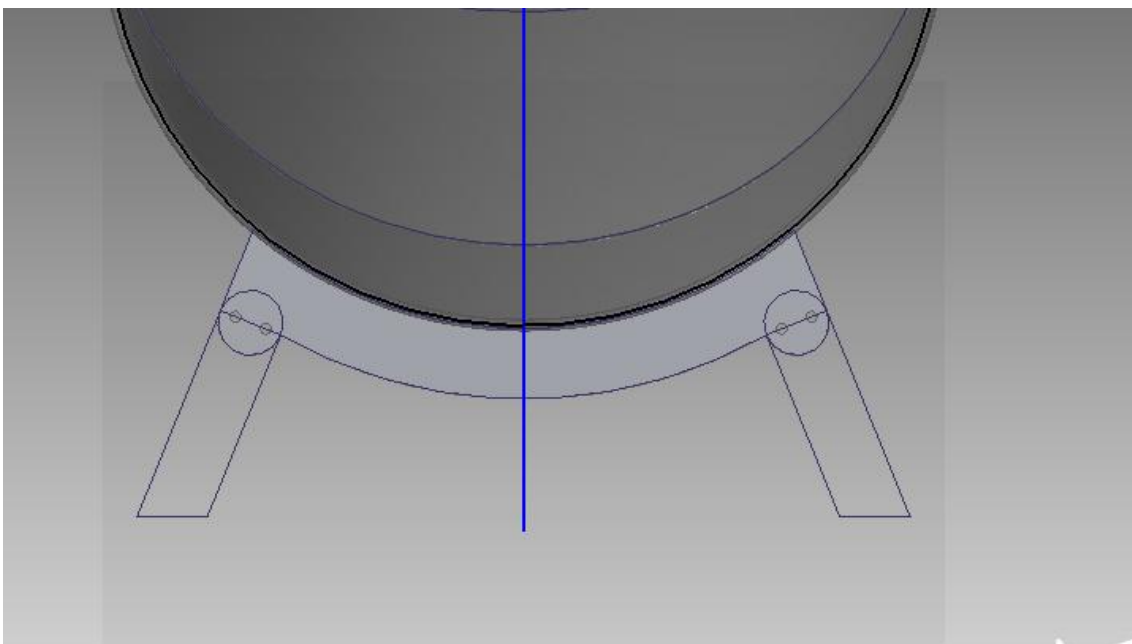


76. superficie auxiliar

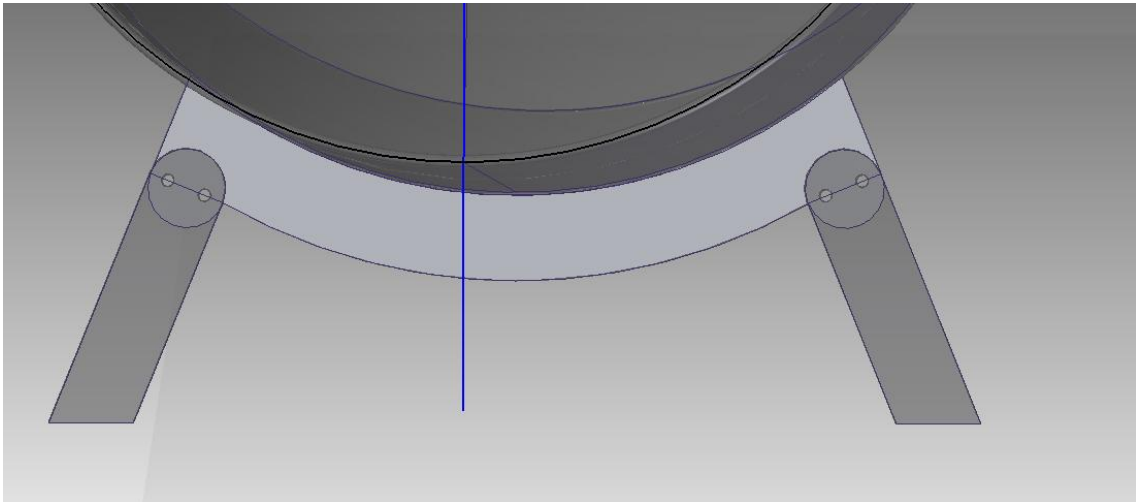
A continuación se realizan los agujeros necesarios para unir el elemento con el inferior que irá bajo tierra.

**77. Agujeros creados**

Para el elemento inferior se creará un nuevo boceto como el de la imagen inferior

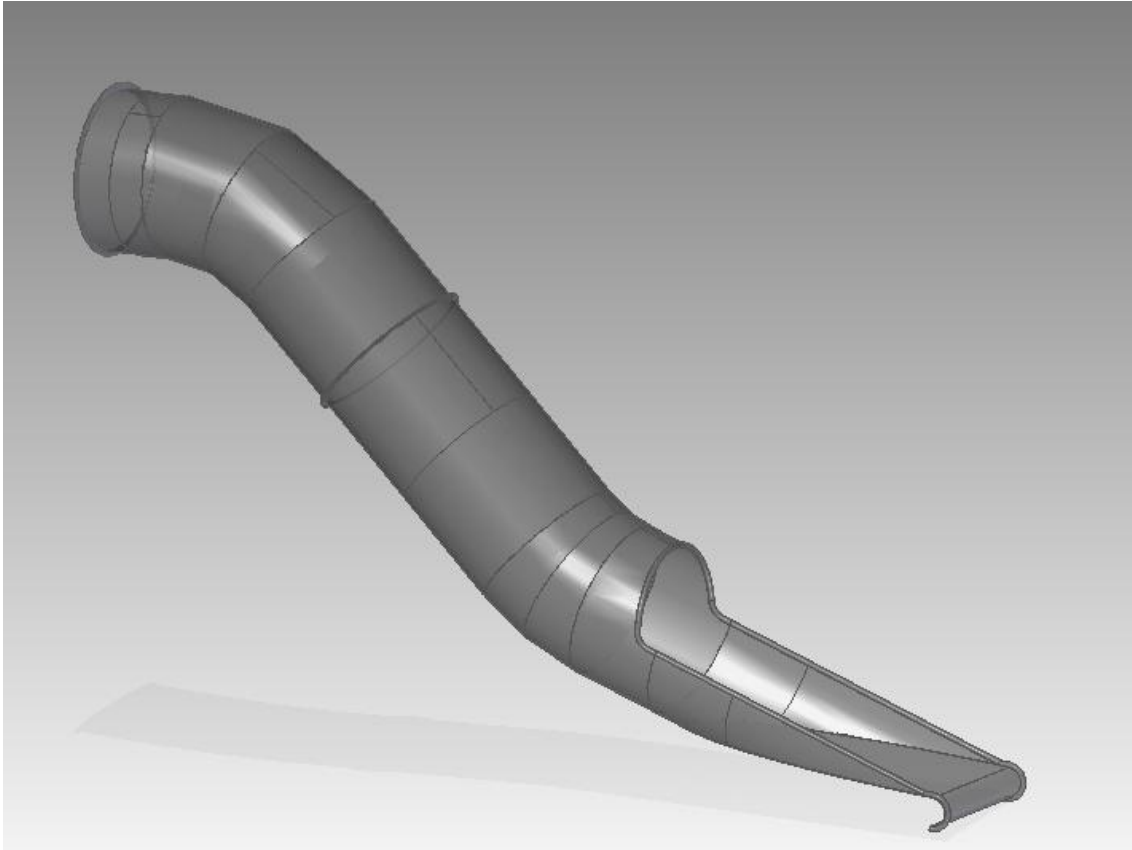
**78. Boceto apoyo inferior**

Como para el elemento inferior, se creará una superficie limitada y se agregará un cuerpo de chapa del mismo espesor que la parte superior y se realizarán agujeros del mismo diámetro alineados con los del elemento superior. Los tornillos que se utilicen para unir estos elementos deben ser de cabeza redonda y cubiertos por un tapón protector de plástico de forma que queden protegidos.



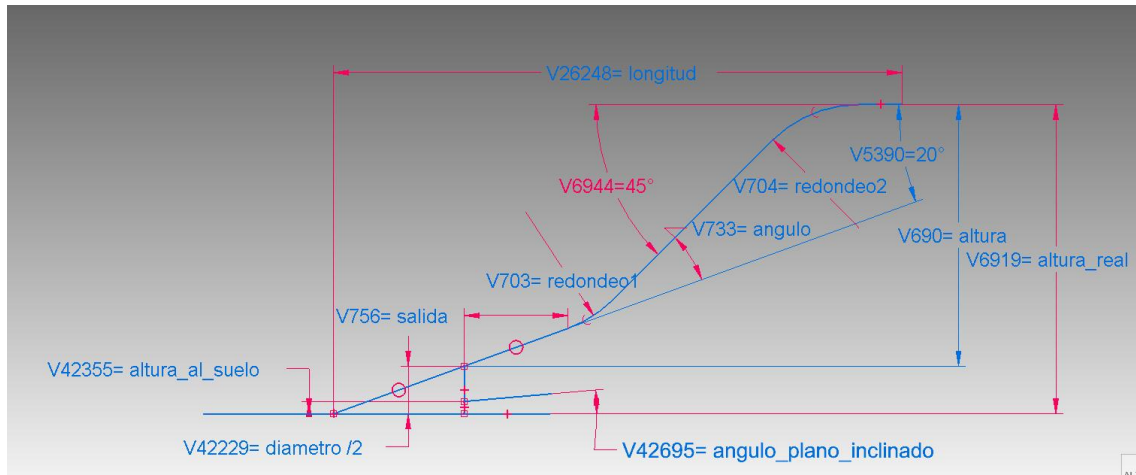
79. Apoyos

ANEXO 6. Modelado de Salida Inclinada



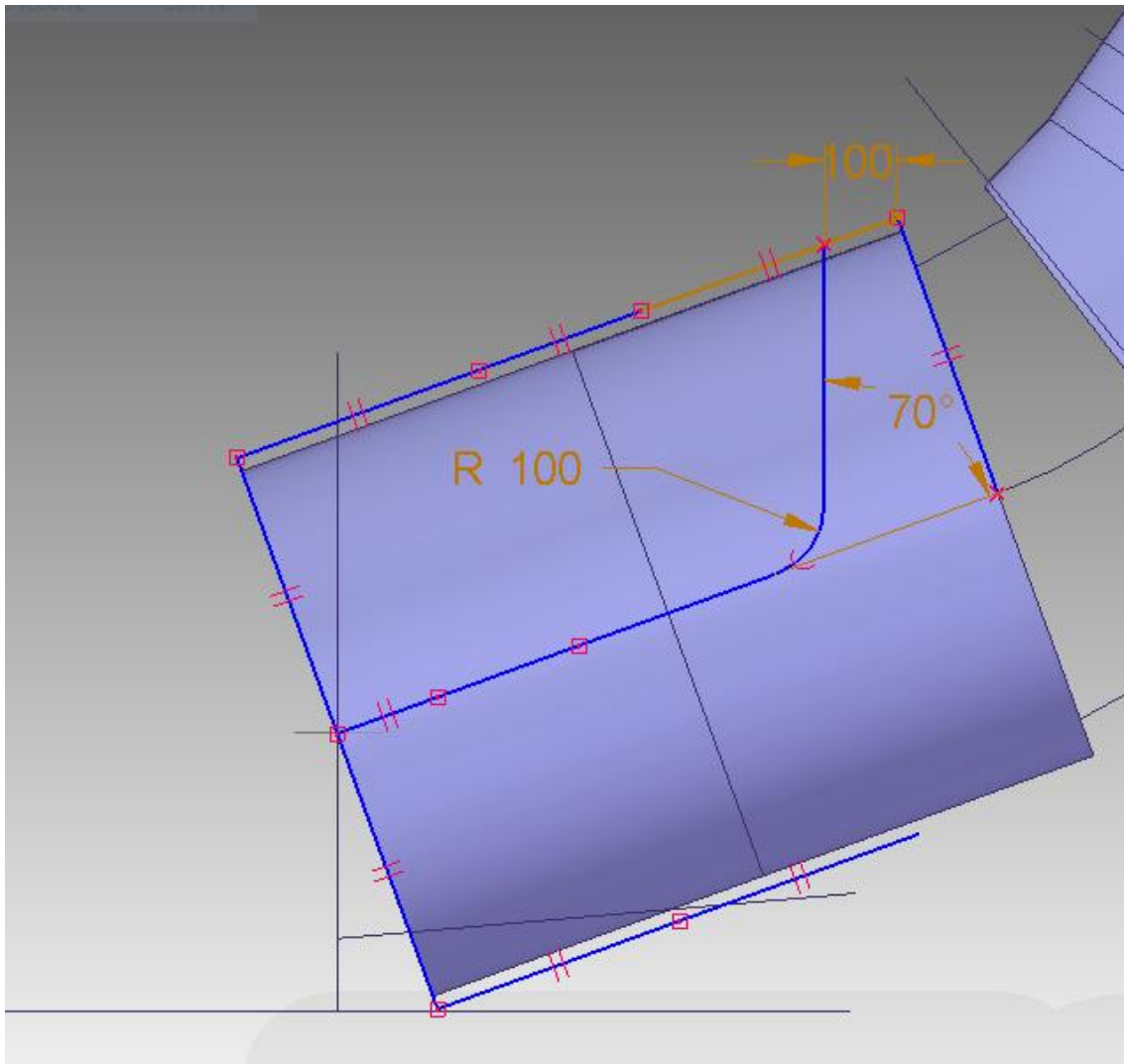
80. Modelización tobogán con salida inclinada

Para el modelado de la salida inclinada se modifica el perfil de la trayectoria de modo que la sección de salida sea inclinada, añadiendo unas rectas que sirvan de guía para realizar el diseño tal y como se muestra en la imagen inferior, de modo que la salida tenga 5º de pendiente.



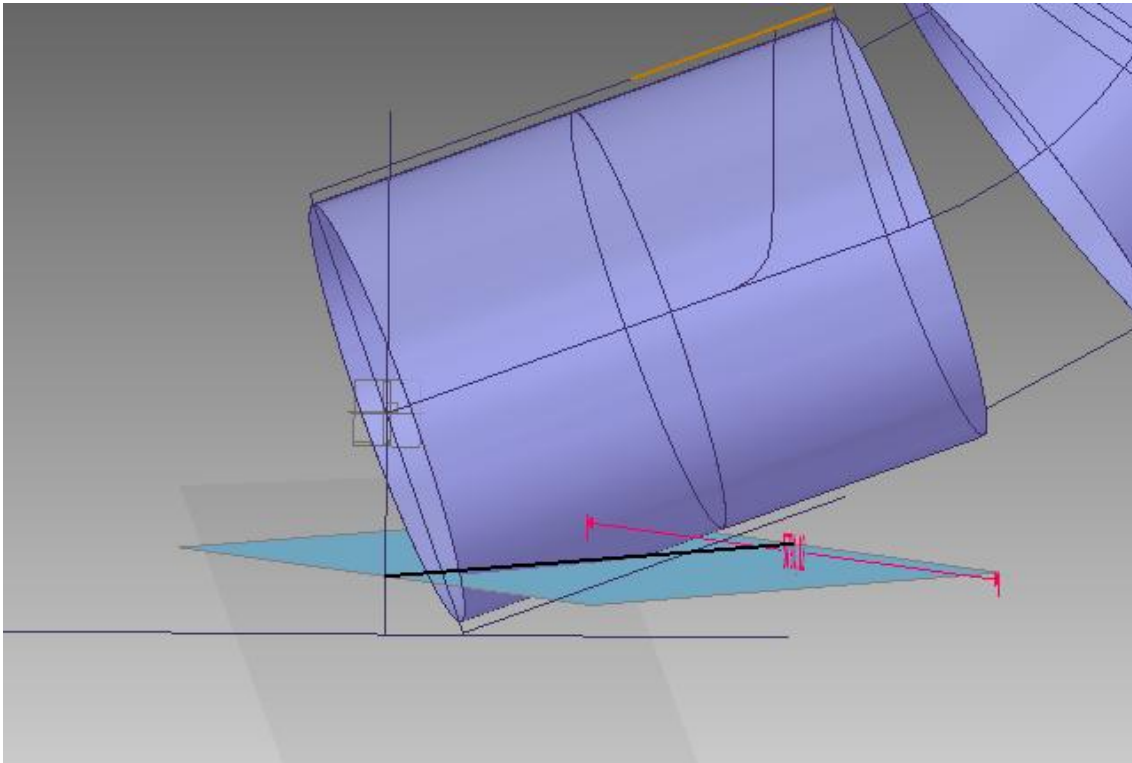
81. Trayectoria modificada

Posteriormente se crea un boceto en el plano perpendicular a la recta de la sección de salida que contenga el perfil de esta salida.

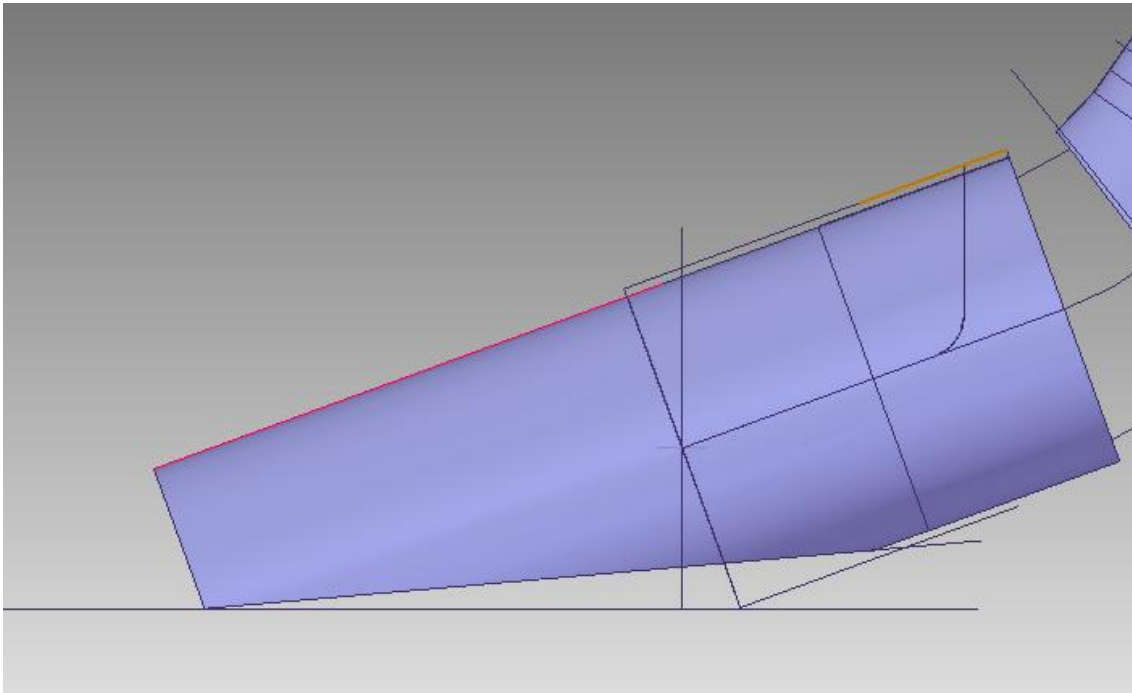


82. Perfil sección de salida

A continuación se realiza la extrusión de la línea a 5º respecto a la horizontal de forma que se cree un plano con esta pendiente.

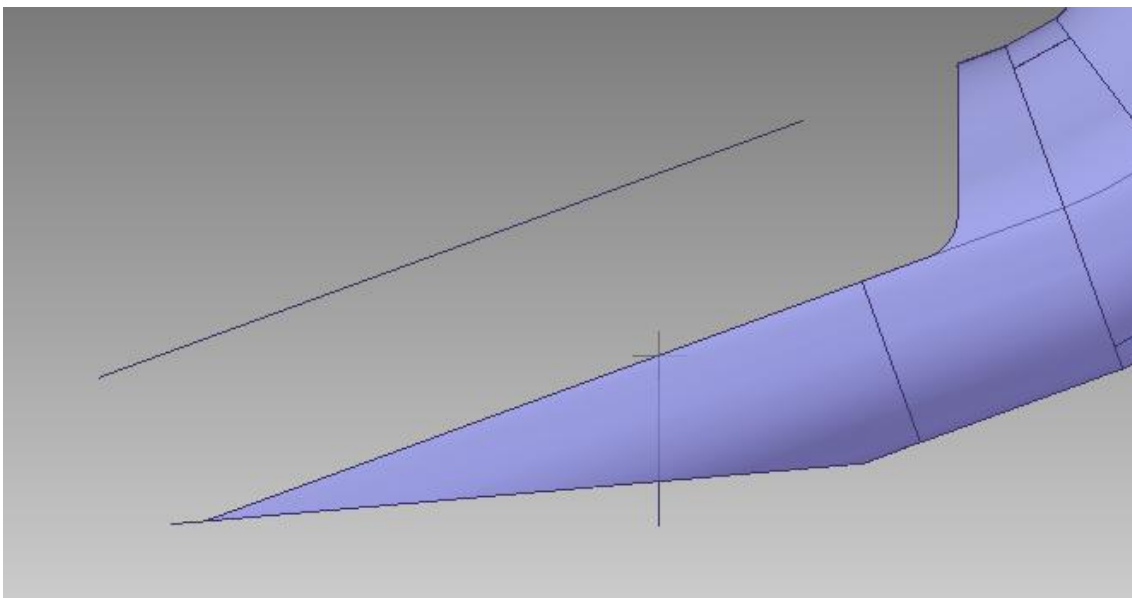
**83. diseño de salida**

Posteriormente se extiende la BlueSurf perteneciente a la sección de salida 1 hasta que la línea media del tobogán intersecciona con la línea horizontal inferior que se ha realizado en el boceto de la trayectoria y se realiza la intersección de esta sección extendida con el plano a 5° .



84. Diseño sección de salida 2

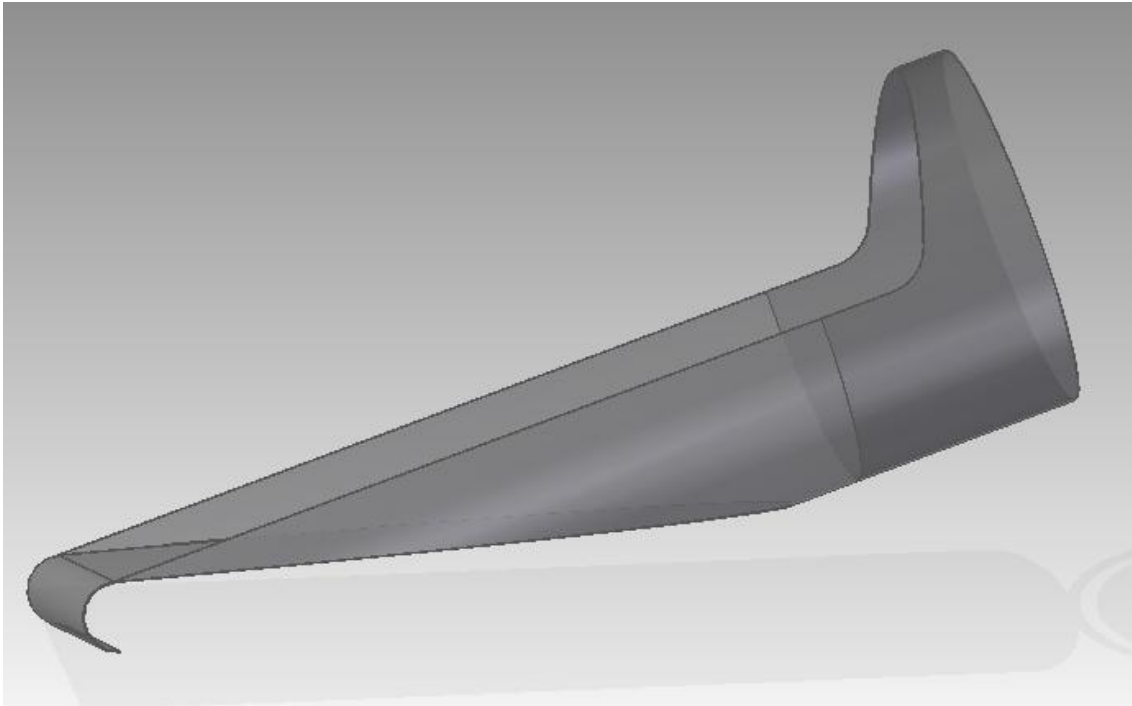
A continuación se realiza la proyección del perfil de la salida a izquierda y derecha de las BlueSurfs de la sección de salida y se dividen las caras, eliminando la nueva cara creada obsoleta.



85. Superficie auxiliar de sección de salida

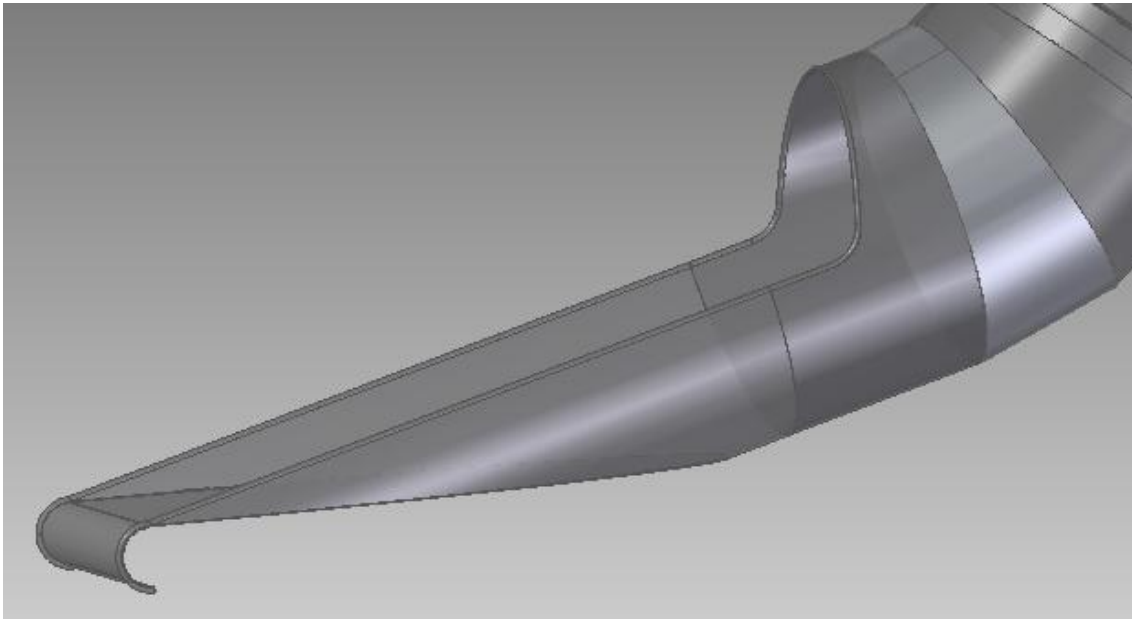
Posteriormente se agregan los distintos cuerpos de pieza para agregarle material y espesor a los distintos elementos.

A continuación, en modo chapa, se crea un ribete abierto que actuara como elemento de acabado en la zona de salida y que seguirá las normas y deberá tener un radio de al menos 50mm.



86. Sección de salida completa

Por último, se realiza el pasamanos del mismo modo que en el tipo de salida recto, creando un círculo en modo boceto tangente a dos puntos de las sección por la que se va a apoyar el tubo y creando por barrido el tubo, incluyendo la zona de ribete.



87. Sección de salida con pasamanos

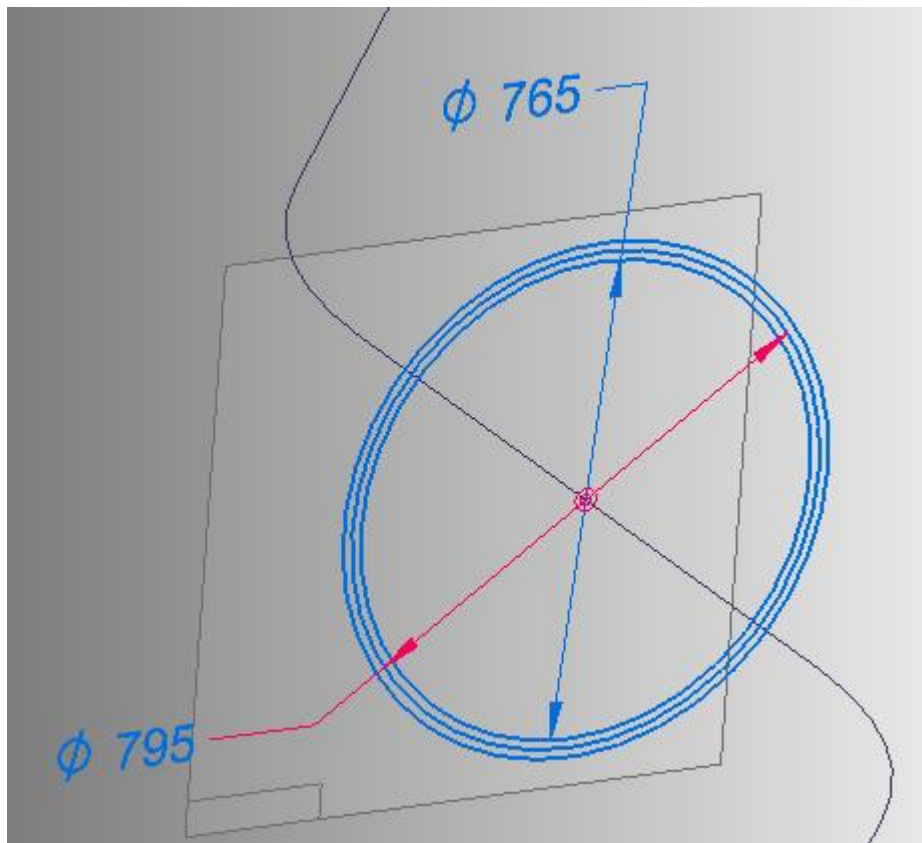
ANEXO 7. Modelización en Solid Edge de Brida

Se ha diseñado una brida para su colocación en caso de que la longitud del tobogán sea mayor que la que cabe en un camión y así de esa forma, terminar de montar el tobogán en el lugar de colocación.

El diseño es similar en cualquier tipo de tobogán.

Se realiza un boceto en un plano perpendicular a la trayectoria coincidente con uno de los círculos de guía que se sitúan en una zona media del tobogán.

Este boceto contiene 3 círculos concéntricos con centro en la trayectoria y diámetro interior coincidente con el diámetro exterior del tobogán.

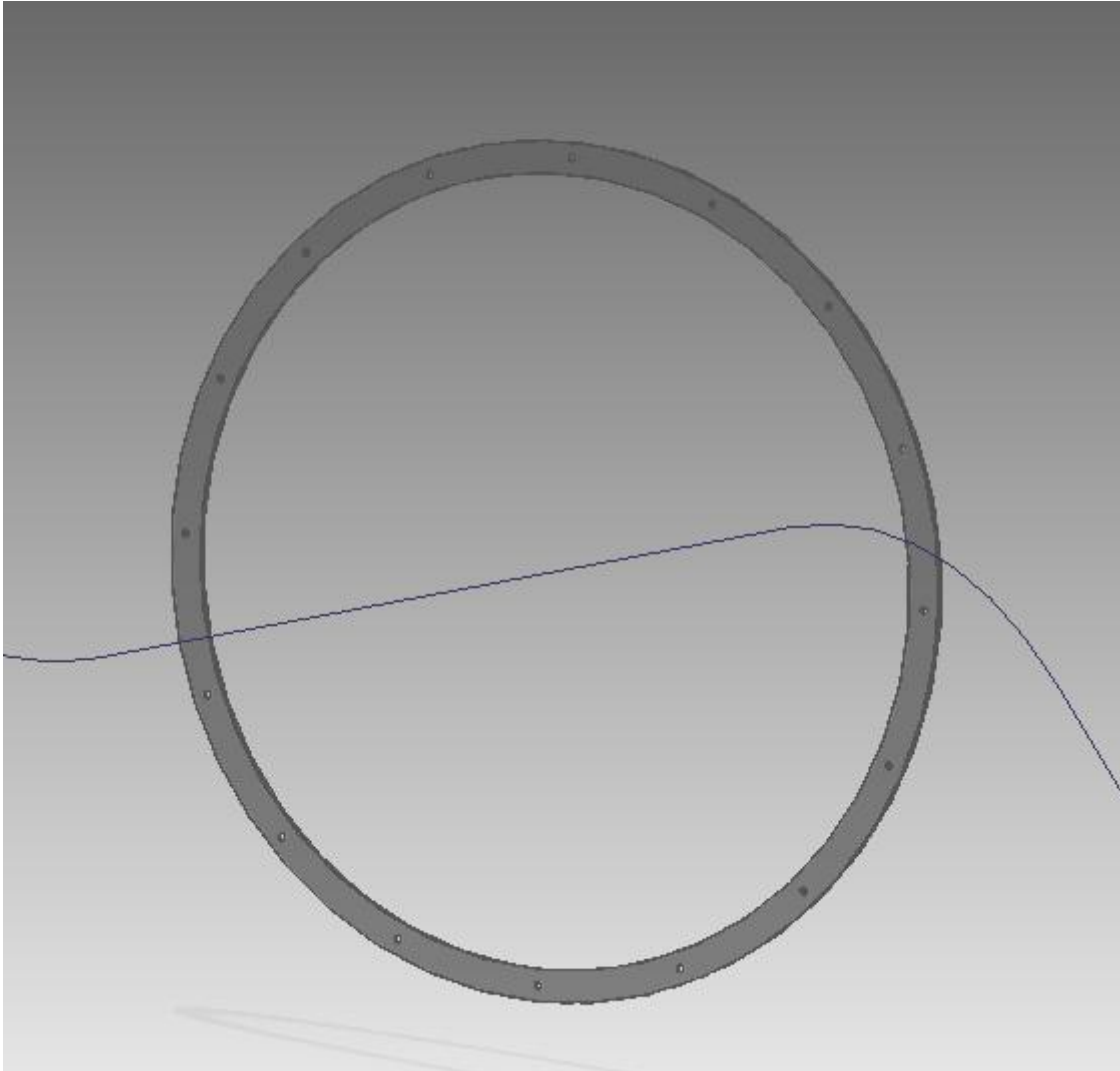


88. Diseño de brida

A continuación se crea una protrusión simétrica a izquierda y derecha de longitud igual al espesor que se desee darle a la brida.

Por último se crea un agujero, en este caso de M10, en cada una de las bridas de forma que sean coincidentes y se crea un patrón siguiendo la línea media de la brida para

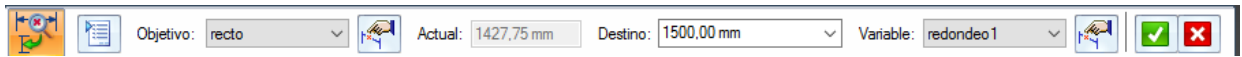
formar el resto de agujeros que rodean la brida. Se ha decidido que el número de agujeros sea de 16.



89. Modelado de brida

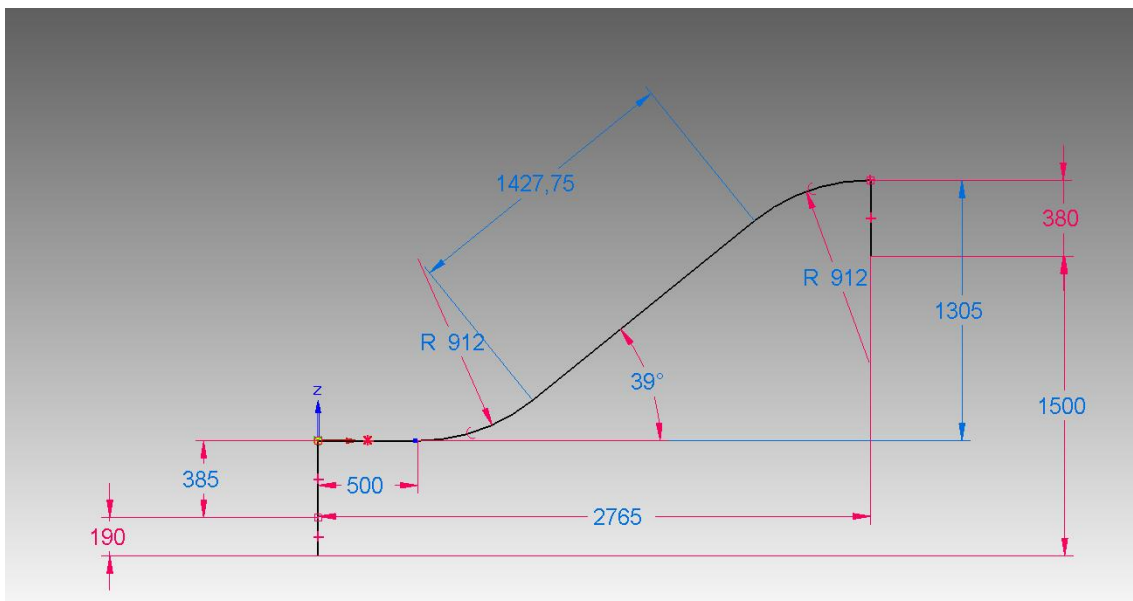
ANEXO 8. Modelización en Solid Edge del Prototipo

Para conseguir los requerimientos del prototipo se ha utilizado la herramienta “Buscar Objetivo” en el menú Verificar.



90. herramienta buscar objetivo

Para ello se ha añadido una nueva variable en el boceto de la trayectoria consistente en la cota coincidente con la longitud de la sección de deslizamiento.

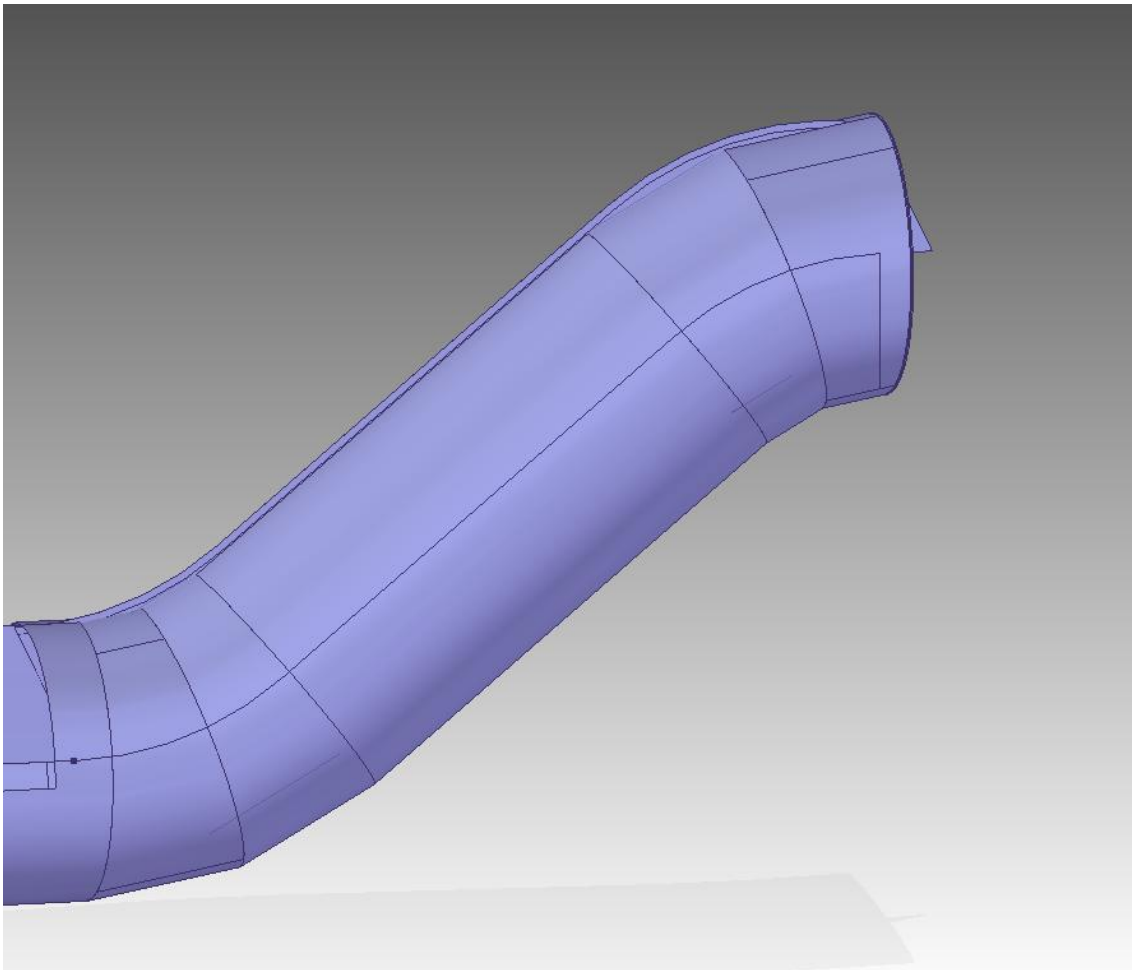


91. Trayectoria modificada

Así pues, con la herramienta *Buscar objetivo* se consigue adecuar la longitud del tramo de la sección de deslizamiento a la requerida modificando el radio de acuerdo, denominado *redondeo*.

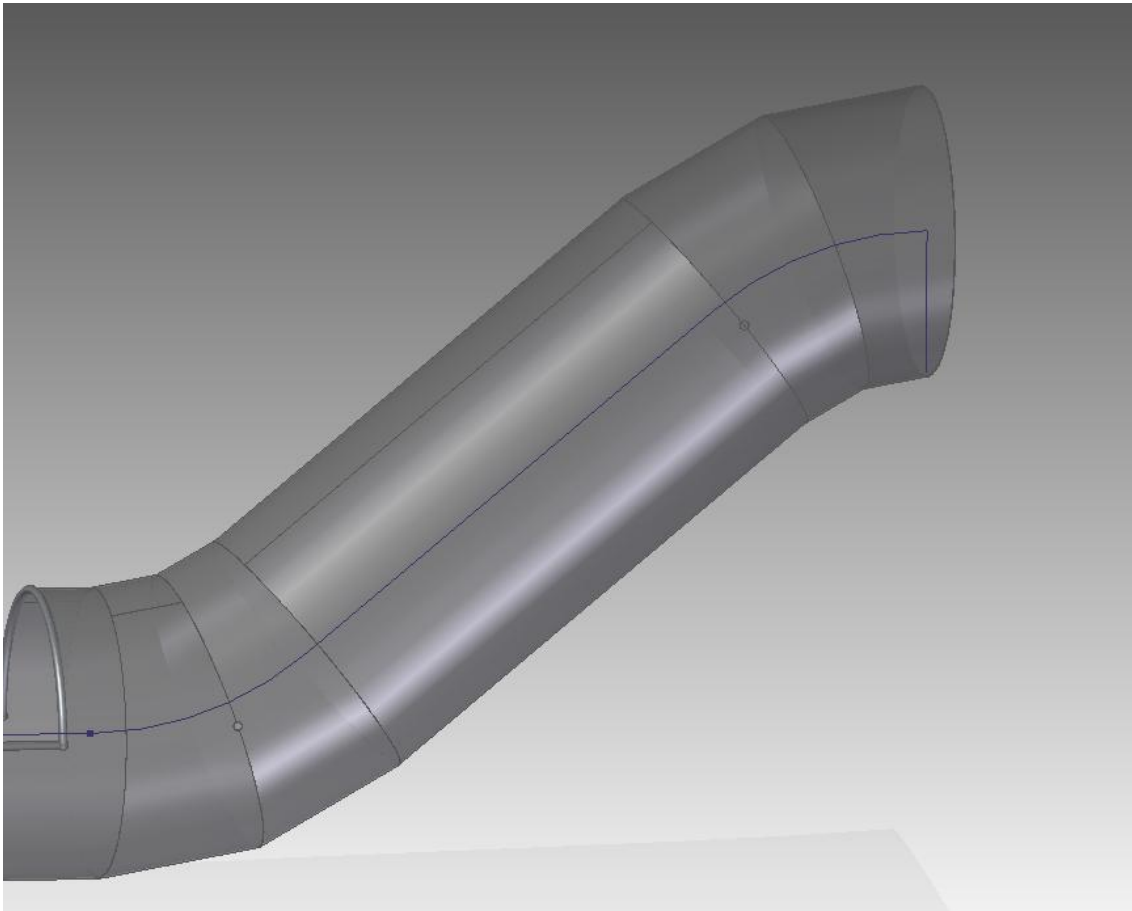
A continuación se ha modifica el resto de variables parametrizadas de forma que el tobogán quede según los requerimientos.

Para la modificación de la sección de deslizamiento se crea una nueva BlueSurf que una los círculos iniciales y finales de la sección de deslizamiento.



92. sección de deslizamiento modificada

Siguiendo las superficies auxiliares ya creadas para el modelo de tobogán recto, se divide la cara para crear la zona abierta por la que se producirá la soldadura y se agrega un cuerpo de pieza para agregarle el espesor y el tipo de material.

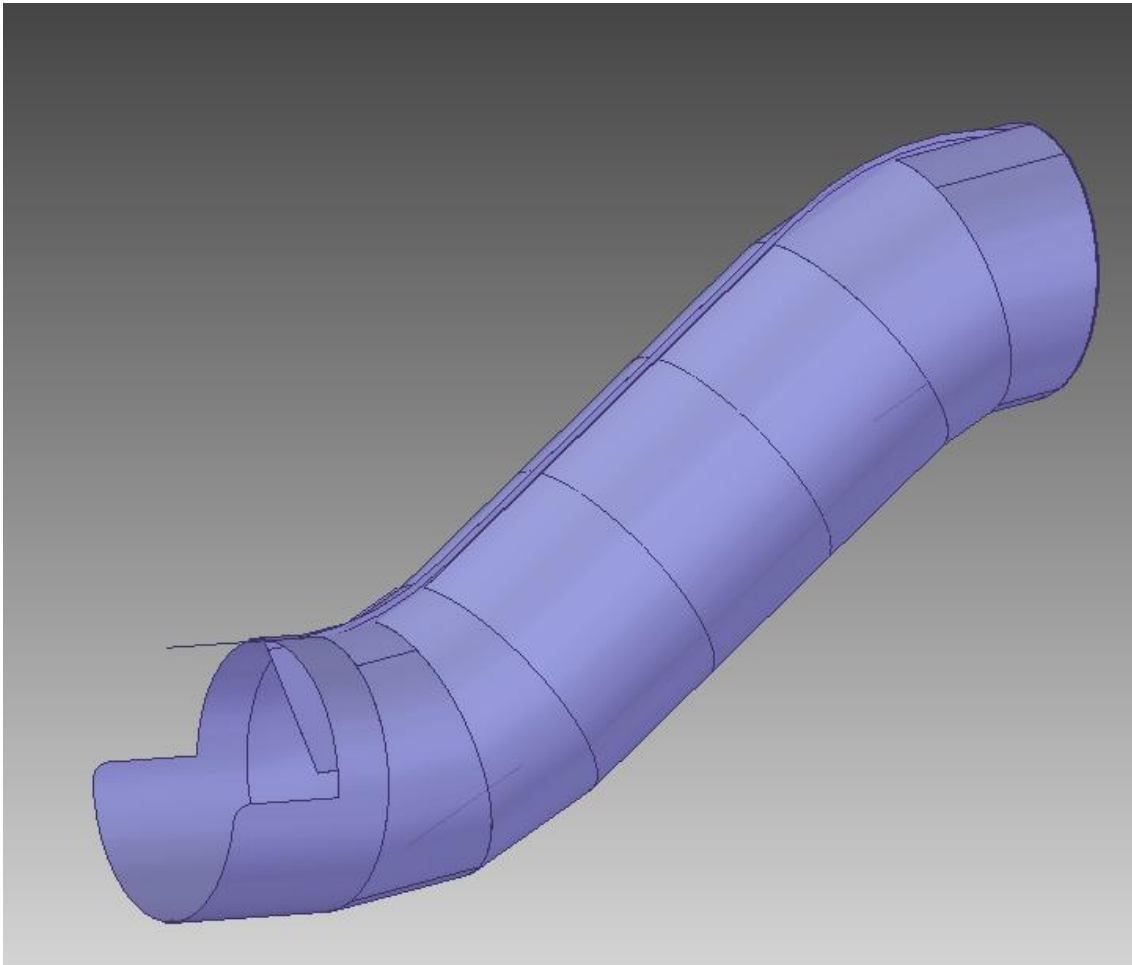


93. Sección de deslizamiento actualizada

A continuación se modifica el boceto perteneciente al perfil de la sección de salida, eliminando los radios de redondeo y las zonas inclinadas.

Del mismo modo que en el resto de modelos, se procede a la proyección a ambos lados de la BlueSurf del perfil de diseño.

Posteriormente se divide la cara tomando como línea de división la proyección y se elimina la nueva superficie creada obsoleta.

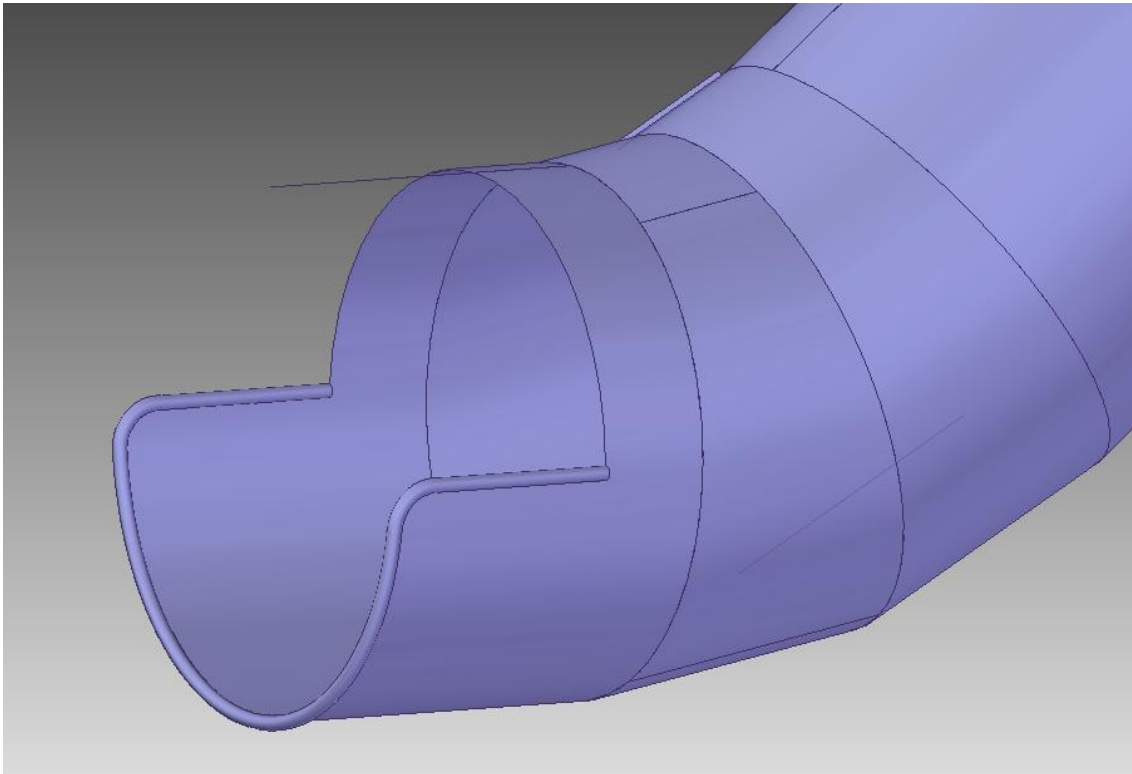


94. Superficies auxiliares

A continuación se agrega un cuerpo y se le incrementa el espesor.

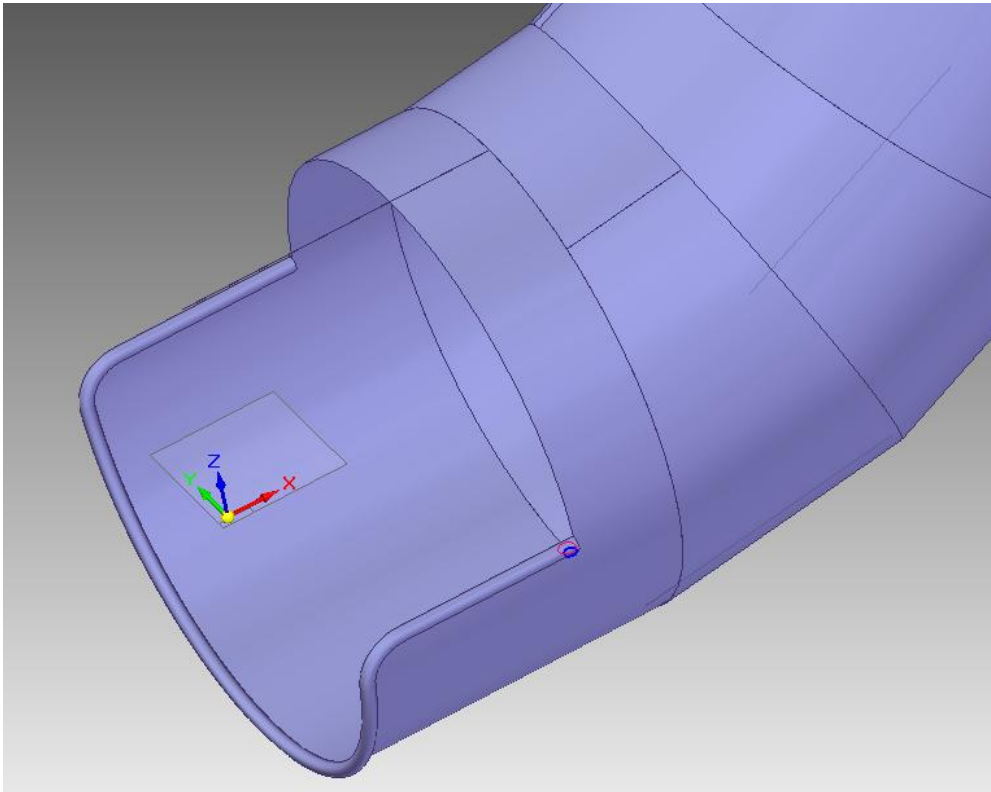
Una de las mayores motivaciones para la simplificación del diseño de la sección de salida es la posibilidad de realizar el diseño del tubo pasamanos de protección de forma más simple.

Así pues, partiendo del mismo círculo que se utiliza para el diseño de la sección de salida no simplificada, a través de barrido se crea el tubo que formará la parte inferior del pasamanos.



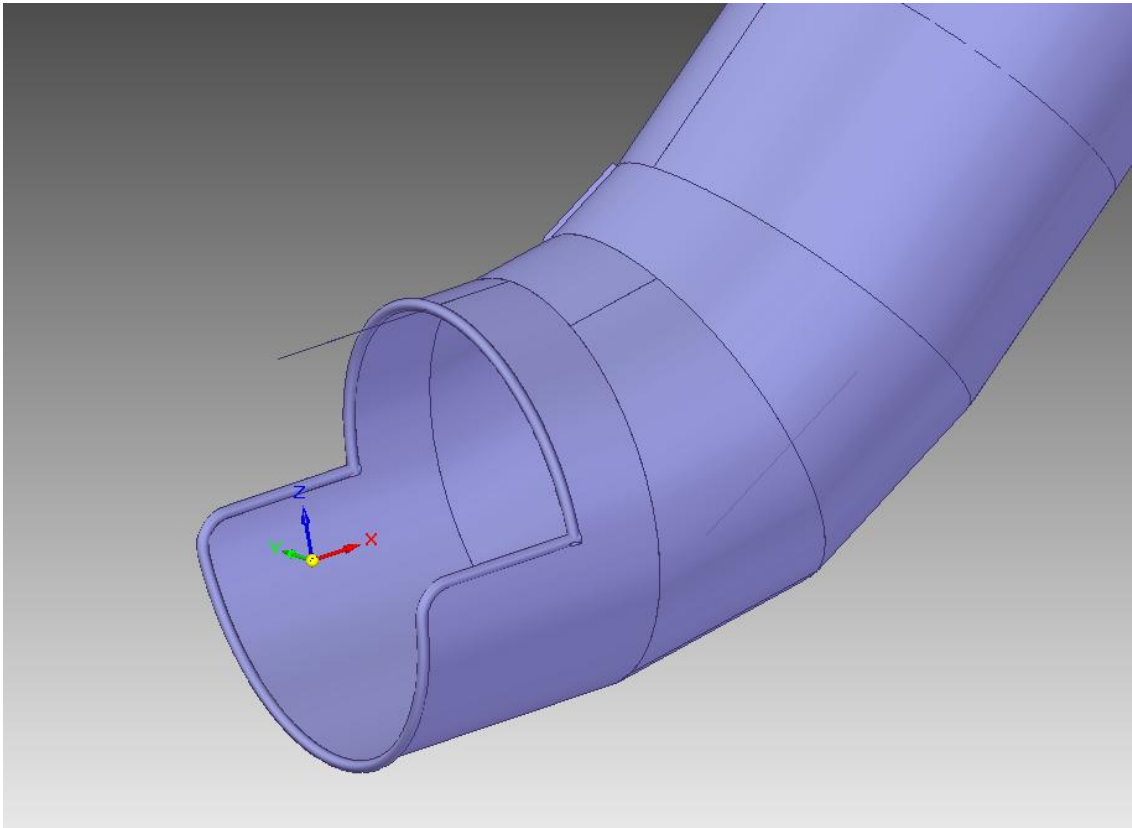
95.Pasamanos inferior

Para el diseño de la parte superior del tubo pasamanos se realiza un círculo coincidente con el plano XY que coincida con el final del tubo inferior tal y como se muestra en la imagen inferior.



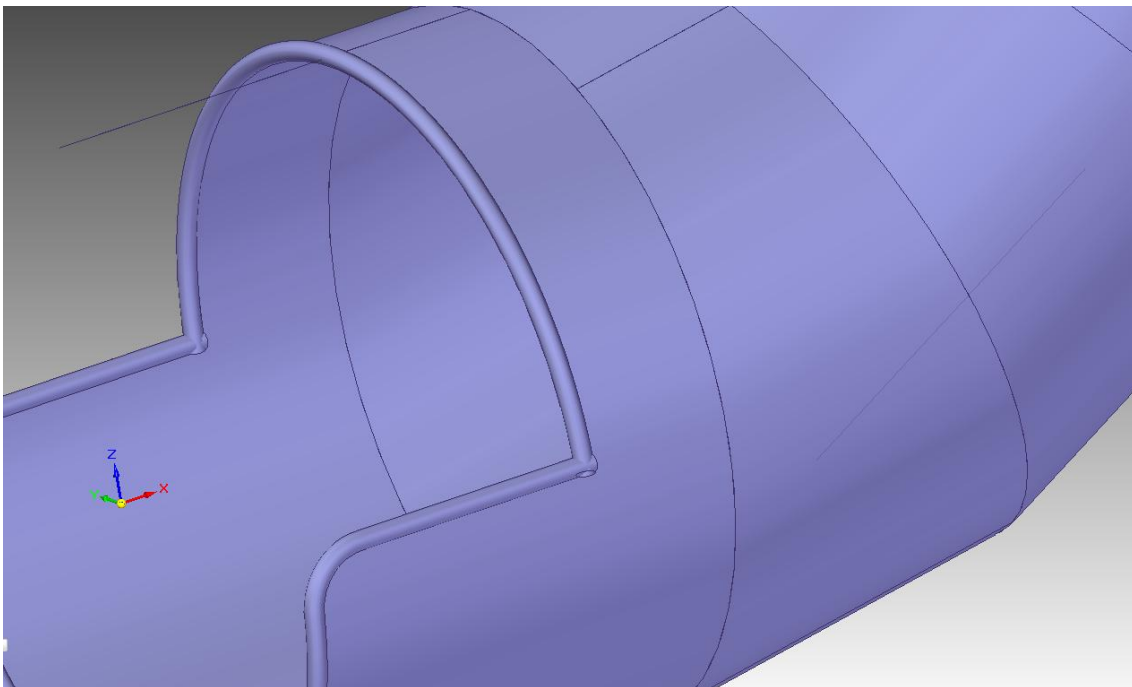
96. Boceto perpendicular

Siguiendo la curva proporcionada por la parte exterior de la sección de salida se crea a partir de barrido el nuevo tubo.



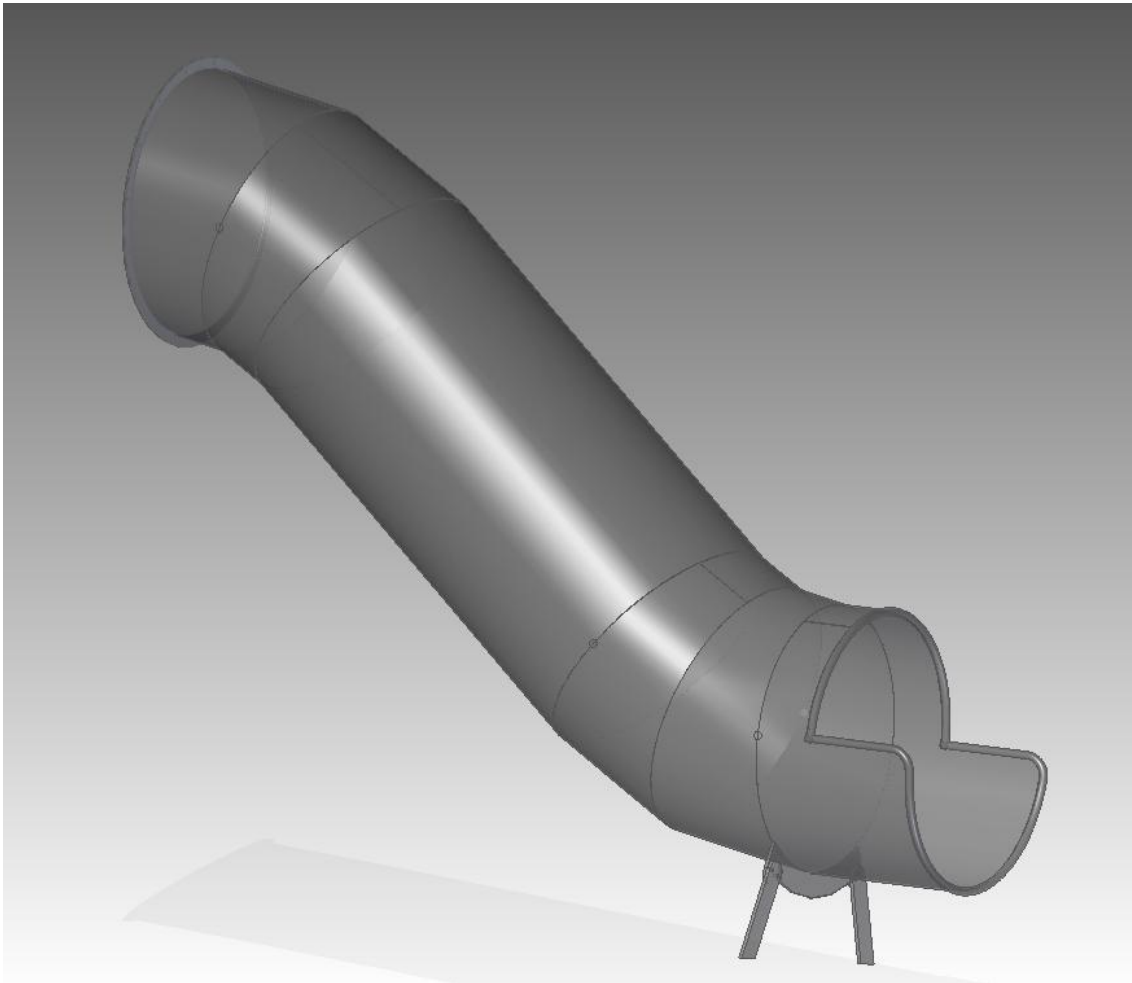
97. Superficies auxiliares de pasamanos

A continuación se realiza la intersección de los dos tubos en la zona de unión.



98. Intersección de tubos

Por último se agregan los 2 cuerpos de pieza correspondientes y se incrementa el espesor de forma que el diámetro exterior se mantenga constante.



99. Modelado de prototipo completo

ANEXO 9. Análisis de Coste

- Tobogán con salida recta:

			Componentes						
Código	DESCRIPCIÓN	cantidad	Desarrollos en mm			Peso	€/Kg	coste unitario del material	coste total del material
			espesor	altura	Longitud				
42901	sección de salida 1	1	2,5	1212,1	450	11,311	2,25	25,4501	25,4501
42902	sección de salida 2	1	2,5	2423,81	450	22,619	2,25	50,8921	50,8921
42903	sección de deslizamiento 1	1	2,5	2406,61	469,1	23,411	2,25	52,6757	52,6757
42904	sección de deslizamiento 2	1	2,5	2412,12	472,93	23,657	2,25	53,2273	53,2273
42905	sección de deslizamiento 3	1	2,5	2424,01	613,98	30,863	2,25	69,4429	69,4429
42906	sección de deslizamiento 4	1	2,5	2424	614,17	30,873	2,25	69,4641	69,4641
42907	sección de deslizamiento 5	1	2,5	2424,01	613,98	30,863	2,25	69,4429	69,4429
42908	sección de deslizamiento 6	1	2,5	2424,01	614,98	30,914	2,25	69,5560	69,5560
42909	sección de deslizamiento 7	1	2,5	2406,61	466,6	23,287	2,25	52,3949	52,3949
42910	sección de inicio 1	1	2,5	2424,01	150	7,540	2,25	16,9654	16,9654
42911	sección de inicio 2	1	2,5	2424	150	7,540	2,25	16,9653	16,9653
42912	Pasamanos inferior	1	1,5	40	1600	0,796	4,10	3,2649	3,2649
42913	Pasamanos superior	1	1,5	40	1380	0,687	4,10	2,8160	2,8160
43906	Brida								
	Montaje final								
	Embalaje								

Material comprado de proveedores externos									
42814	Apoyo inferior	1						6,5000	6,50000
42815	Apoyo superior	1						8,0000	8,0000
43906	Brida	4						18,0000	72,0000
43901	Tornillo hexagonal DIN 933 M10x15 -8.8 St. St.	32						0,8000	25,6000
43902	Tuerca de seguridad M10 DIN 986.8	36						0,6000	21,6000
43903	Arandela Grower M10 DIN 127 St. ST.	36						0,4000	14,4000
43904	Protección uniones tobogán (polietileno, alta densidad (HDPE)	36						0,1000	3,6000
43905	Tornillo hexagonal DIN 933 M10x30 -8.8 St. St.	4						0,8000	3,2000
	Embalaje (pallet+jaula)	1						130,0000	130,0000
								total de adquisición externa	284,40

Coste total de los materiales	552,558
--------------------------------------	----------------

		N° del C.d.C.	1		2		3		4		5	
		centro de coste	Corte láser	Corte láser	curvado	curvado	soldadura	soldadura	Soldadura	Soldadura	Revisión y Montaje	Revisión y Montaje
			65,00		32,00		37,00		37,00		24,00	
Código	DESCRIPCIÓN	tiempo unitario de ciclo	coste unitario de producción externa	COSTE TOTAL DE PRODUCCIÓN INTERNA	coste unitario de producción externa	COSTE TOTAL DE PRODUCCIÓN INTERNA	coste unitario de producción externa	COSTE TOTAL DE PRODUCCIÓN INTERNA	coste unitario de producción externa	COSTE TOTAL DE PRODUCCIÓN INTERNA	coste unitario de producción externa	COSTE TOTAL DE PRODUCCIÓN INTERNA
42901	sección de salida 1	min	7,00	7,58	10	5,33	10	6	15	9		-
42902	sección de salida 2	min	7,00	7,58	10	5,33	10	6	25	15		-
42903	sección de deslizamiento 1	min	7,00	7,58	10	5,33	15	9	25	15		-
42904	sección de deslizamiento 2	min	7,00	7,58	10	5,33	15	9	25	15		-
42905	sección de deslizamiento 3	min	7,00	7,58	10	5,33	15	9	25	15		-
42906	sección de deslizamiento 4	min	7,00	7,58	10	5,33	20	12	25	15		-
42907	sección de deslizamiento 5	min	7,00	7,58	10	5,33	20	12	25	15		-
42908	sección de deslizamiento 6	min	7,00	7,58	10	5,33	15	9	25	15		-
42909	sección de deslizamiento 7	min	7,00	7,58	10	5,33	15	9	25	15		-

42910	sección de inicio 1	min	7,00	7,58	10	5,33	10	6	25	15		-
42911	sección de inicio 2	min	7,00	7,58	10	5,33	7	4	25	15		-
42912	Pasamanos inferior	min			25	13,33		-	5	3		-
42913	Pasamanos superior	min			25	13,33		-	30	19		-
43906	Brida	min						-	10	6		-
	Montaje final										120	48
	Embalaje										80	32

Coste de fabricación	83,42
-----------------------------	-------

85,33

93,73

191,17

80,00

Coste total	material	837,46 €
	fabricación	533,65 €
	Coste total de producción	1.371,11 €

- Tobogán con salida Inclínada:

			Componentes							
Código	DESCRIPCIÓN	cantidad	espesor	Desarrollos en mm		Peso	€/Kg	coste unitario del material	coste total del material	
				altura	Longitud					
42801	sección de salida 1	1	2,5	1212,1	450	11,311	2,25	25,4501	25,4501	
42802	sección de salida 2	1	2,5	2423,81	450	22,619	2,25	50,8921	50,8921	
42803	sección de deslizamiento 1	1	2,5	2406,61	469,1	23,411	2,25	52,6757	52,6757	
42804	sección de deslizamiento 2	1	2,5	2412,12	472,93	23,657	2,25	53,2273	53,2273	
42805	sección de deslizamiento 3	1	2,5	2424,01	613,98	30,863	2,25	69,4429	69,4429	
42806	sección de deslizamiento 4	1	2,5	2424	614,17	30,873	2,25	69,4641	69,4641	
42807	sección de deslizamiento 5	1	2,5	2424,01	613,98	30,863	2,25	69,4429	69,4429	
42808	sección de deslizamiento 6	1	2,5	2424,01	614,98	30,914	2,25	69,5560	69,5560	
42809	sección de deslizamiento 7	1	2,5	2406,61	466,6	23,287	2,25	52,3949	52,3949	
42810	sección de inicio 1	1	2,5	2424,01	150	7,540	2,25	16,9654	16,9654	
42811	sección de inicio 2	1	2,5	2424	150	7,540	2,25	16,9653	16,9653	
42812	Pasamanos	1	1,5	40	3000	1,493	4,10	6,1217	6,1217	
42813	Suelo	1	2,5	1212,1	450	11,311	2,25	se incluye dentro de la sección de salida 1		
material comprado de proveedores externos										

43906	Brida	4						18,0000	72,0000
43901	Tornillo hexagonal DIN 933 M10x15 -8.8 St. St.	32						0,8000	25,6000
43902	Tuerca de seguridad M10 DIN 986.8	32						0,6000	19,2000
43903	Arandela Grower M10 DIN 127 St. ST.	32						0,4000	12,8000
43904	Protección uniones tobogán (polietileno, alta densidad (HDPE)	32						0,1000	3,2000
	Embalaje (pallet+jaula)	1						130,0000	130,0000
								total de adquisición externa	262,80

Coste total de los materiales	552,598
--------------------------------------	----------------

		N° del C.d.C.	1		2		3		4		5	
		centro de coste	Corte láser	Corte láser	curvado	curvado	soldadura	soldadura	Soldadura	Soldadura	Revisión y Montaje	Revisión y Montaje
			65,00		32,00		37,00		37,00		24,00	
Código	DESCRIPCIÓN	tiempo unitario de ciclo	coste unitario de producción externa	COSTE TOTAL DE PRODUCCIÓN INTERNA	coste unitario de producción externa	COSTE TOTAL DE PRODUCCIÓN INTERNA	coste unitario de producción externa	COSTE TOTAL DE PRODUCCIÓN INTERNA	coste unitario de producción externa	COSTE TOTAL DE PRODUCCIÓN INTERNA	coste unitario de producción externa	COSTE TOTAL DE PRODUCCIÓN INTERNA
42801	sección de salida 1	min	7,00	7,58	10	5,33	10	6	15	9		-
42802	sección de salida 2	min	7,00	7,58	10	5,33	10	6	25	15		-
42803	sección de deslizamiento 1	min	7,00	7,58	10	5,33	15	9	25	15		-
42804	sección de deslizamiento 2	min	7,00	7,58	10	5,33	15	9	25	15		-
42805	sección de deslizamiento 3	min	7,00	7,58	10	5,33	15	9	25	15		-
42806	sección de deslizamiento 4	min	7,00	7,58	10	5,33	20	12	25	15		-
42807	sección de deslizamiento 5	min	7,00									-

				7,58	10	5,33	20	12	25	15		
42808	sección de deslizamiento 6	min	7,00	7,58	10	5,33	15	9	25	15		-
42809	sección de deslizamiento 7	min	7,00	7,58	10	5,33	15	9	25	15		-
42810	sección de inicio 1	min	7,00	7,58	10	5,33	10	6	25	15		-
42811	sección de inicio 2	min	7,00	7,58	10	5,33	7	4	25	15		-
42812	Pasamanos	min			25	13,33		-	5	3		-
42813	Suelo	min			25	13,33		-	30	19		-
43906	Brida							-	10	6		-
	Montaje final										120	48
	Embalaje										80	32
Coste de fabricación				83,42		85,33		93,73		191,17		80,00

Coste total	material	815,40 €
	fabricación	533,65 €
	Coste total de producción	1.349,05 €

ANEXO 10. Análisis de Cargas

- ***Coefficiente de seguridad para los ensayos sobre series idénticas***

Se debe utilizar el siguiente coeficiente de seguridad para las series idénticas donde no se vaya a ensayar cada muestra:

- $\gamma_{Q;t} = 0$ para los efectos favorables;
- $\gamma_{Q;t} = 2,0$ para los efectos desfavorables

Para que el ensayo resulte apto, se deben cumplir los siguientes criterios:

- Capacidad de carga: la muestra debe poder soportar la carga total del ensayo durante 5 minutos.
- Fallo: durante los ensayos, la muestra no debe presentar roturas, daños o deformaciones permanentes excesivas y no debe haber aflojado ninguna unión.

En cuanto a la carga de ensayo, se debe seguir la siguiente combinación de cargas:

$$\gamma_{G;t} \times G + \gamma_{Q;t} \times Q_i$$

donde

G es la carga permanente

Q_i es la carga variable

$\gamma_{G;t}$ es un coeficiente de seguridad parcial para cargas permanentes a utilizar en los ensayos (con un valor de 1,0 en todos los casos)

$\gamma_{Q;t}$ es un coeficiente de seguridad parcial para cargas variables a utilizar en los ensayos

No es necesario combinar cargas variables independientes, tales como las cargas del viento y de los usuarios, pero las cargas asociadas que actúan en sentidos diferentes, como las cargas vertical y horizontal de los usuarios, sí se deberían combinar.

Las cargas permanentes están presentes durante los ensayos. Comparadas con las cargas variables sobre el equipamiento de las áreas de juego, las cargas permanentes

son pequeñas en la mayoría de los casos, y por lo tanto no se requiere en los ensayos ningún coeficiente suplementario de seguridad para las cargas permanentes.

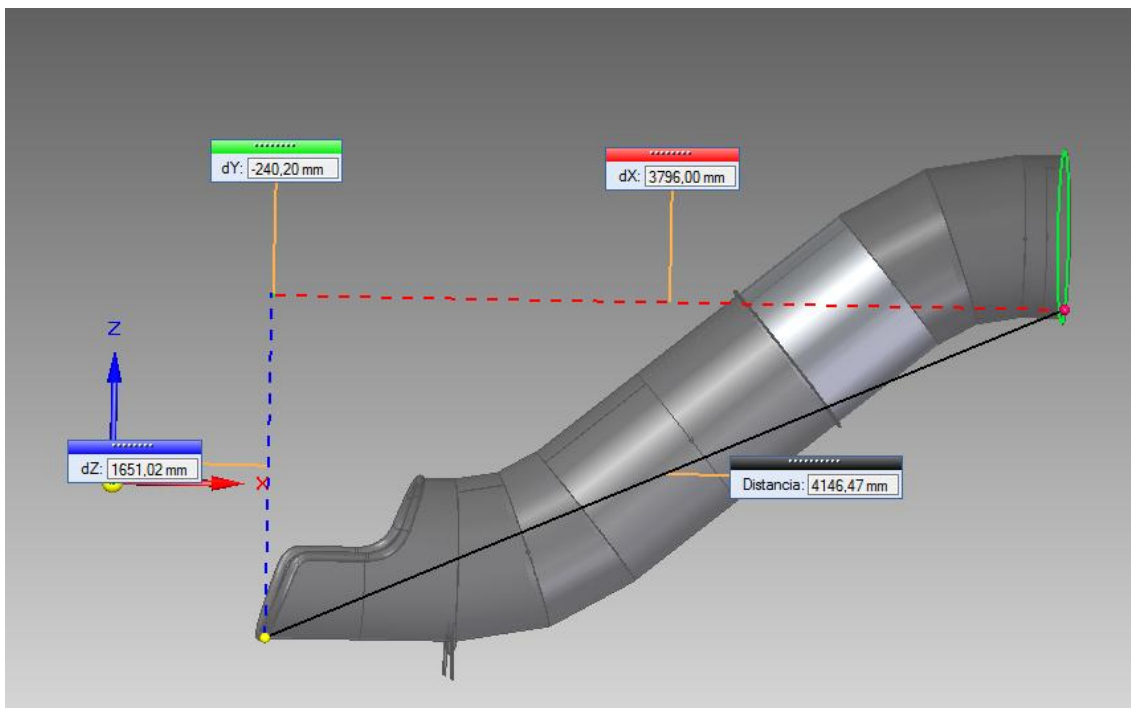
- **Número de Usuarios**

Para el análisis de cargas se realiza un estudio de elementos finitos,

Para ello se averigua el número de usuarios a través del volumen:

$$V = 4,146\text{m (longitud tobogán según imagen)} \times 0,75\text{m (Dext)} \times 0,75\text{m (Dext)} = 2,33\text{m}^3$$

$2,33\text{m}^3 < 4,3\text{m}^3$ por lo que $n = 2,33 / 0,43 = 5,4$ usuarios, que se redondea a 6 usuarios.



100. Longitud del tobogán

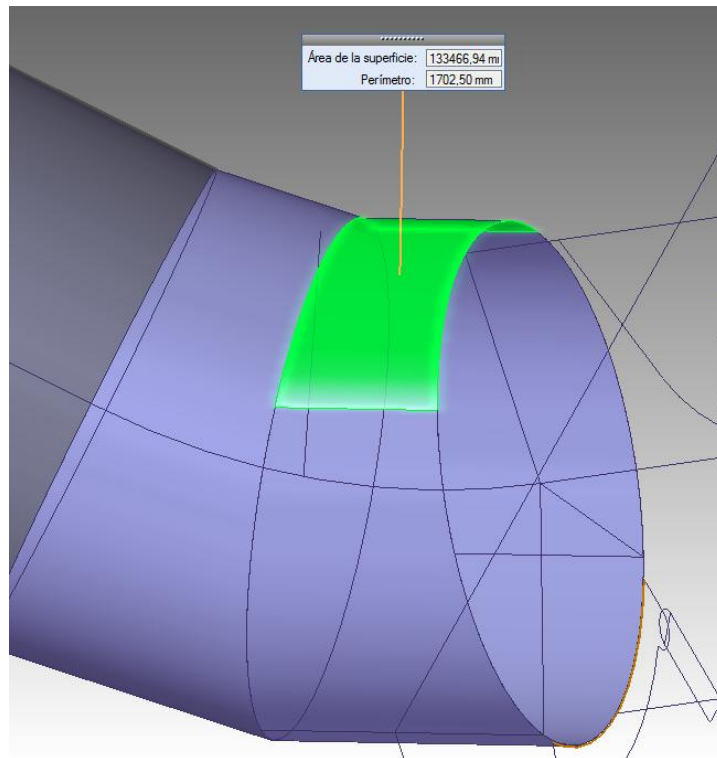
Se interpola en la tabla de Cargas Verticales según número de usuarios:

$$F_v, \text{ total } (n=6) = (6468-3648)/(10-5) \times (6-5) + 3648 = 4212 \text{ N}$$

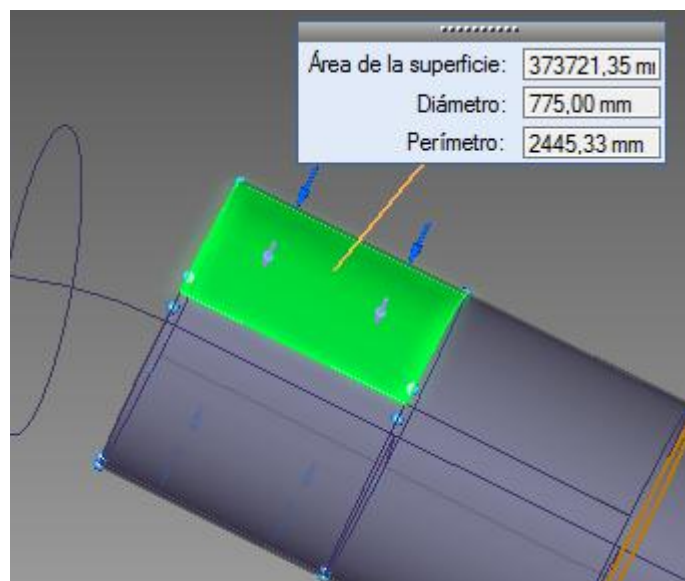
Se aplica el coeficiente de seguridad:

$$F_v, \text{ total} = 2 \times 4212 \text{ N} = 8424 \text{ N}$$

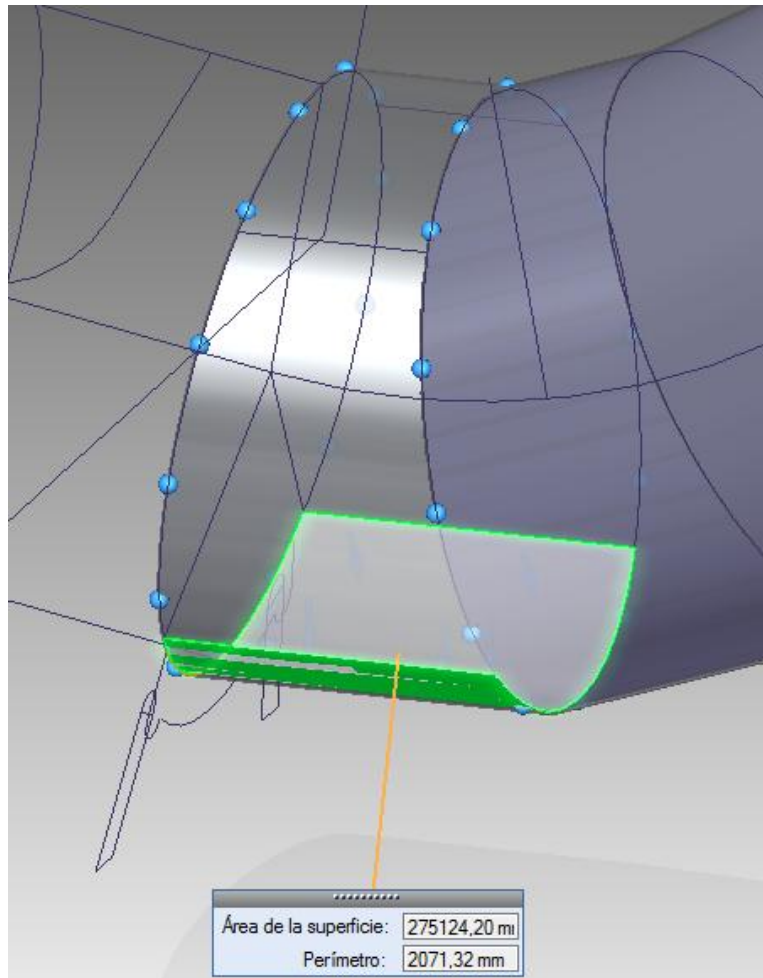
Posteriormente se averigua el área sobre la que se va a aplicar la carga, es decir, la zona por la que se desplazará el usuario:



101. Superficie de aplicación de carga 1



102 Superficie de aplicación de carga 2



103.Superficie de aplicación de carga 3

A través del valor de la carga y la superficie de la zona por la que se apoyará el niño se averigua la presión que se deberá ejercer en el análisis de elementos finitos, como en este ejemplo:

$$\text{Presión} = \text{Fuerza} / \text{Superficie} = 8424 \text{ N} / 275124 = 0,030 \text{ N/mm}^2 = 30 \text{ Kpa}$$

A partir de estos datos se realiza en análisis de elementos finitos para distintos tramos del tobogán.

- **Análisis de Sección de deslizamiento 1**

Nombre del sólido	Material	Masa	Volumen	Peso
Tobogán con salida recta	Acero inoxidable, 304	210,243 kg	26191966,711 mm ³	2060,38 N

Propiedades del material: acero inoxidable, 304

Propiedad	Valor
Densidad	8027,000 kg/m ³
Coefficiente de expansión térmica	0,000017 /C
Conductividad térmica	0,017 kW/m-C
Calor específico	502,000 J/kg-C
Módulo de elasticidad	193053,196 MPa
Coefficiente de Poisson	0,290
Límite elástico	255,106 MPa
Tensión de rotura	579,160 MPa

Cargas

Nombre de carga	Tipo de carga	Valor de carga	Distribución de carga	Dirección de carga	Opción de dirección de carga
Presión 1	Presión	30 kPa		Compresiva	Perpendicular a cara
Presión 2	Presión	30 kPa		Compresiva	Perpendicular a cara

Restricciones

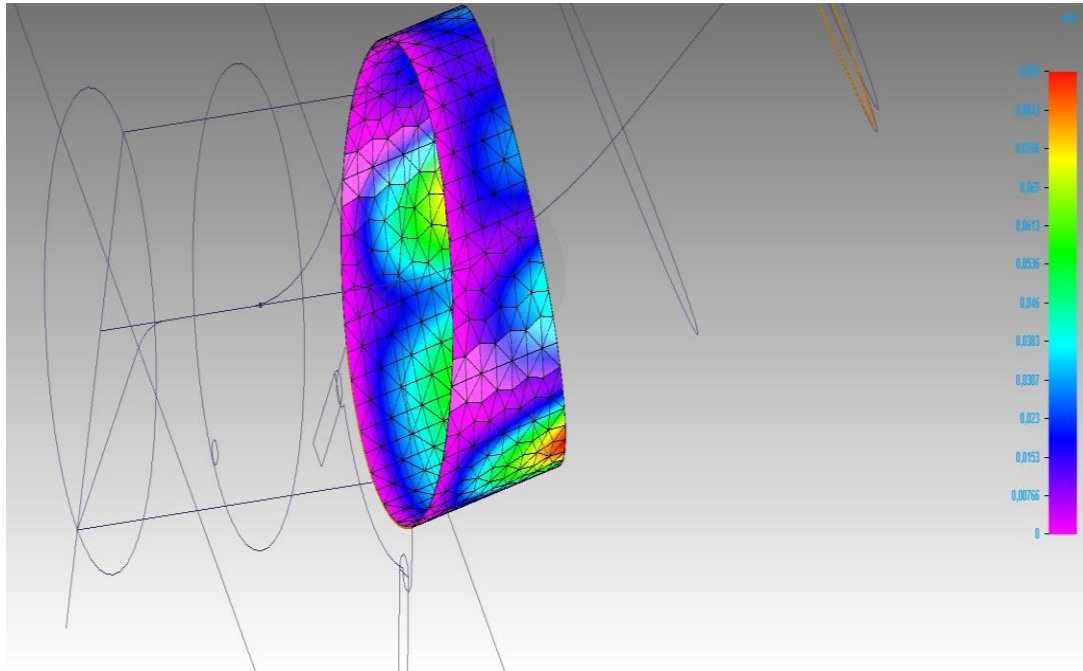
Nombre de restricción	Tipo de restricción	Grados de libertad
Fijo 1	Fijo	GRADOS DE LIBERTAD DISPONIBLES: Ninguno

Información de mallado

Tipo de mallado	Tetraédrico
Número total de cuerpos mallados	1
Número total de elementos	2.175
Número total de nodos	4.833
Tamaño subjetivo de malla (1-10)	6

Resultados del desplazamiento

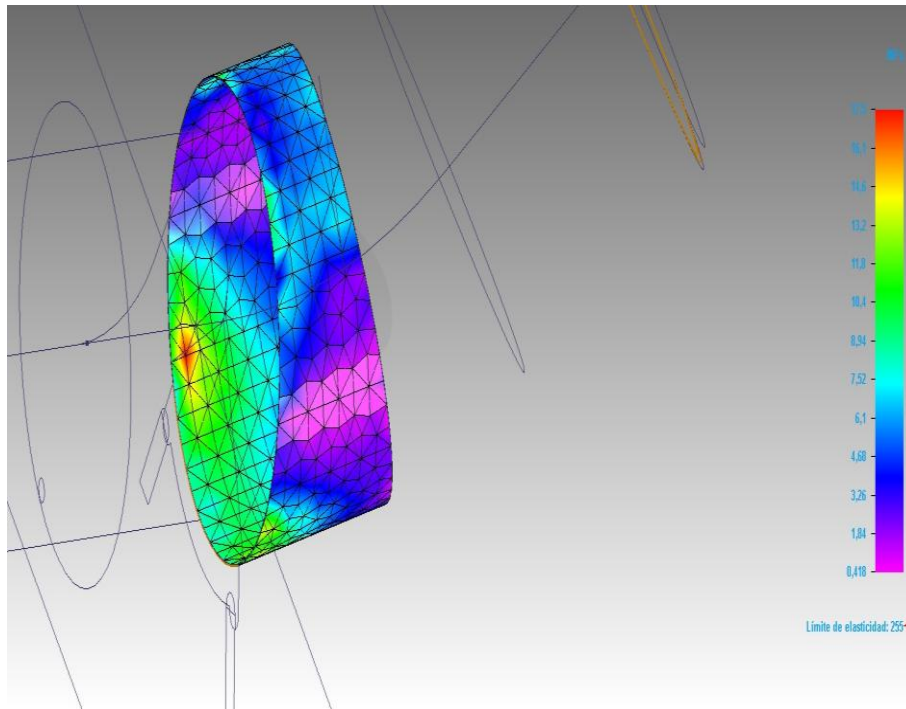
Componente de resultados: Traslación total					
Extensión	Valor	X	Y	Z	
Mínima	0 mm	900,000 mm	114,538 mm	-367,566 mm	
Máxima	0,092 mm	1286,727 mm	353,355 mm	-92,611 mm	



104. Traslación total 1

Resultados de tensión

Componente de resultados: Von Mises				
Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	0,418 MPa	1195,573 mm	-367,568 mm	165,327 mm
Máxima	17,5 MPa	942,468 mm	272,236 mm	-264,939 mm



105. Tensión de Von Mises 1

- ***Análisis de Sección de deslizamiento 5***

Cargas

Nombre de carga	Tipo de carga	Valor de carga	Distribución de carga	Dirección de carga	Opción de dirección de carga
Presión 1	Presión	30 kPa		Compresiva	Perpendicular a cara
Presión 2	Presión	30 kPa		Compresiva	Perpendicular a cara

Restricciones

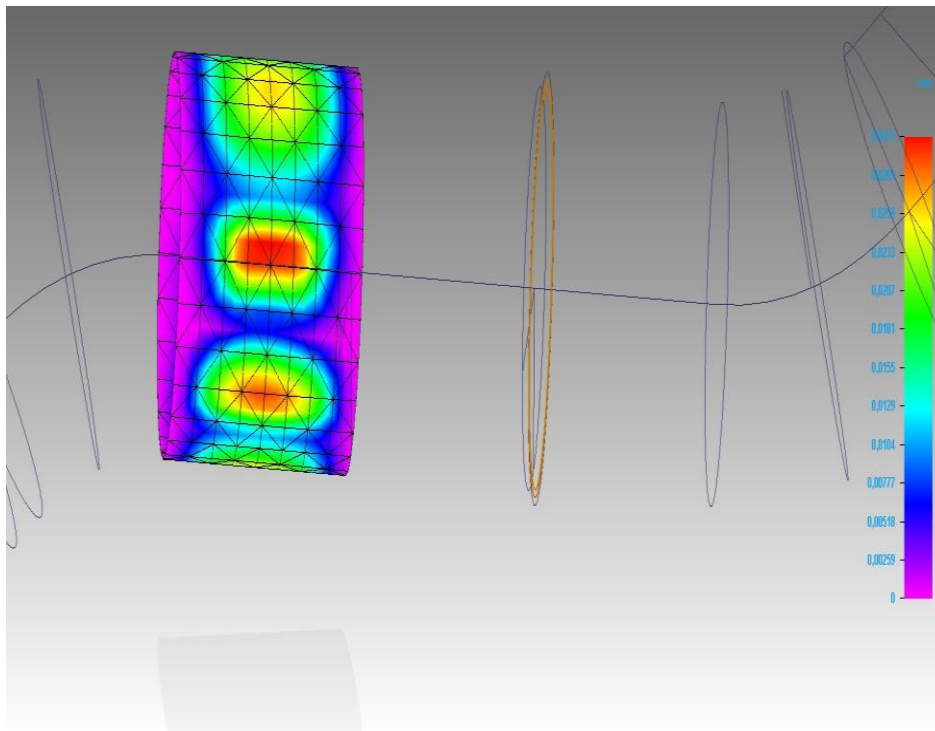
Nombre de restricción	Tipo de restricción	Grados de libertad
Fijo 1	Fijo	GRADOS DE LIBERTAD DISPONIBLES: Ninguno
Fijo 2	Fijo	GRADOS DE LIBERTAD DISPONIBLES: Ninguno

Información de mallado

Tipo de mallado	Tetraédrico
Número total de cuerpos mallados	1
Número total de elementos	1.286
Número total de nodos	2.820
Tamaño subjetivo de malla (1-10)	5

Resultados del desplazamiento

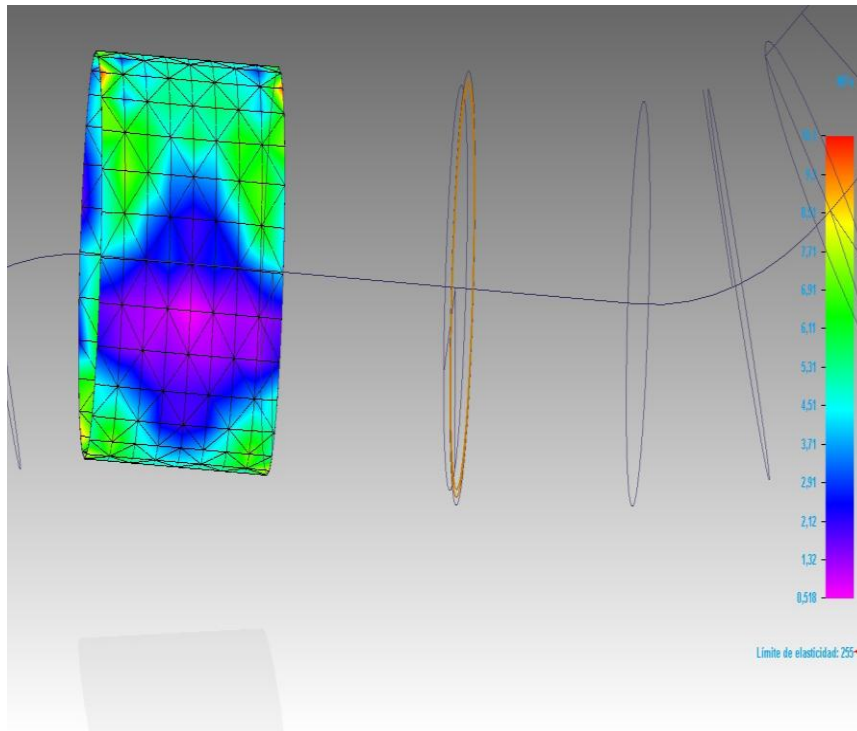
Componente de resultados: Traslación total				
Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	0 mm	3191,104 mm	127,983 mm	1097,901 mm
Máxima	0,0311 mm	2616,454 mm	343,549 mm	1319,720 mm



106. Traslación total 2

Resultados de tensión

Componente de resultados: Von Mises				
Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	0,518 MPa	2694,565 mm	384,977 mm	1223,261 mm
Máxima	10,1 MPa	2712,464 mm	127,157 mm	713,343 mm



107. Tensión de Von Mises 2

- ***Análisis de Sección de deslizamiento 7***

Cargas

Nombre de carga	Tipo de carga	Valor de carga	Distribución de carga	Dirección de carga	Opción de dirección de carga
Presión 1	Presión	55 kPa		Compresiva	Perpendicular a cara
Presión 2	Presión	55 kPa		Compresiva	Perpendicular a cara

Restricciones

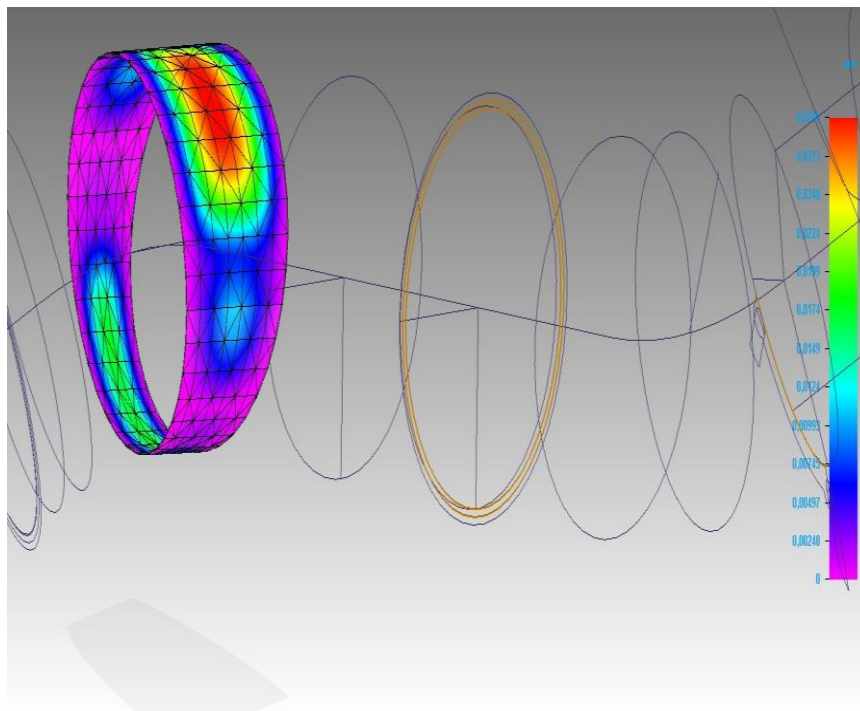
Nombre de restricción	Tipo de restricción	Grados de libertad
Anclado 1	Anclado	GRADOS DE LIBERTAD DISPONIBLES: Ninguno
Fijo 1	Fijo	GRADOS DE LIBERTAD DISPONIBLES: Ninguno

Información de mallado

Tipo de mallado	Tetraédrico
Número total de cuerpos mallados	1
Número total de elementos	1.341
Número total de nodos	3.081
Tamaño subjetivo de malla (1-10)	3

Resultados del desplazamiento

Componente de resultados: Traslación total				
Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	0 mm	2717,996 mm	-33,832 mm	1682,140 mm
Máxima	0,0298 mm	2923,436 mm	33,861 mm	1795,770 mm

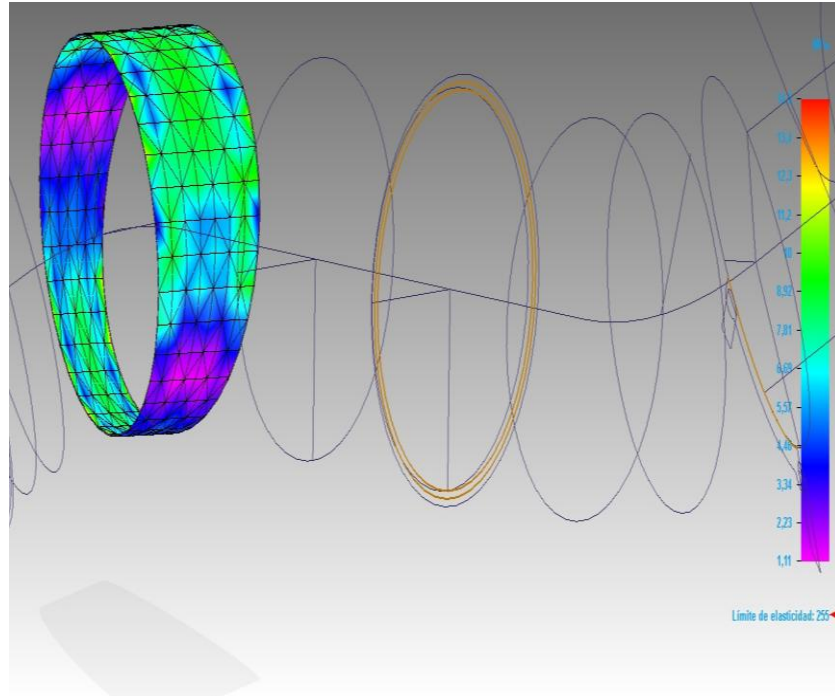


108. Traslación total 3

Resultados de tensión

Componente de resultados: Von Mises				
Extensión	Valor	X	Y	Z

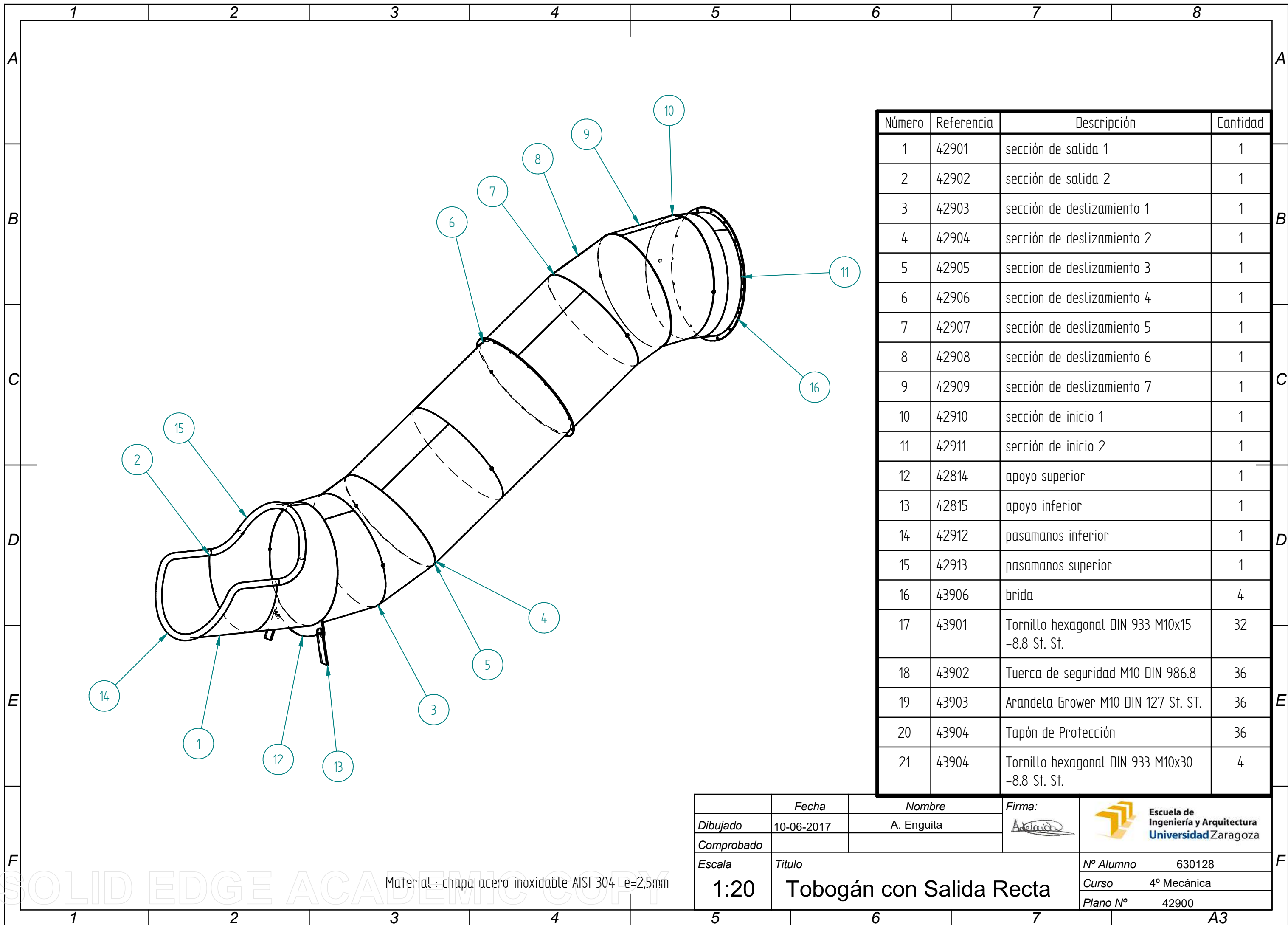
Mínima	1,11 MPa	3186,810 mm	386,688 mm	1469,840 mm
Máxima	14,5 MPa	3182,079 mm	163,290 mm	1109,045 mm





109. Tensión de Von Mises 3



ANEXO 11. Planos

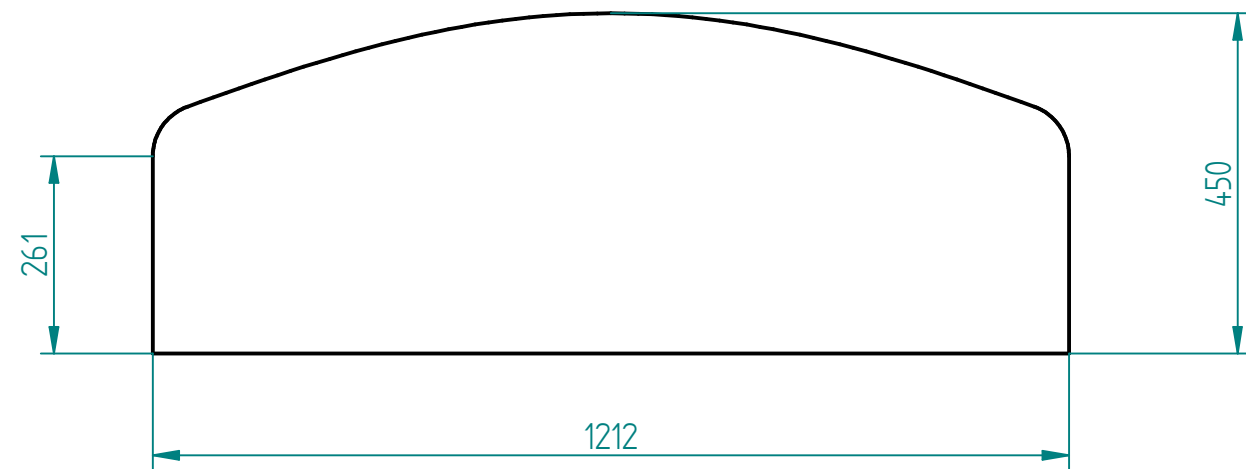
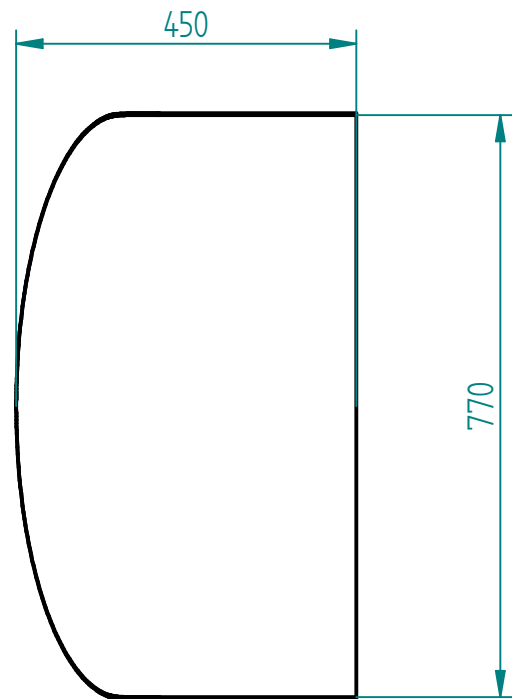
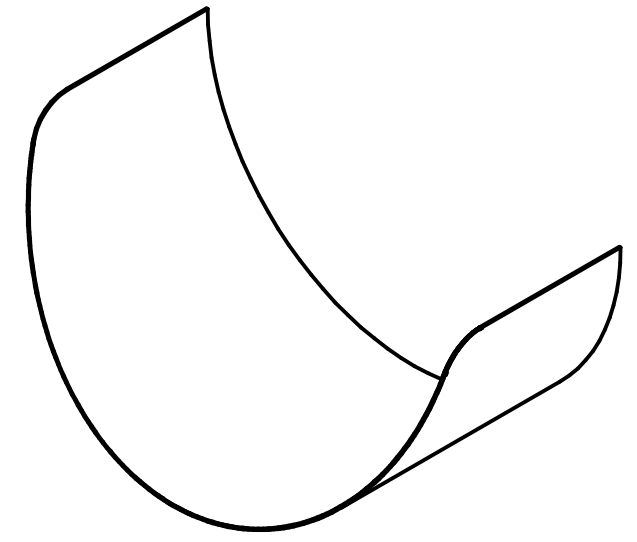
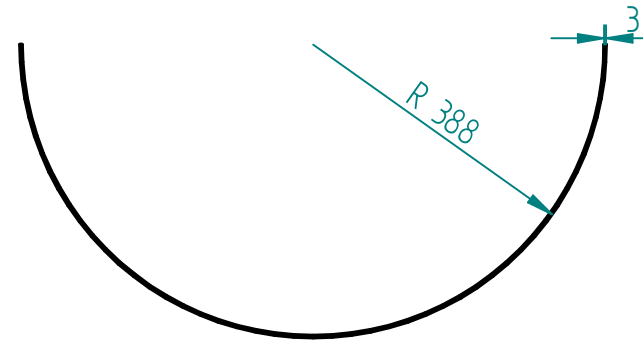
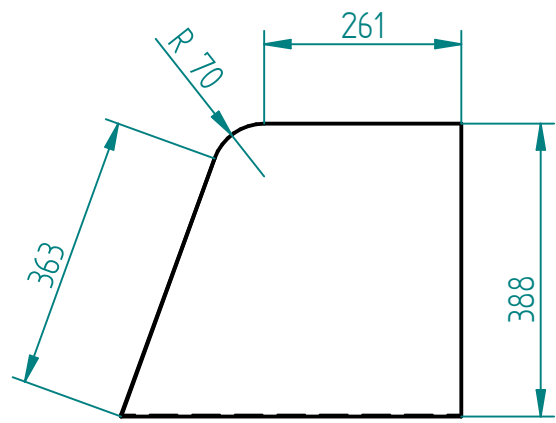


Número	Referencia	Descripción	Cantidad
1	42901	sección de salida 1	1
2	42902	sección de salida 2	1
3	42903	sección de deslizamiento 1	1
4	42904	sección de deslizamiento 2	1
5	42905	seccion de deslizamiento 3	1
6	42906	seccion de deslizamiento 4	1
7	42907	sección de deslizamiento 5	1
8	42908	sección de deslizamiento 6	1
9	42909	sección de deslizamiento 7	1
10	42910	sección de inicio 1	1
11	42911	sección de inicio 2	1
12	42814	apoyo superior	1
13	42815	apoyo inferior	1
14	42912	pasamanos inferior	1
15	42913	pasamanos superior	1
16	43906	brida	4
17	43901	Tornillo hexagonal DIN 933 M10x15 -8.8 St. St.	32
18	43902	Tuerca de seguridad M10 DIN 986.8	36
19	43903	Arandela Grower M10 DIN 127 St. St.	36
20	43904	Tapón de Protección	36
21	43904	Tornillo hexagonal DIN 933 M10x30 -8.8 St. St.	4



	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				
Escala	Titulo			Nº Alumno
1:20	Tobogán con Salida Recta			630128
				Curso
				4º Mecánica
				Plano Nº
				42900

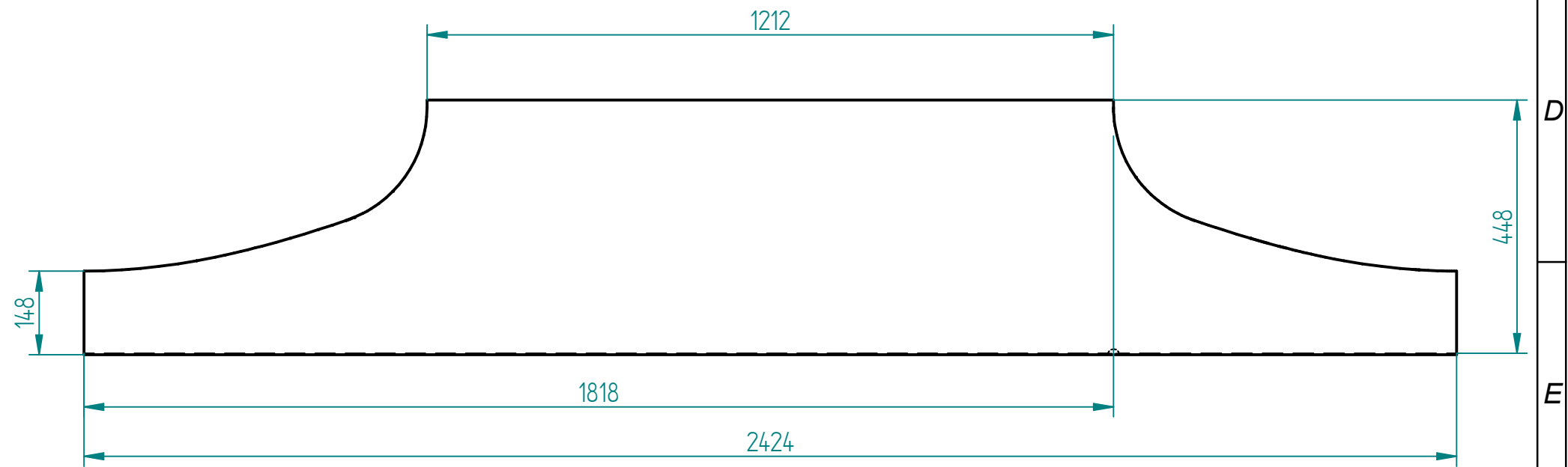
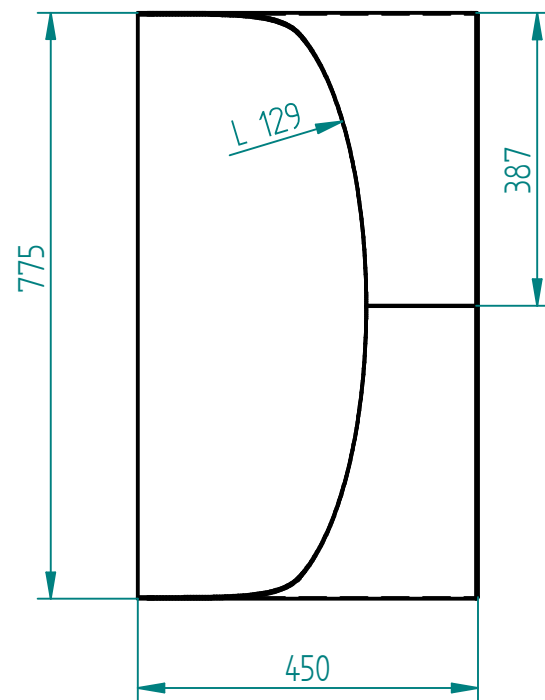
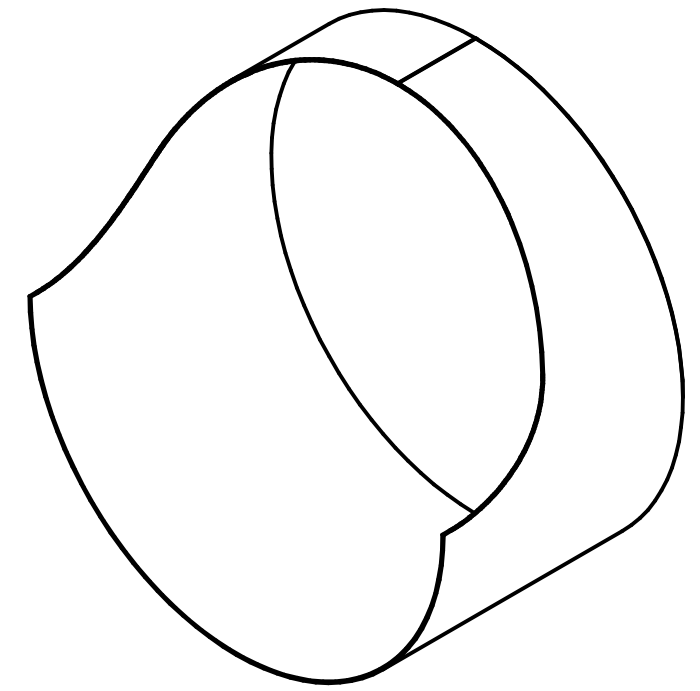
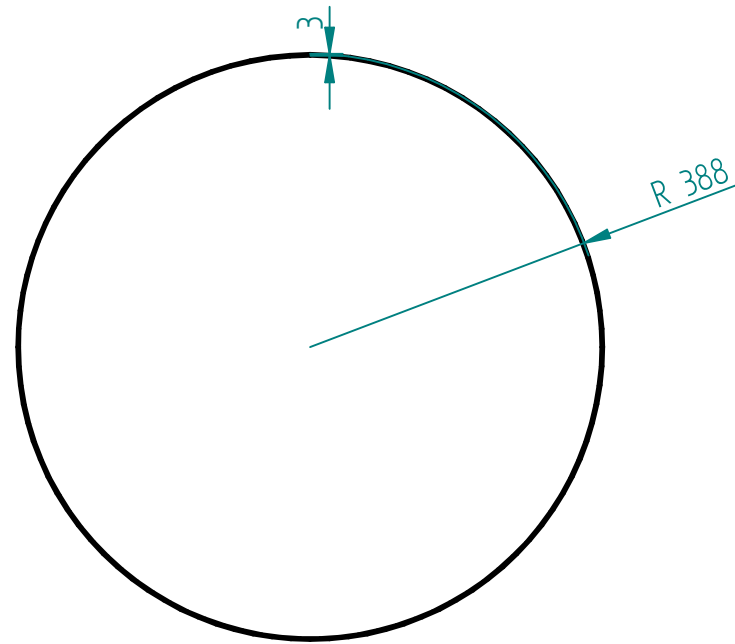
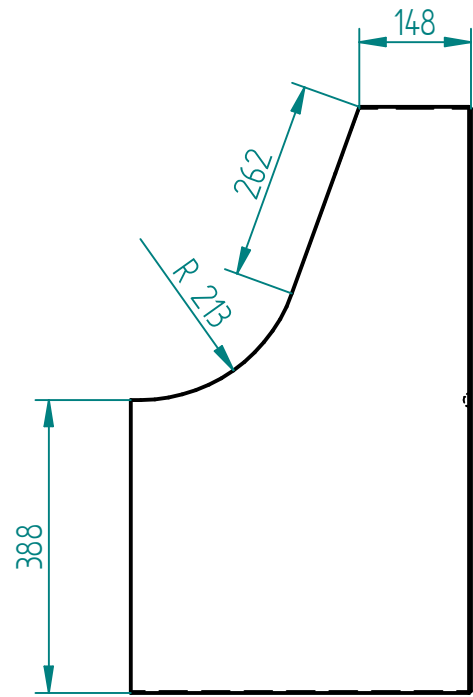
Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

SOLID EDGE ACADEMIC COPY





Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				Nº Alumno 630128
Escala	Titulo			Curso 4º Mecánica
1:10	Sección de Salida 1			Plano Nº 42901



Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				Nº Alumno 630128
Escala	Titulo			Curso 4º Mecánica
1:10	Sección de Salida 2			Plano Nº 42092

1 2 3 4 5 6 7 8

A

A

B

B

C

C

D

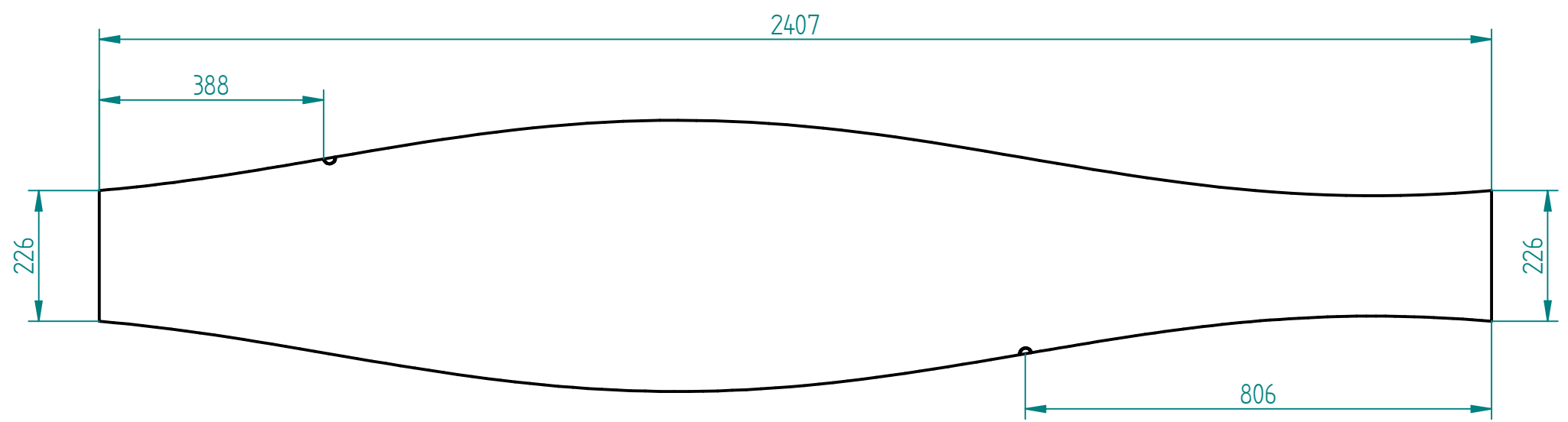
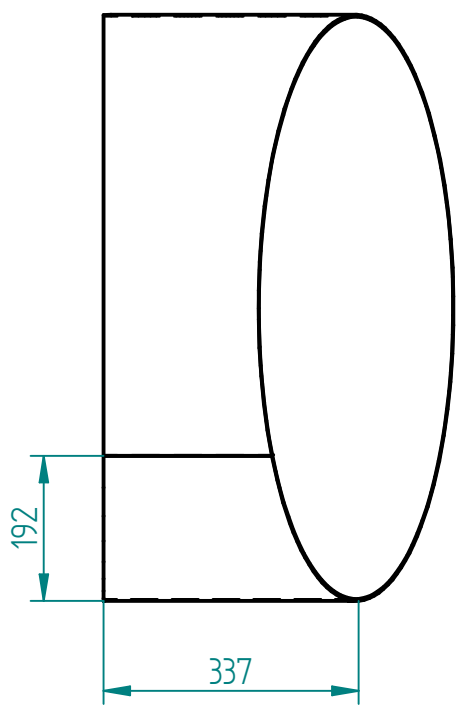
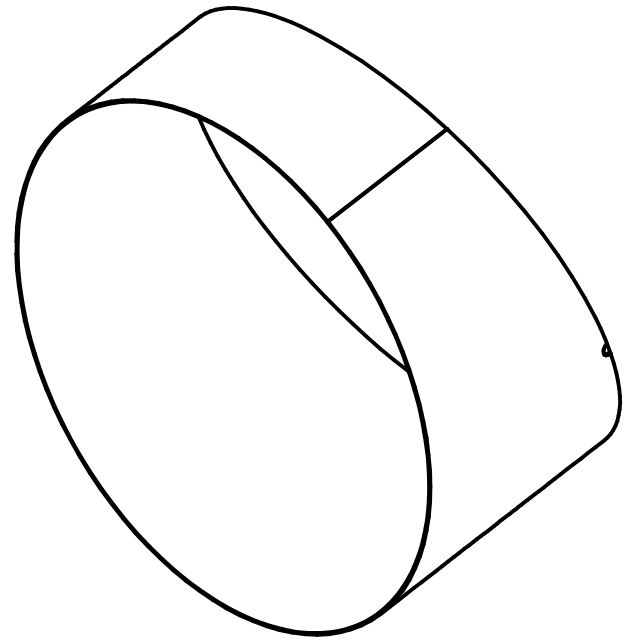
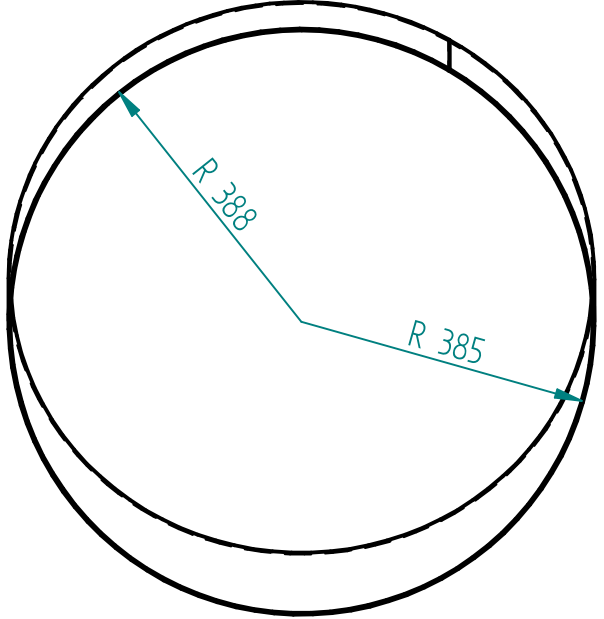
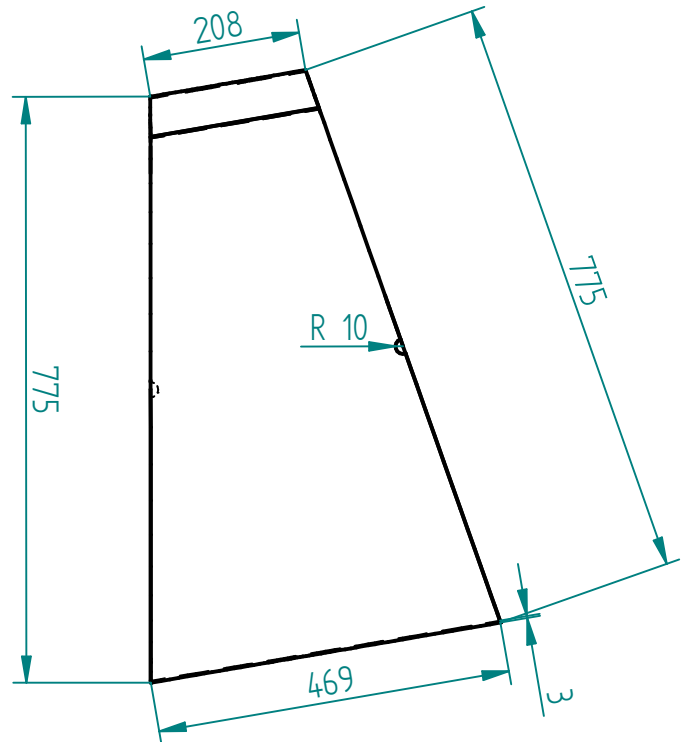
D

E


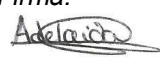
E

F

F

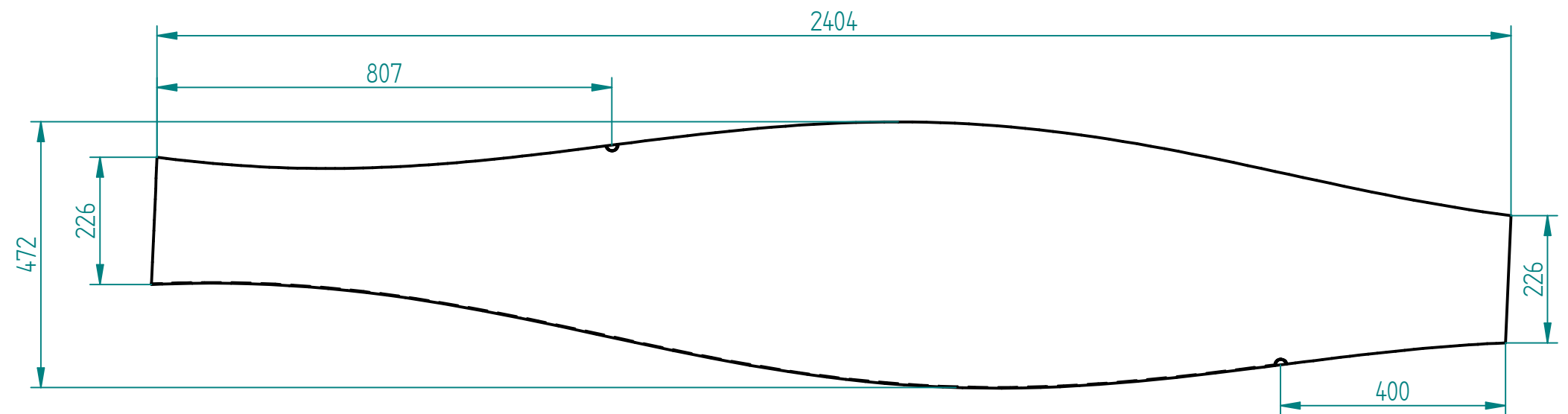
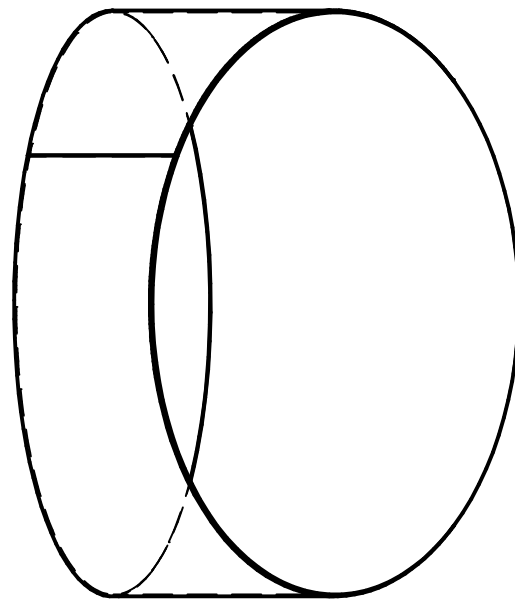
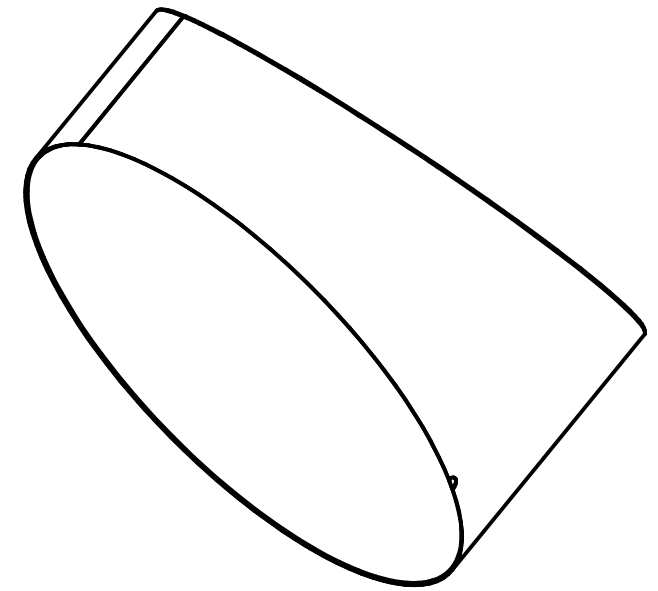
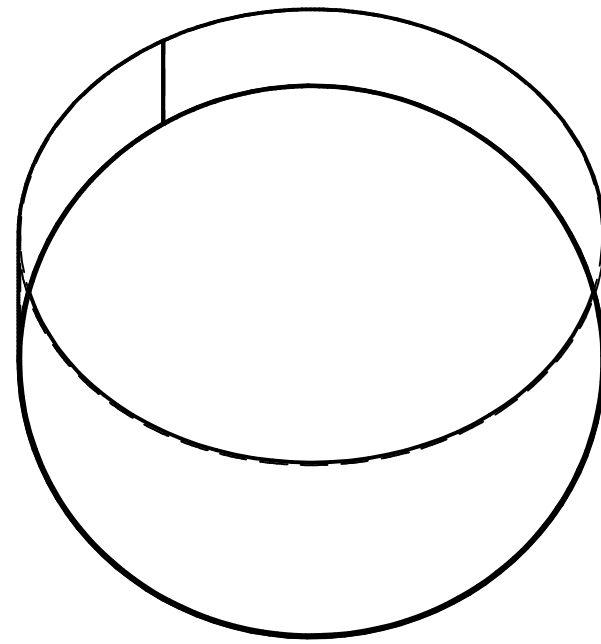
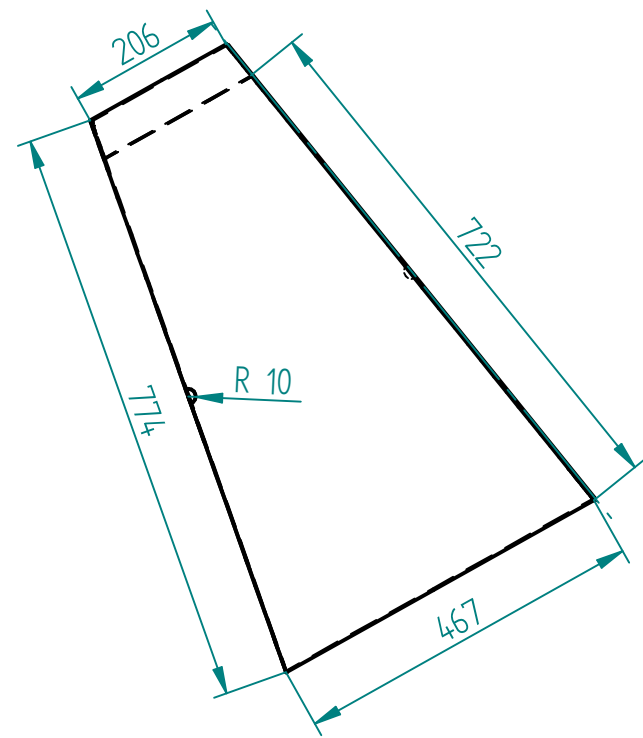


Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm



	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				Nº Alumno 630128
Escala	Titulo			Curso 4º Mecánica
1:10	Sección de deslizamiento 1			Plano Nº 42903

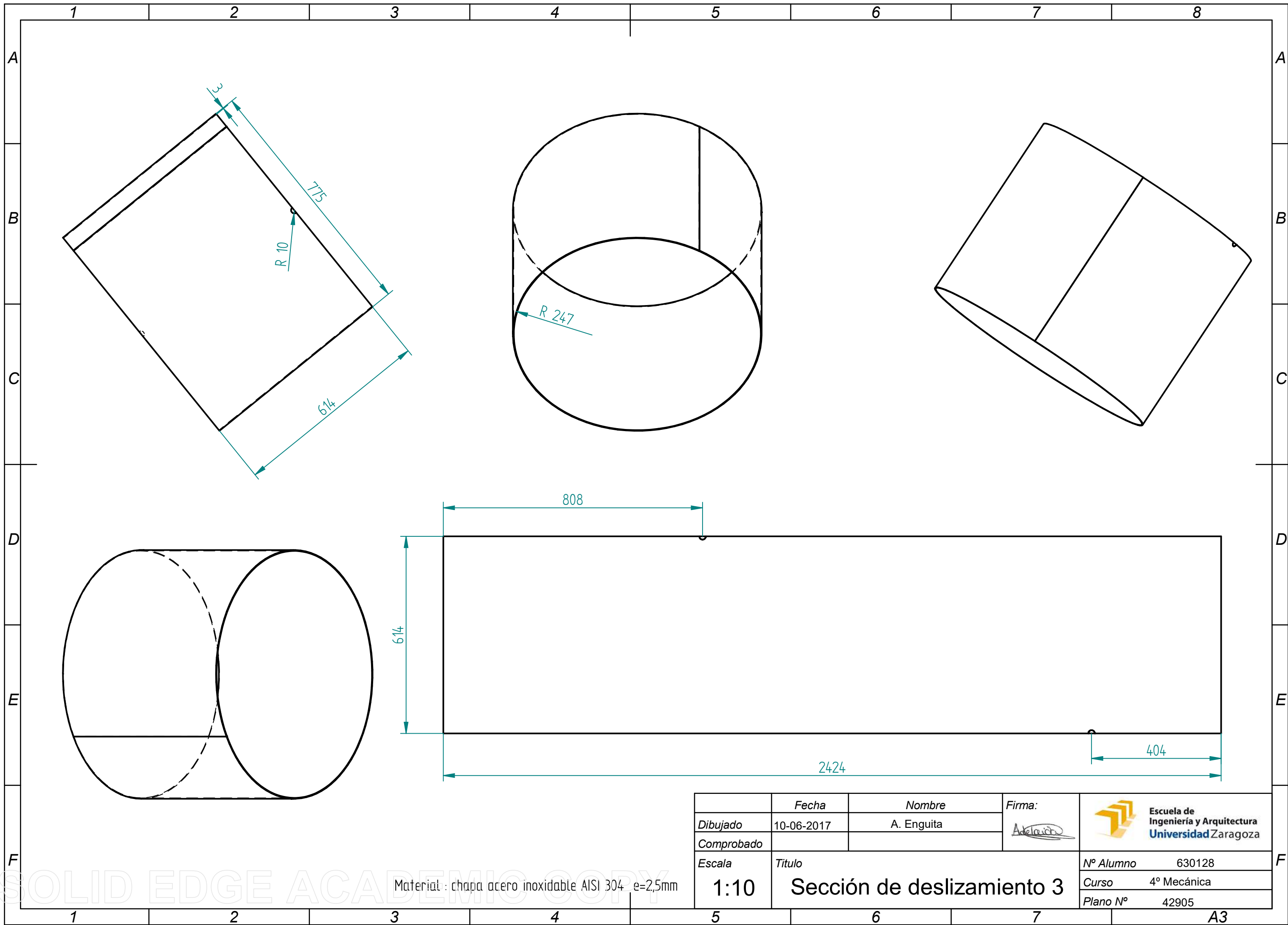
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

1 2 3 4 5 6 7 8 A3



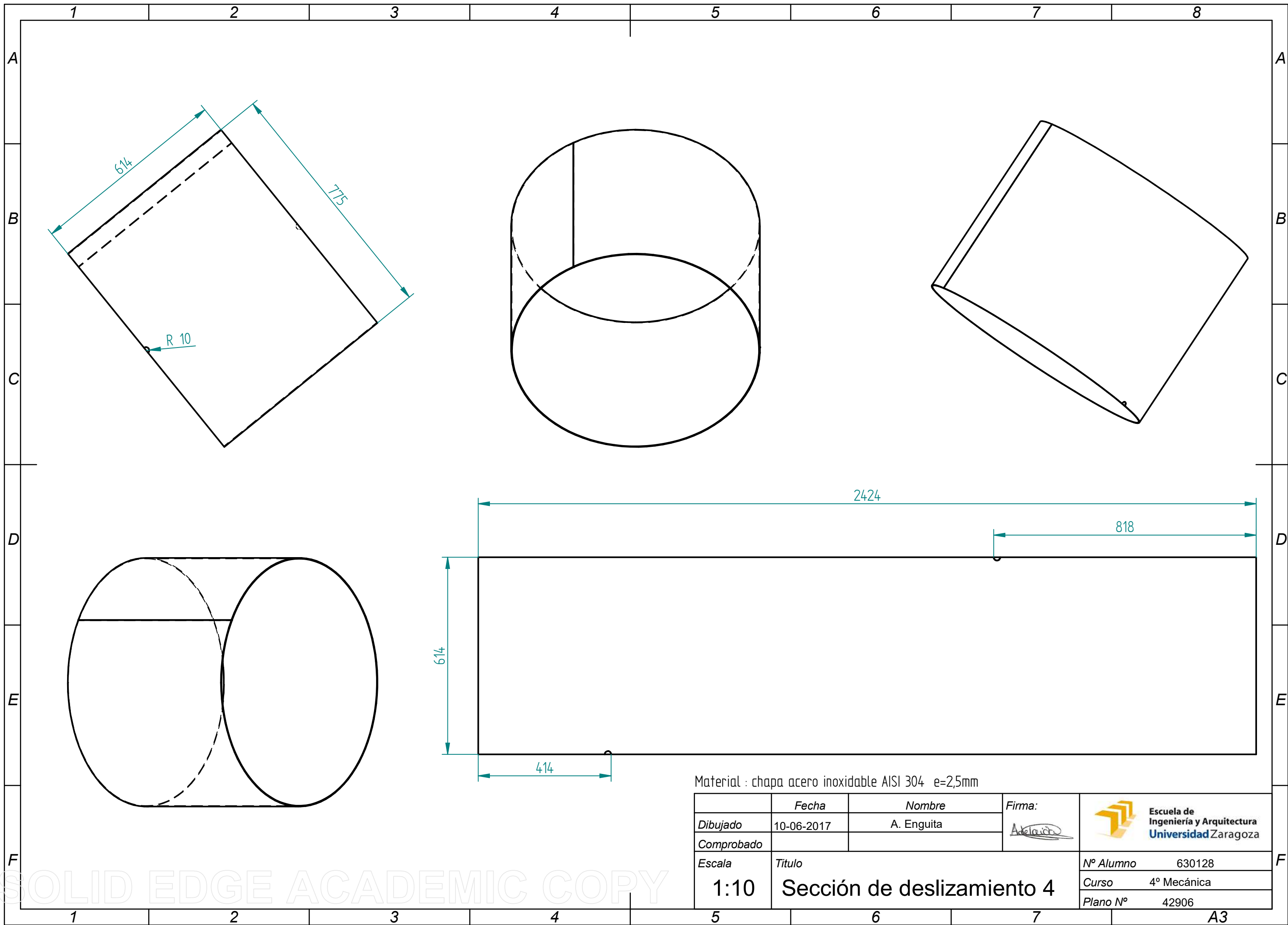
Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				Nº Alumno 630128
Escala	Titulo			Curso 4º Mecánica
1:10	Sección de Deslizamiento 2			Plano Nº 42904





	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				Nº Alumno 630128
Escala	Título			Curso 4º Mecánica
1:10	Sección de deslizamiento 3			Plano Nº 42905

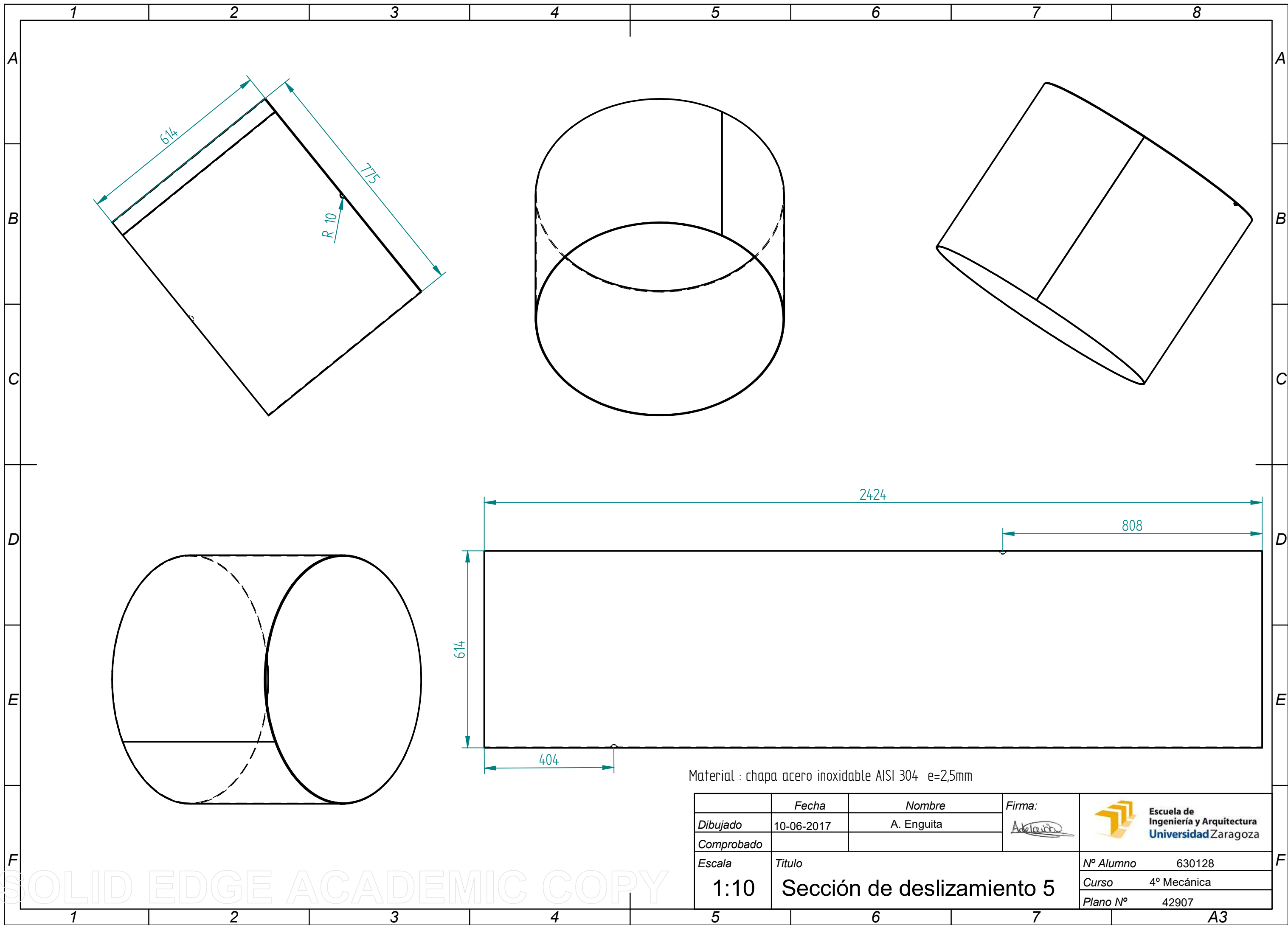
SOLID EDGE ACADEMIC COPY





Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				
Escala	Titulo			Nº Alumno 630128
1:10	Sección de deslizamiento 4			Curso 4º Mecánica
				Plano Nº 42906

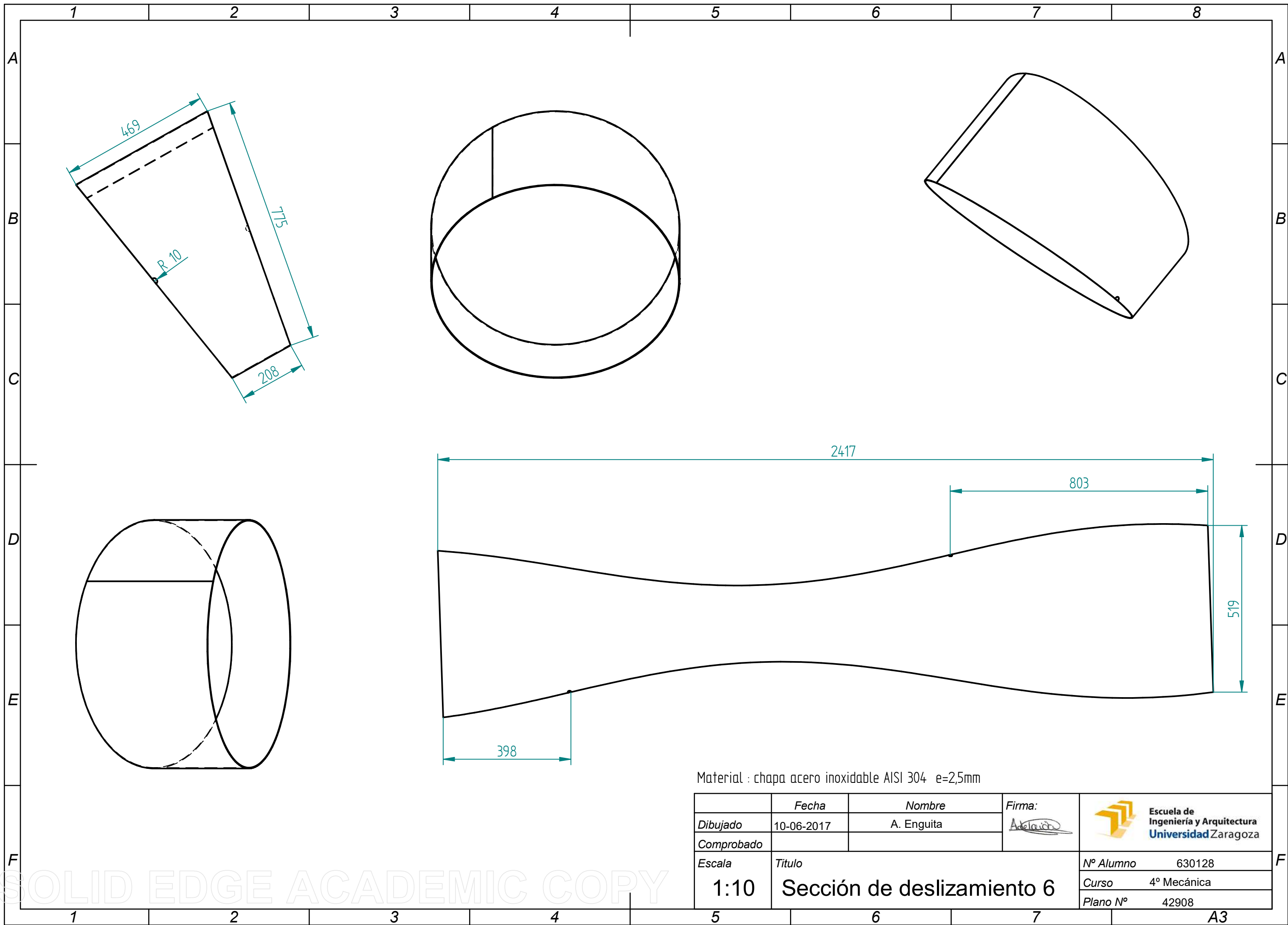
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				Nº Alumno 630128
Escala	Titulo			Curso 4º Mecánica
1:10	Sección de deslizamiento 5			Plano Nº 42907

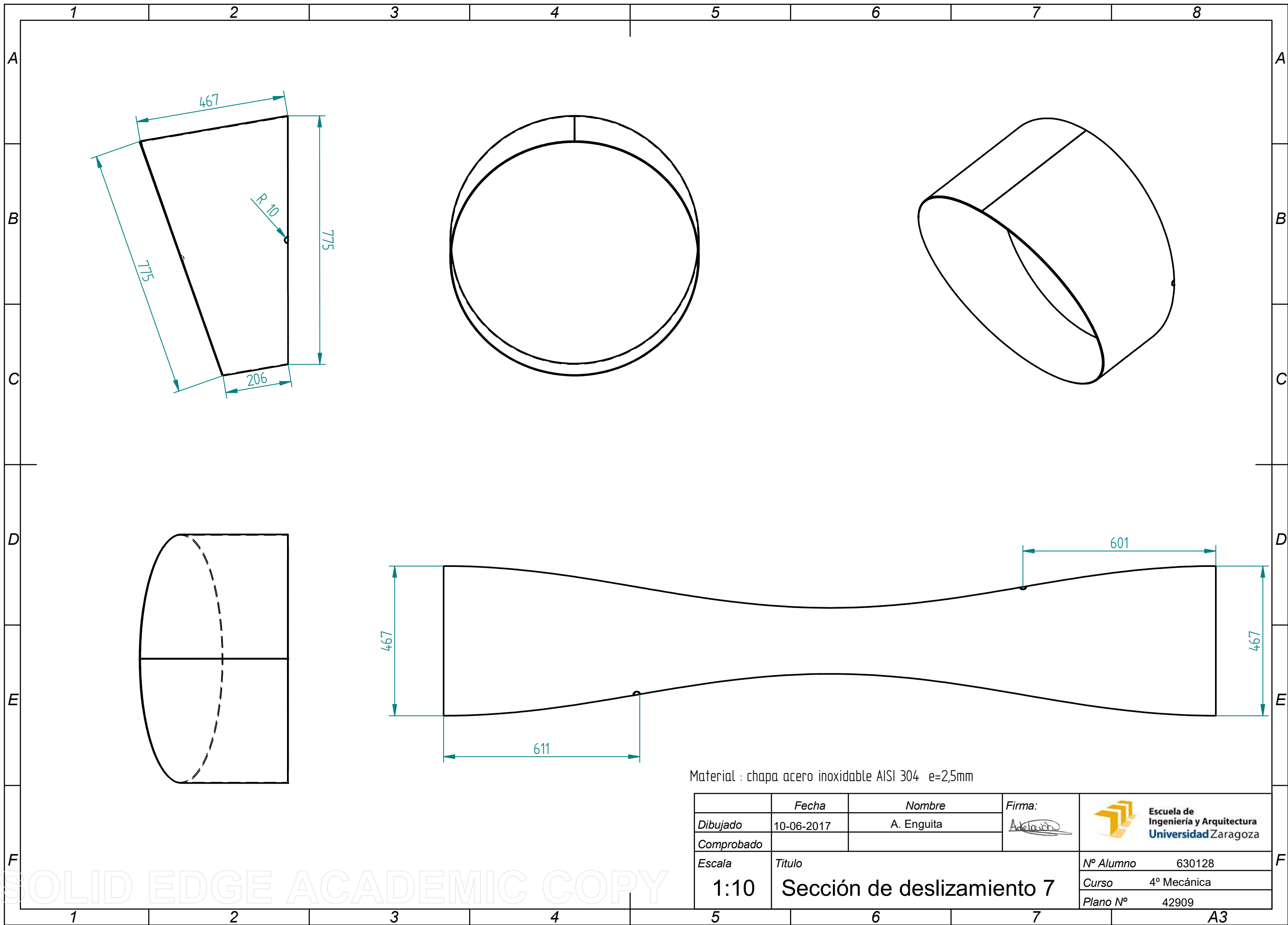
SOLID EDGE ACADEMIC COPY





Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				Nº Alumno 630128
Escala	Titulo			Curso 4º Mecánica
1:10	Sección de deslizamiento 6			Plano Nº 42908

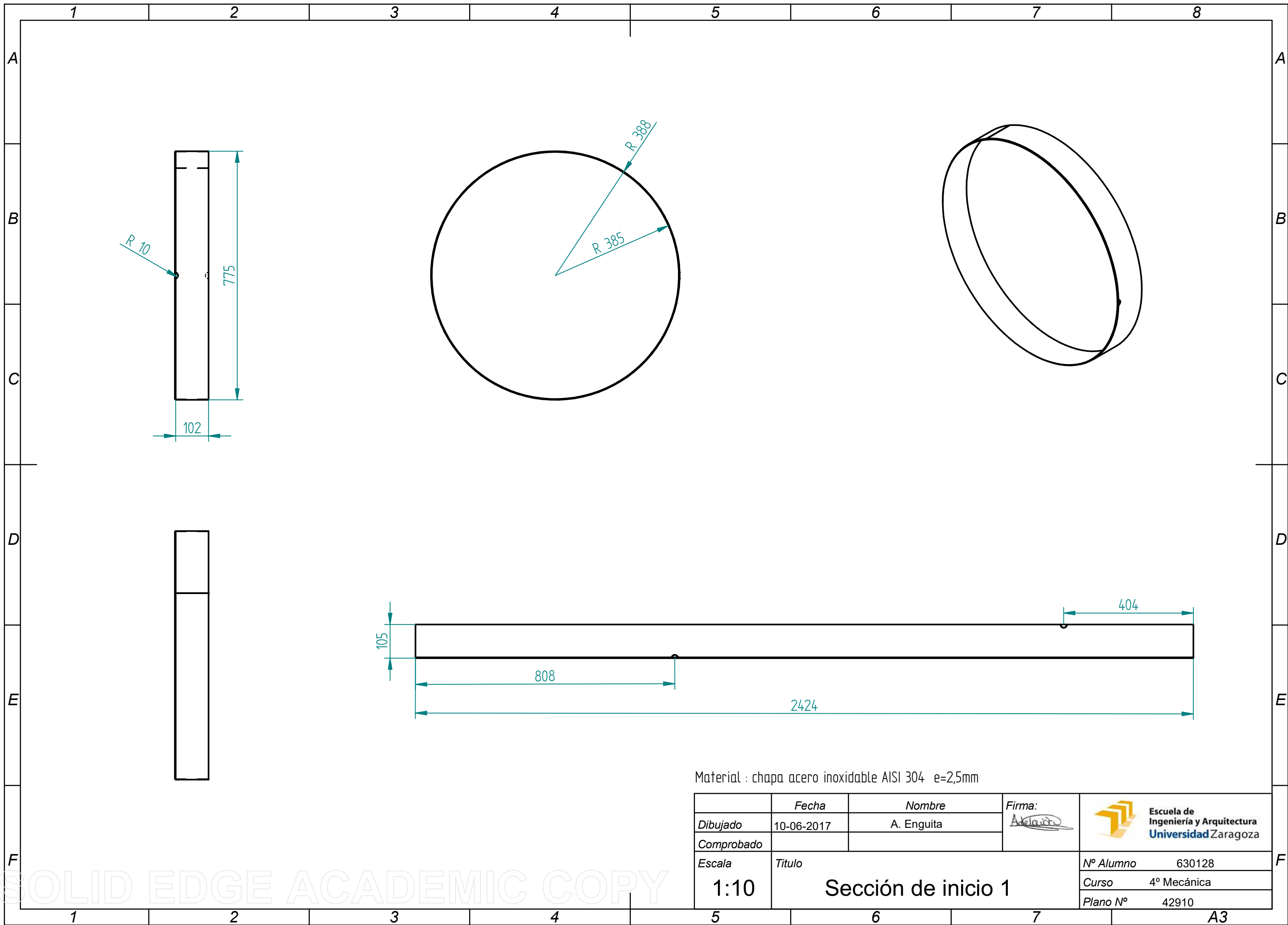
SOLID EDGE ACADEMIC COPY




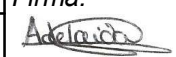
Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				Nº Alumno 630128
Escala	Titulo			Curso 4º Mecánica
1:10	Sección de deslizamiento 7			Plano Nº 42909

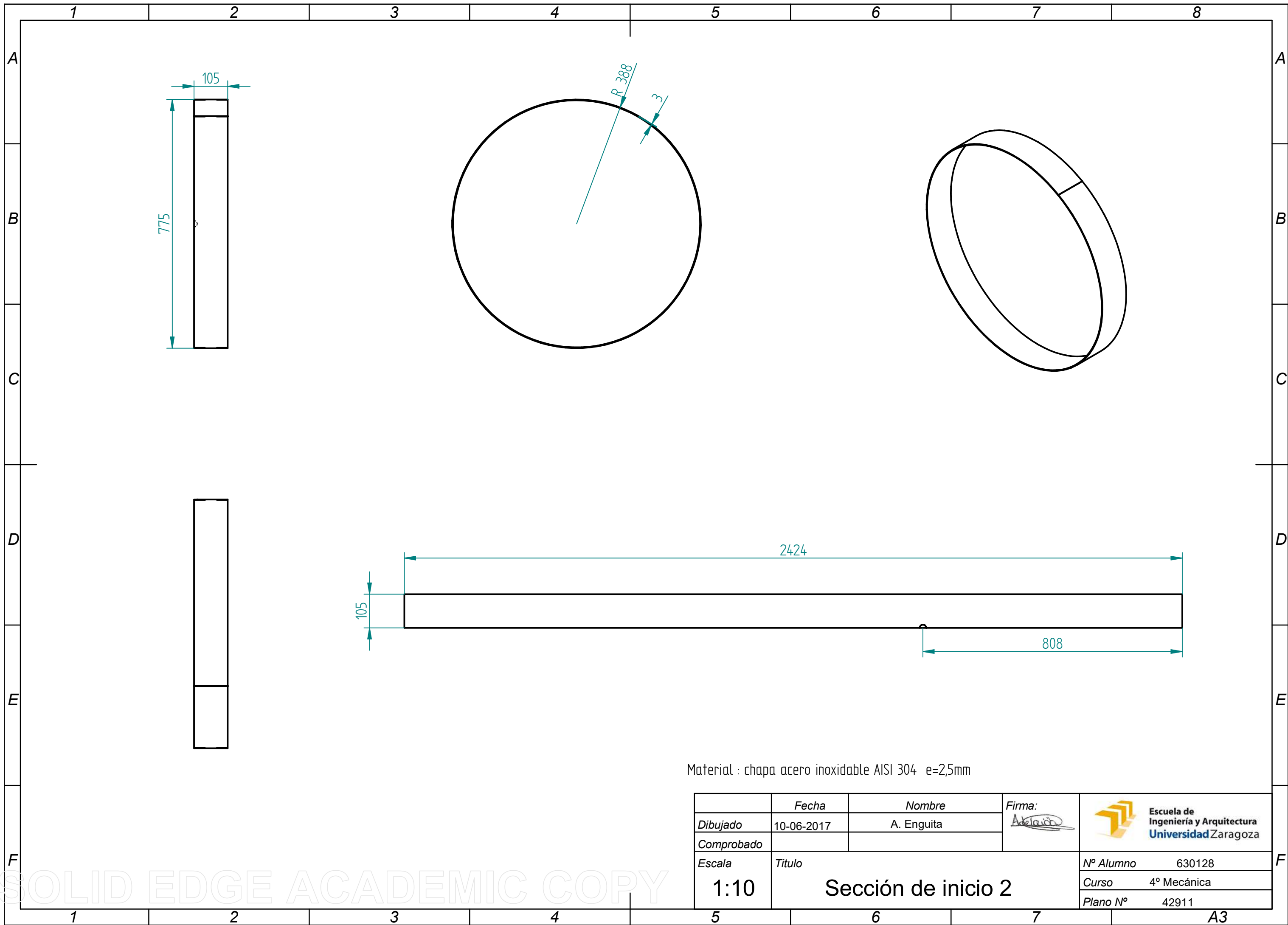
SOLID EDGE ACADEMIC COPY





Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				
Escala	Titulo			Nº Alumno 630128
1:10	Sección de inicio 1			Curso 4º Mecánica
				Plano Nº 42910

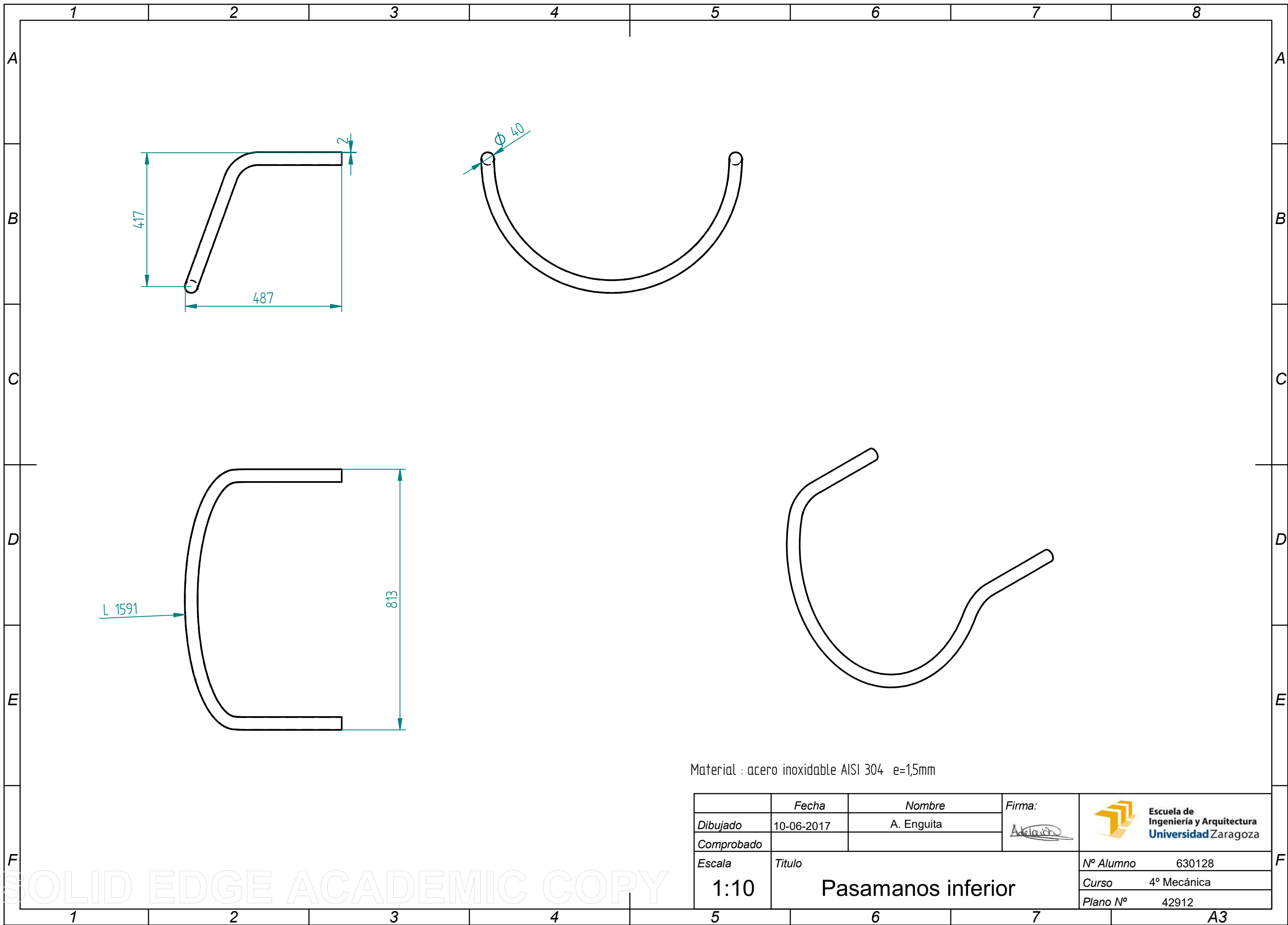
SOLID EDGE ACADEMIC COPY





Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				
Escala	Titulo			Nº Alumno 630128
1:10	Sección de inicio 2			Curso 4º Mecánica
				Plano Nº 42911

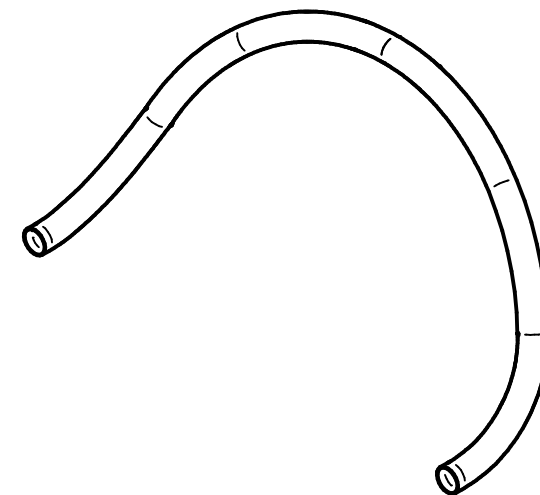
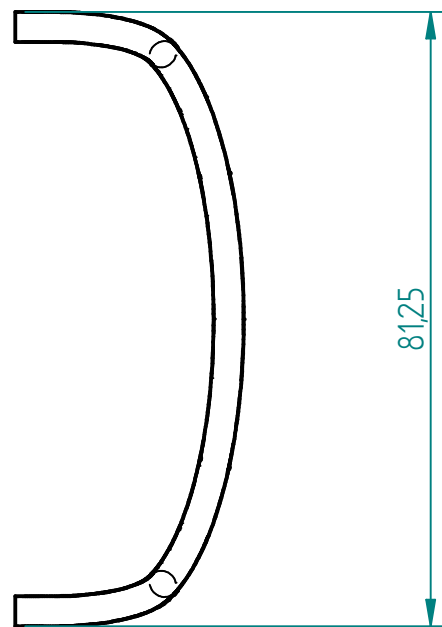
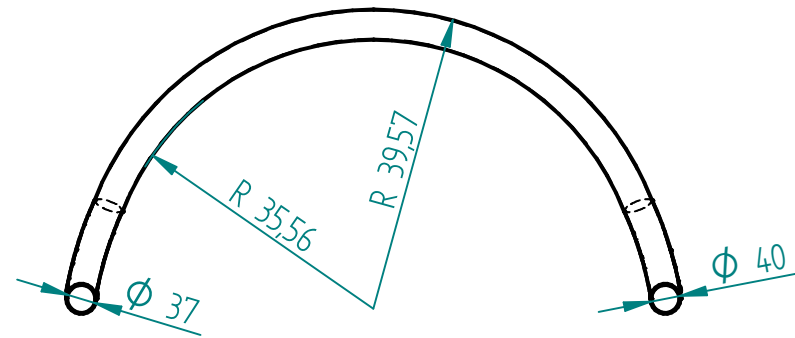
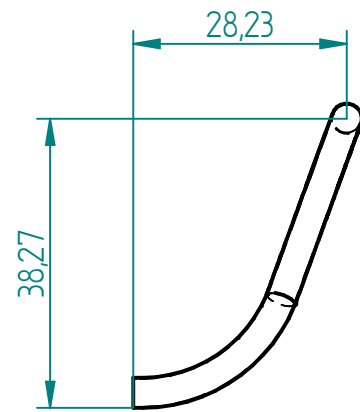
SOLID EDGE ACADEMIC COPY





Material : acero inoxidable AISI 304 e=1,5mm

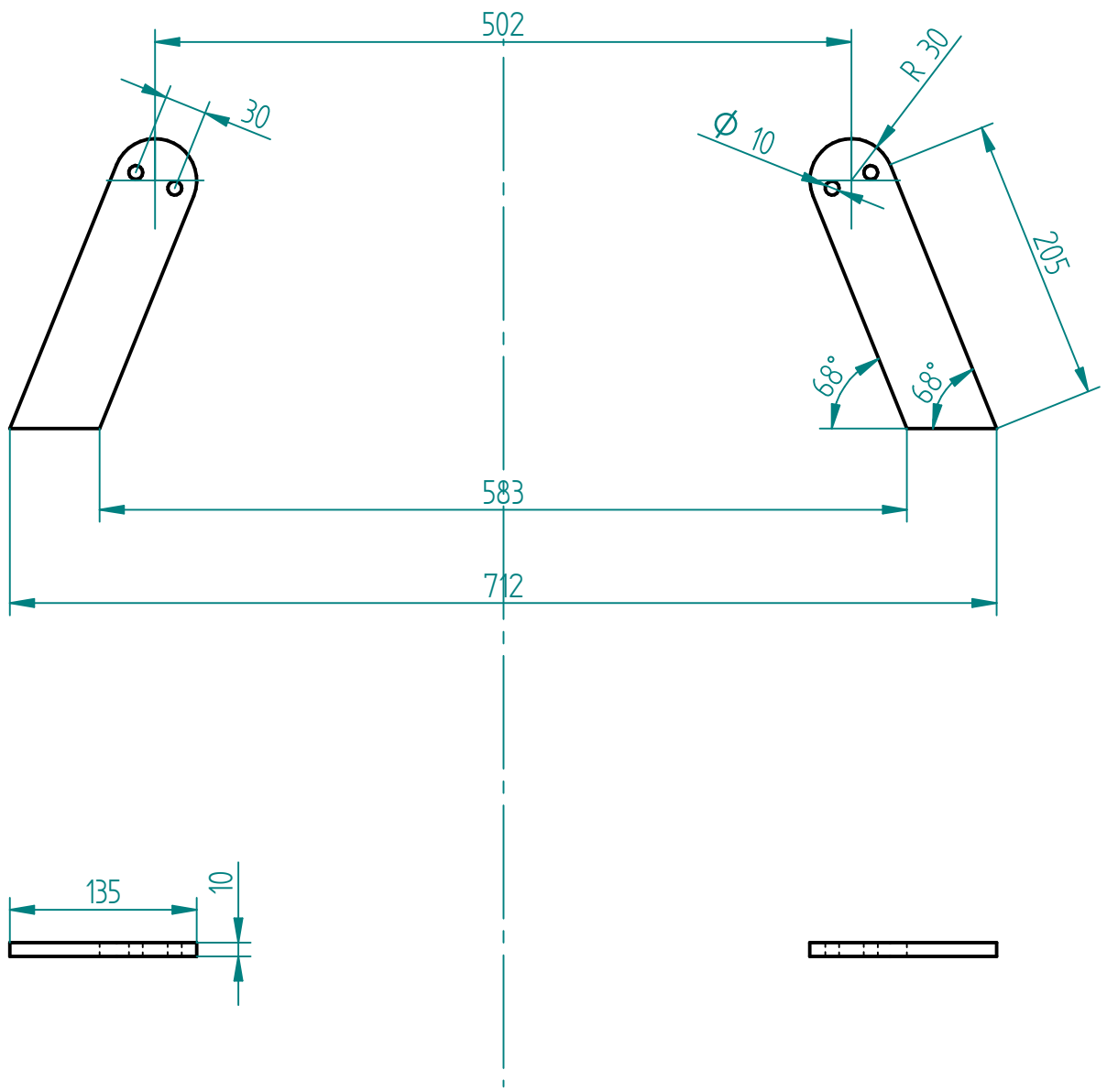
	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				
Escala	Titulo			Nº Alumno 630128
1:10	Pasamanos inferior			Curso 4º Mecánica
				Plano Nº 42912

SOLID EDGE ACADEMIC COPY





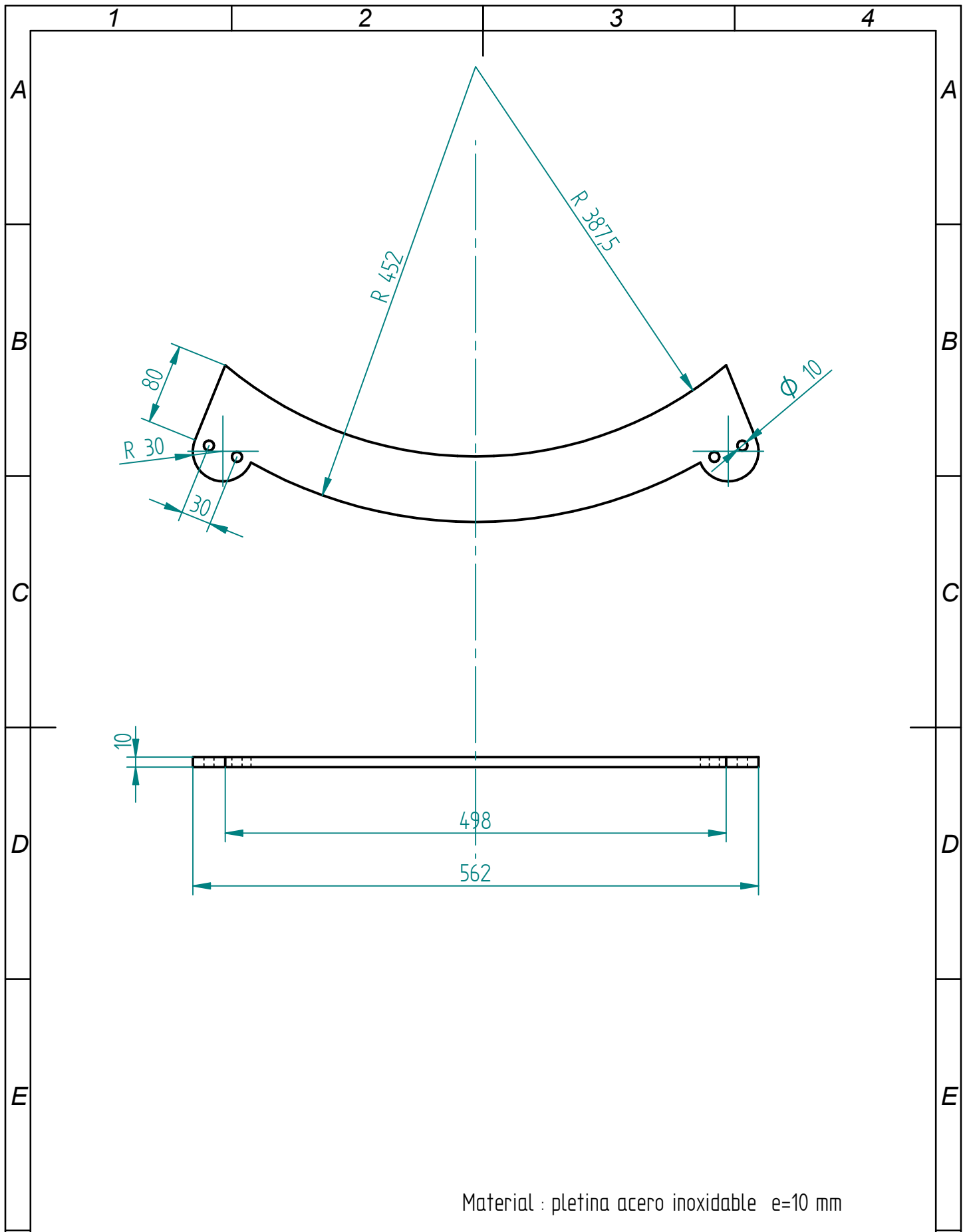
Material : acero inoxidable AISI 304 e=1,5mm

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				
Escala	Titulo			Nº Alumno 630128
1:10	Pasamanos superior			Curso 4º Mecánica
				Plano Nº 42913





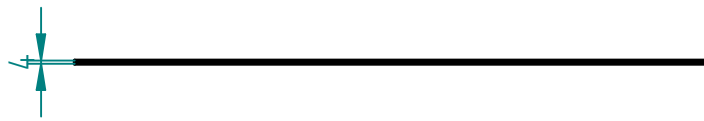
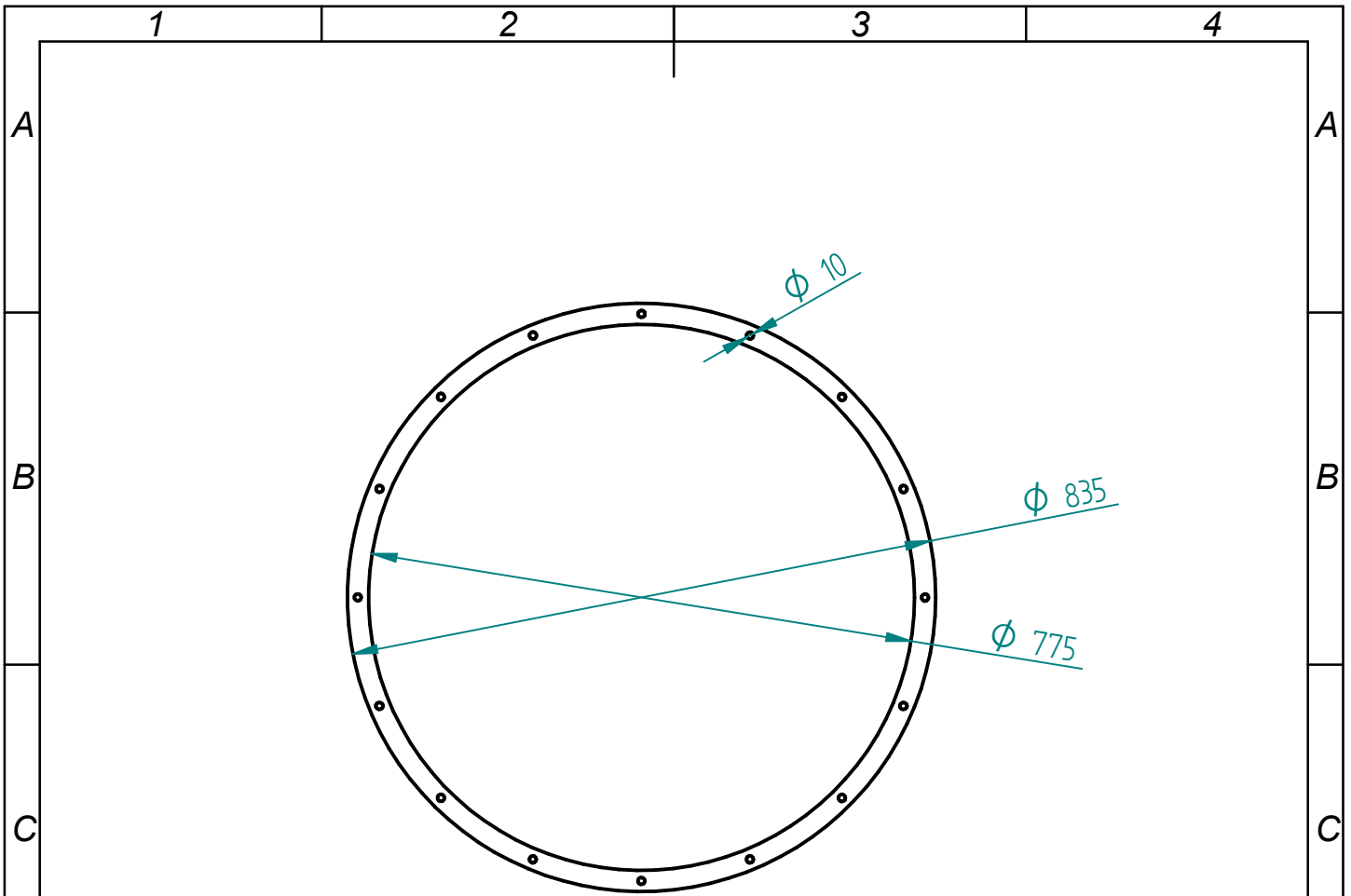
Material : pletina acero inoxidable e=10 mm

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	11-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				
F	Escala	Título		Nº Alumno
	1:5	Apoyo inferior		630128
				Curso
				4º Mecánica
				Plano Nº
				42814
	1	2	3	A4




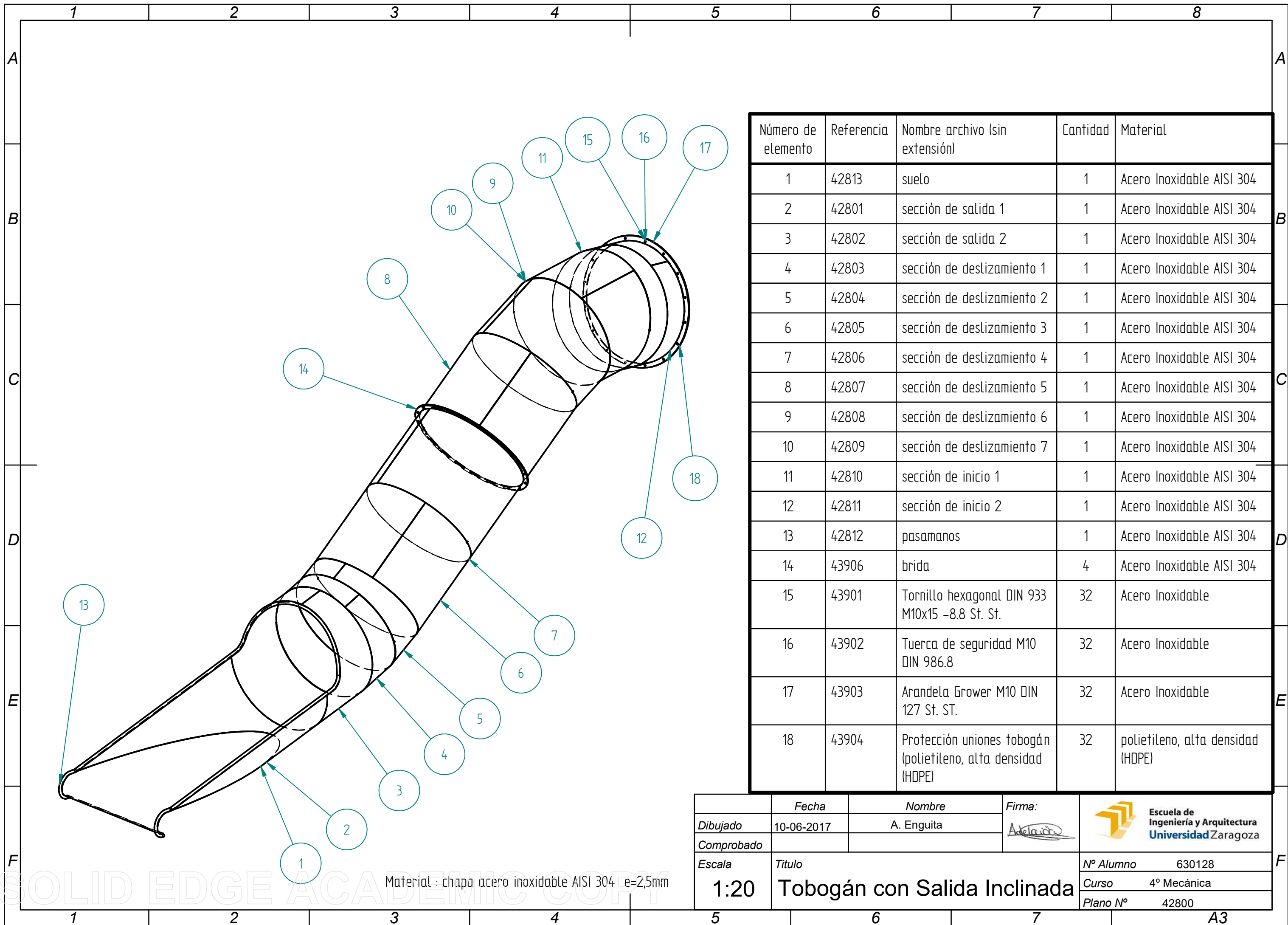
Material : pletina acero inoxidable e=10 mm

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
Dibujado	11-06-2017	A. Enguita			
Comprobado					
Escala	Titulo	Apoyo superior		Nº Alumno	630128
1:5				Curso	4º Mecánica
				Plano Nº	42815
1	2	3	A4		





Material : acero inoxidable AISI 304 e=4 mm

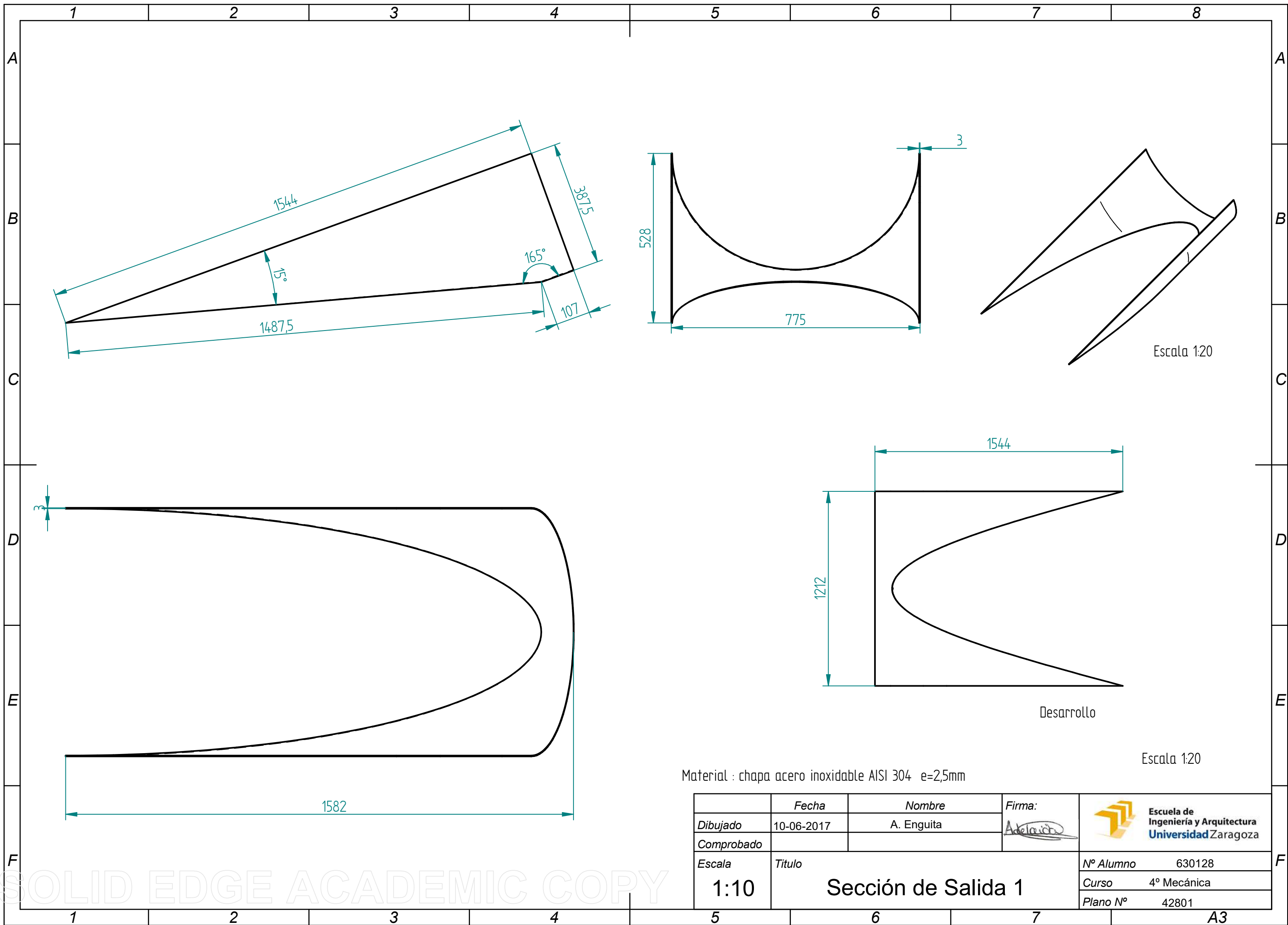
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	11-06-2017	A. Enguita	<i>Adela...</i>	
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i>	Brida		<i>Nº Alumno</i> 630128
1:10				<i>Curso</i> 4º Mecánica
				<i>Plano Nº</i> 43906
1	2	3	A4	





Número de elemento	Referencia	Nombre archivo (sin extensión)	Cantidad	Material
1	42813	suelo	1	Acero Inoxidable AISI 304
2	42801	sección de salida 1	1	Acero Inoxidable AISI 304
3	42802	sección de salida 2	1	Acero Inoxidable AISI 304
4	42803	sección de deslizamiento 1	1	Acero Inoxidable AISI 304
5	42804	sección de deslizamiento 2	1	Acero Inoxidable AISI 304
6	42805	sección de deslizamiento 3	1	Acero Inoxidable AISI 304
7	42806	sección de deslizamiento 4	1	Acero Inoxidable AISI 304
8	42807	sección de deslizamiento 5	1	Acero Inoxidable AISI 304
9	42808	sección de deslizamiento 6	1	Acero Inoxidable AISI 304
10	42809	sección de deslizamiento 7	1	Acero Inoxidable AISI 304
11	42810	sección de inicio 1	1	Acero Inoxidable AISI 304
12	42811	sección de inicio 2	1	Acero Inoxidable AISI 304
13	42812	pasamanos	1	Acero Inoxidable AISI 304
14	43906	brida	4	Acero Inoxidable AISI 304
15	43901	Tornillo hexagonal DIN 933 M10x15 -8.8 St. St.	32	Acero Inoxidable
16	43902	Tuerca de seguridad M10 DIN 986.8	32	Acero Inoxidable
17	43903	Arandela Grower M10 DIN 127 St. ST.	32	Acero Inoxidable
18	43904	Protección uniones tobogán (polietileno, alta densidad (HDPE))	32	polietileno, alta densidad (HDPE)

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				
Escala	Título			Nº Alumno 630128
1:20	Tobogán con Salida Inclinada			Curso 4º Mecánica
				Plano Nº 42800

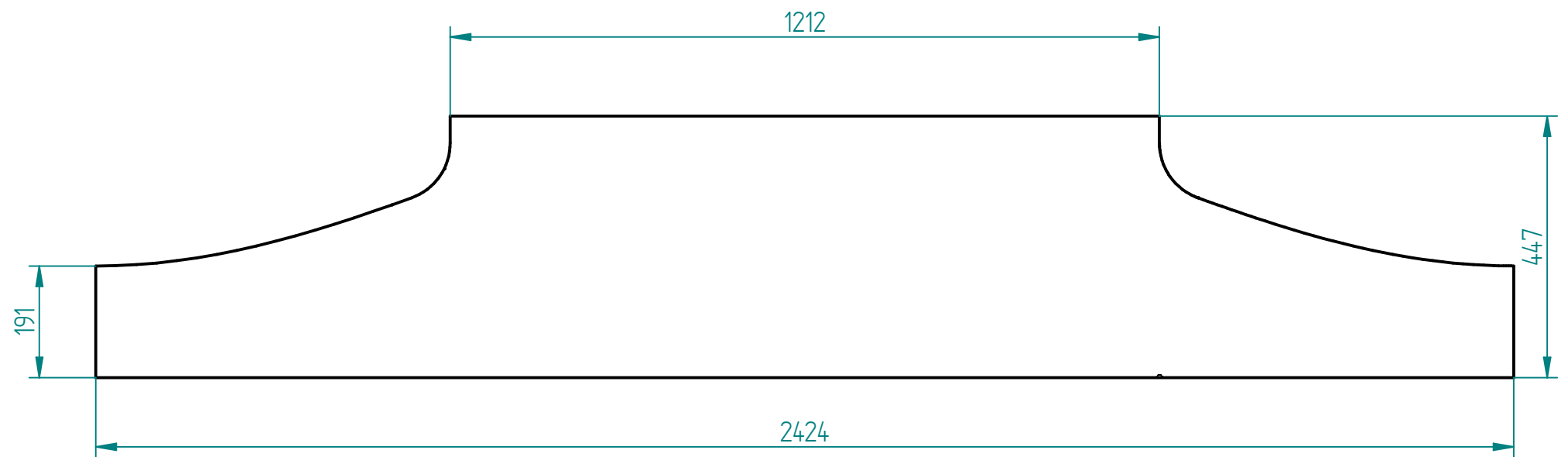
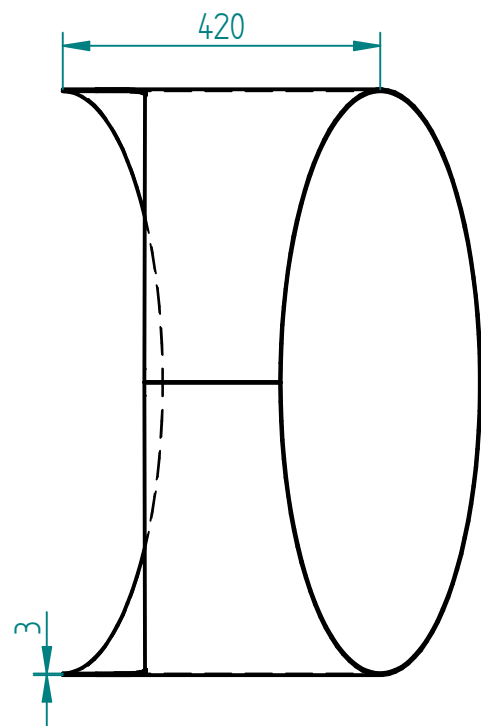
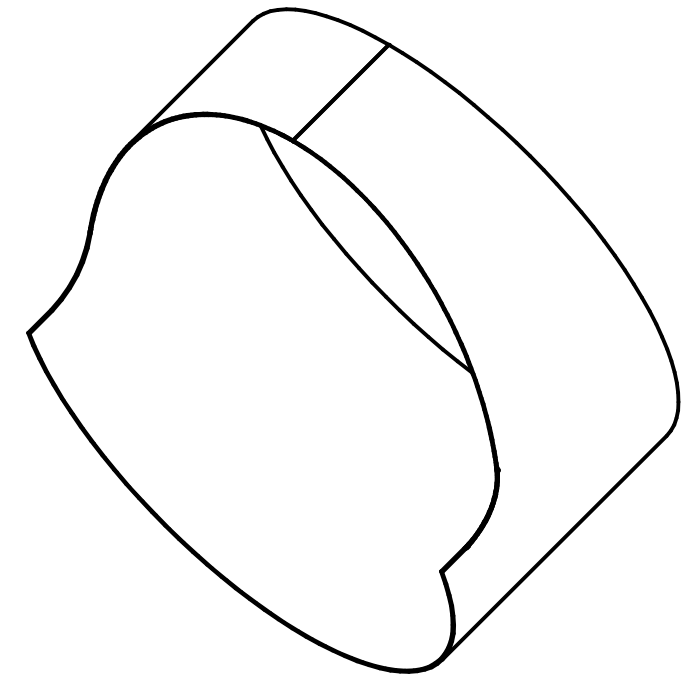
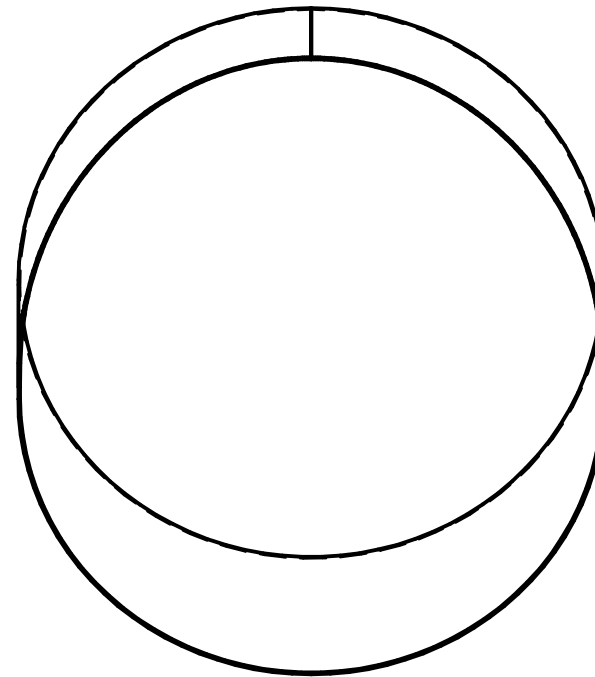
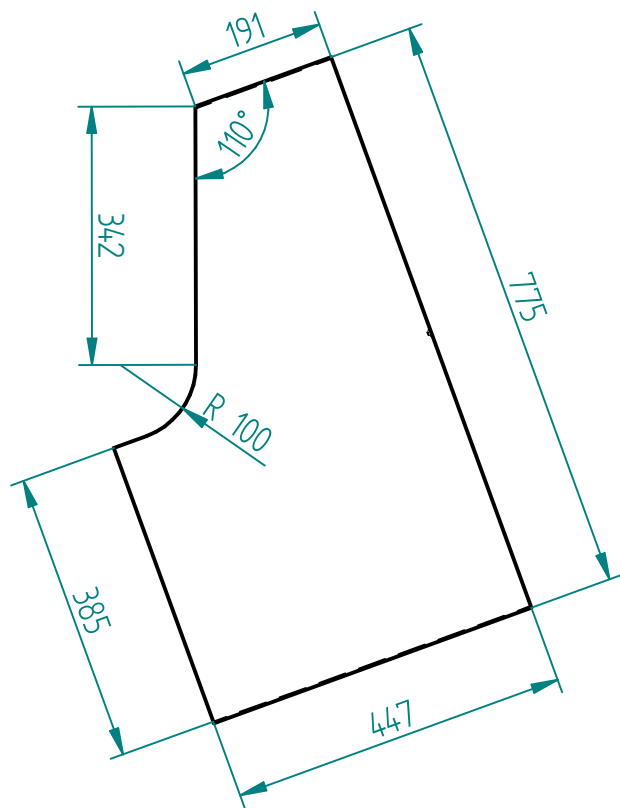
Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm



Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm



	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				
Escala	Titulo			Nº Alumno 630128
1:10	Sección de Salida 1			Curso 4º Mecánica
				Plano Nº 42801

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



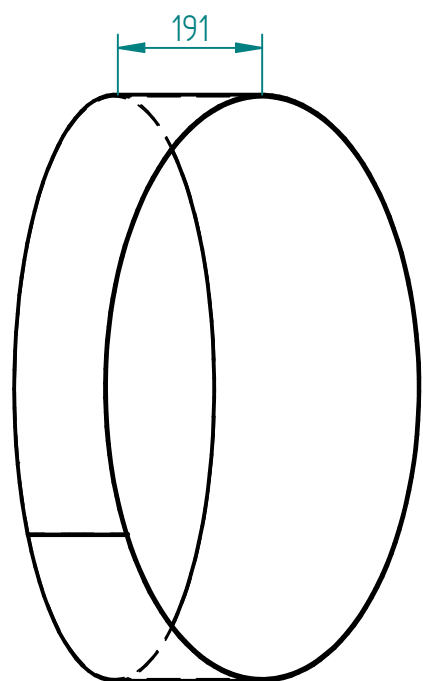
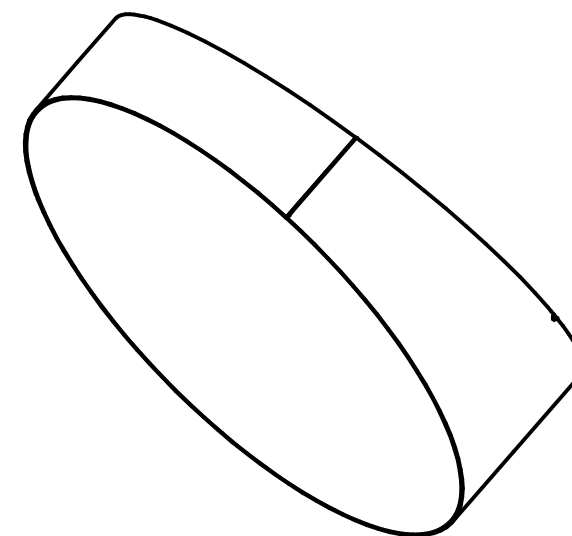
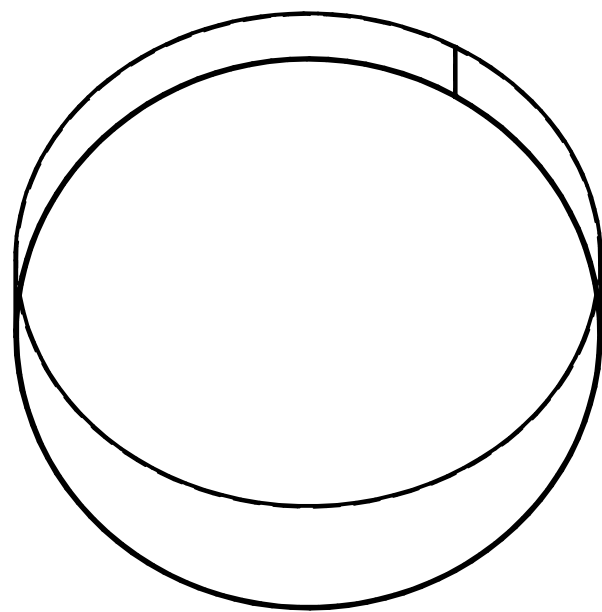
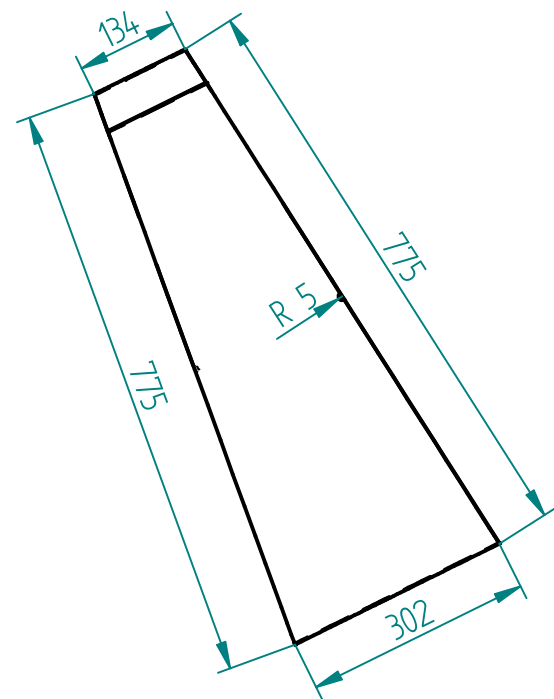
Desarrollo

Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				Nº Alumno 630128
Escala	Titulo			Curso 4º Mecánica
1:10	Sección de Salida 2			Plano Nº 42802



SOLID EDGE ACADEMIC COPY

A3



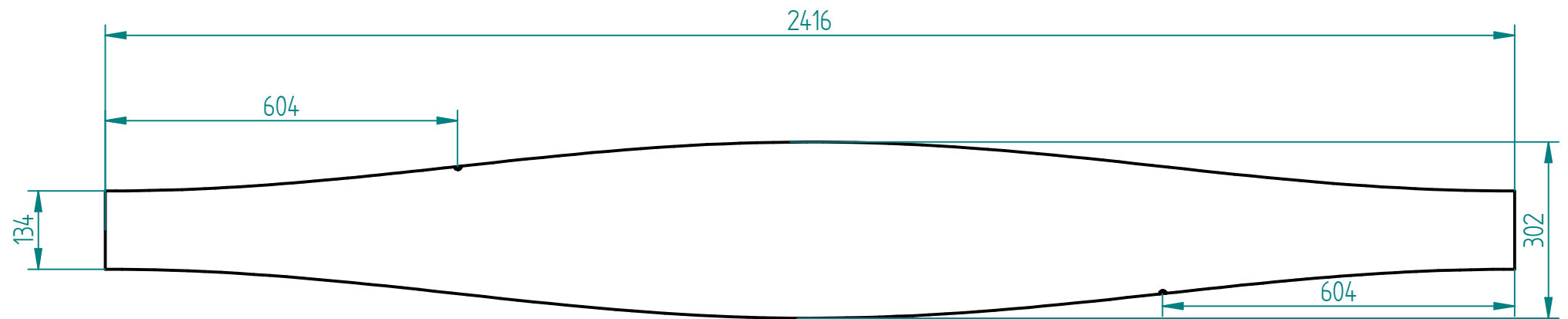
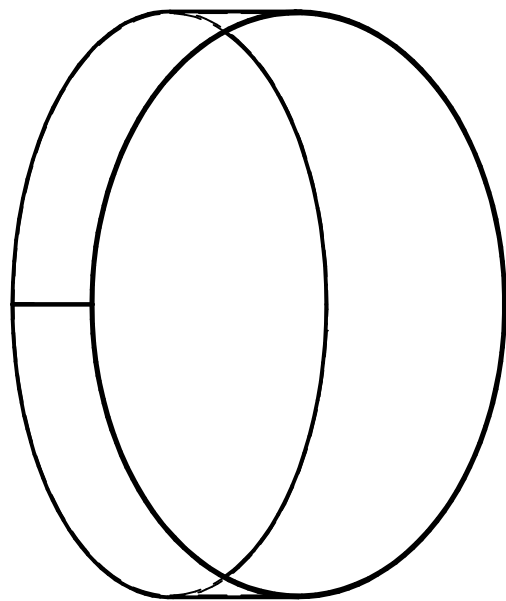
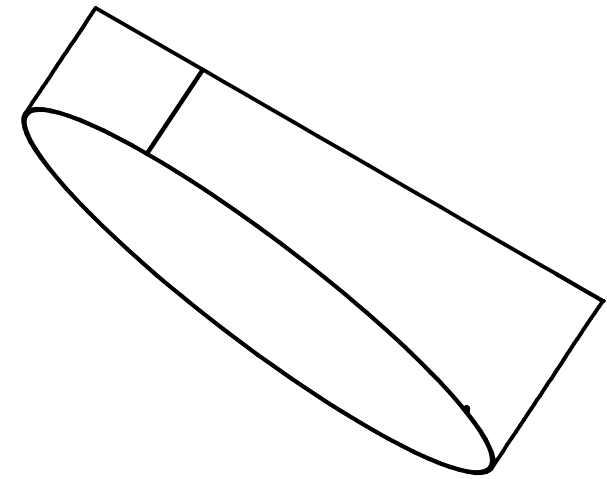
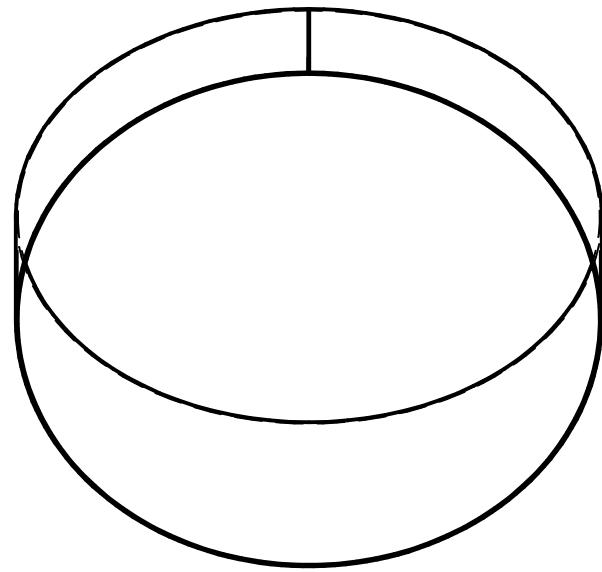
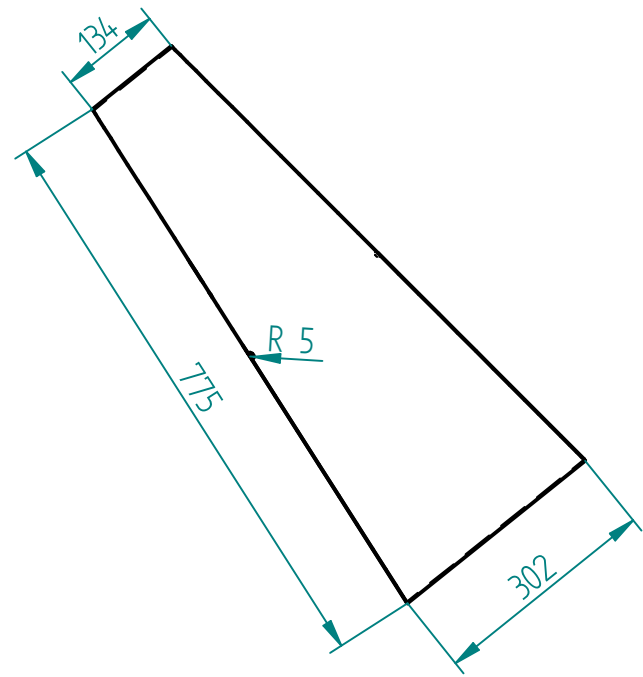
Desarrollo

Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm



	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				Nº Alumno 630128
Escala	Titulo			Curso 4º Mecánica
1:10	Sección de Deslizamiento 1			Plano Nº 42803

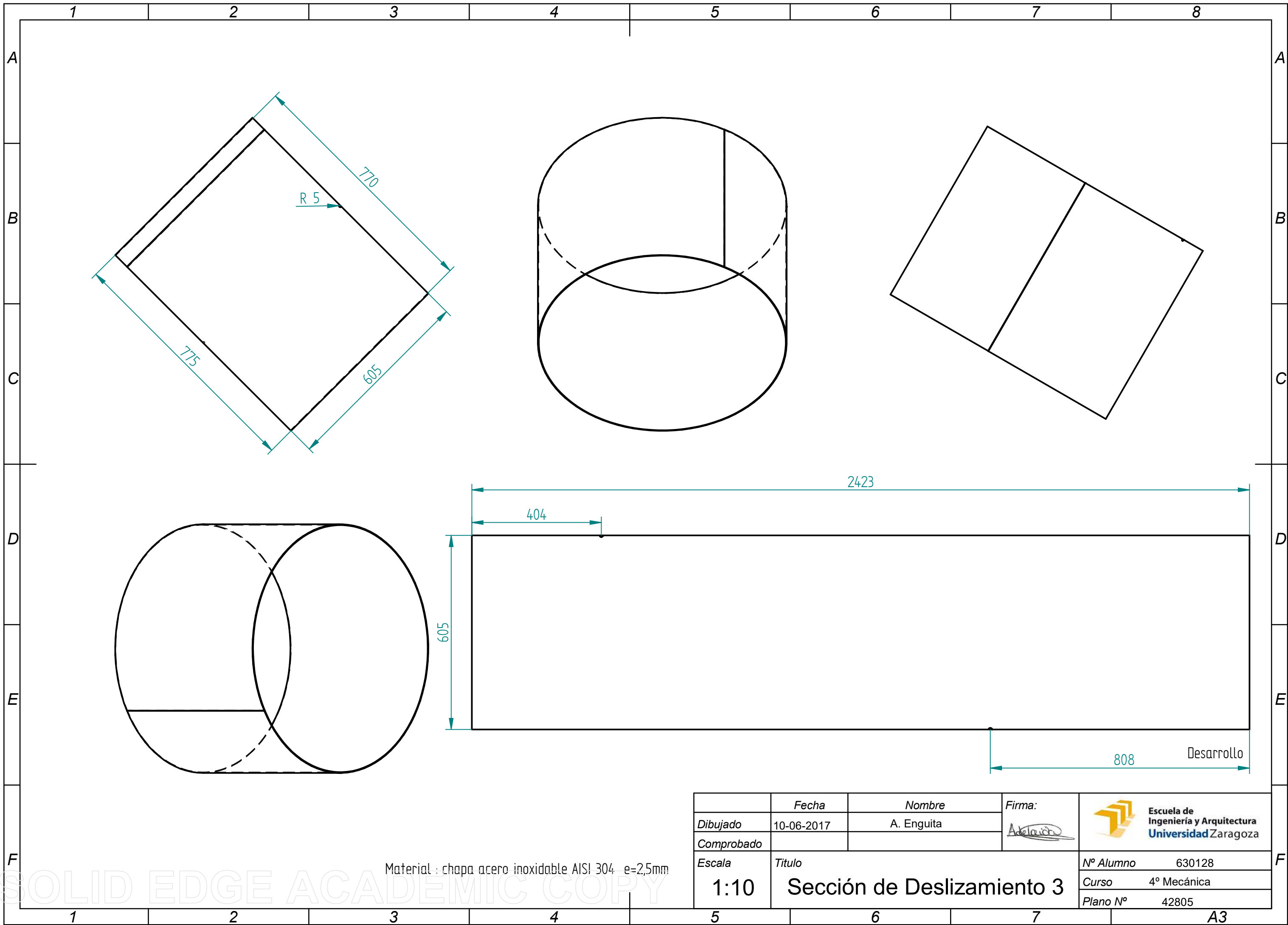
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

A3





Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

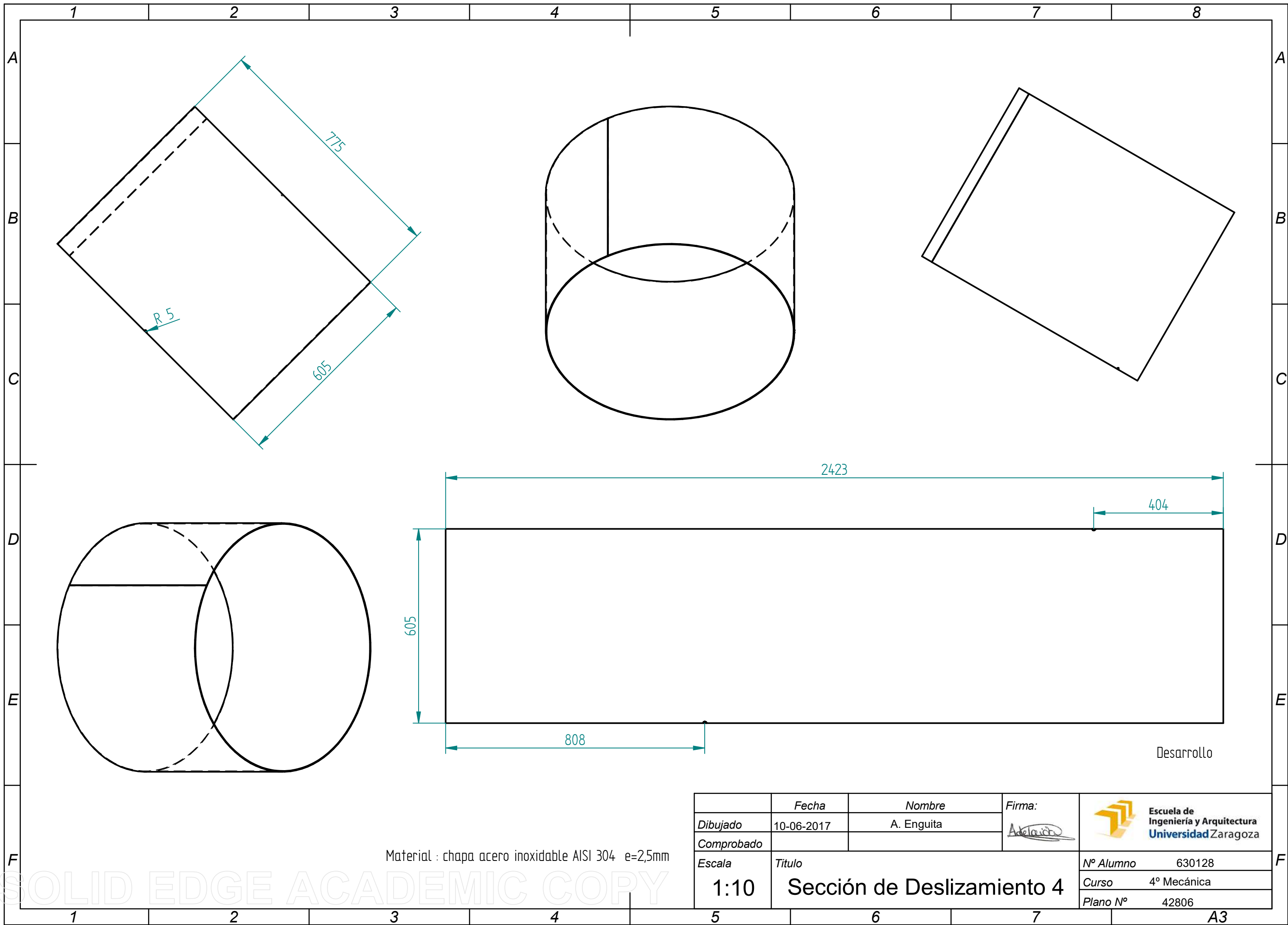
	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				Nº Alumno 630128
Escala	Titulo			Curso 4º Mecánica
1:10	Sección de Deslizamiento 2			Plano Nº 42804





Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				
Escala	Titulo			Nº Alumno 630128
1:10	Sección de Deslizamiento 3			Curso 4º Mecánica
				Plano Nº 42805

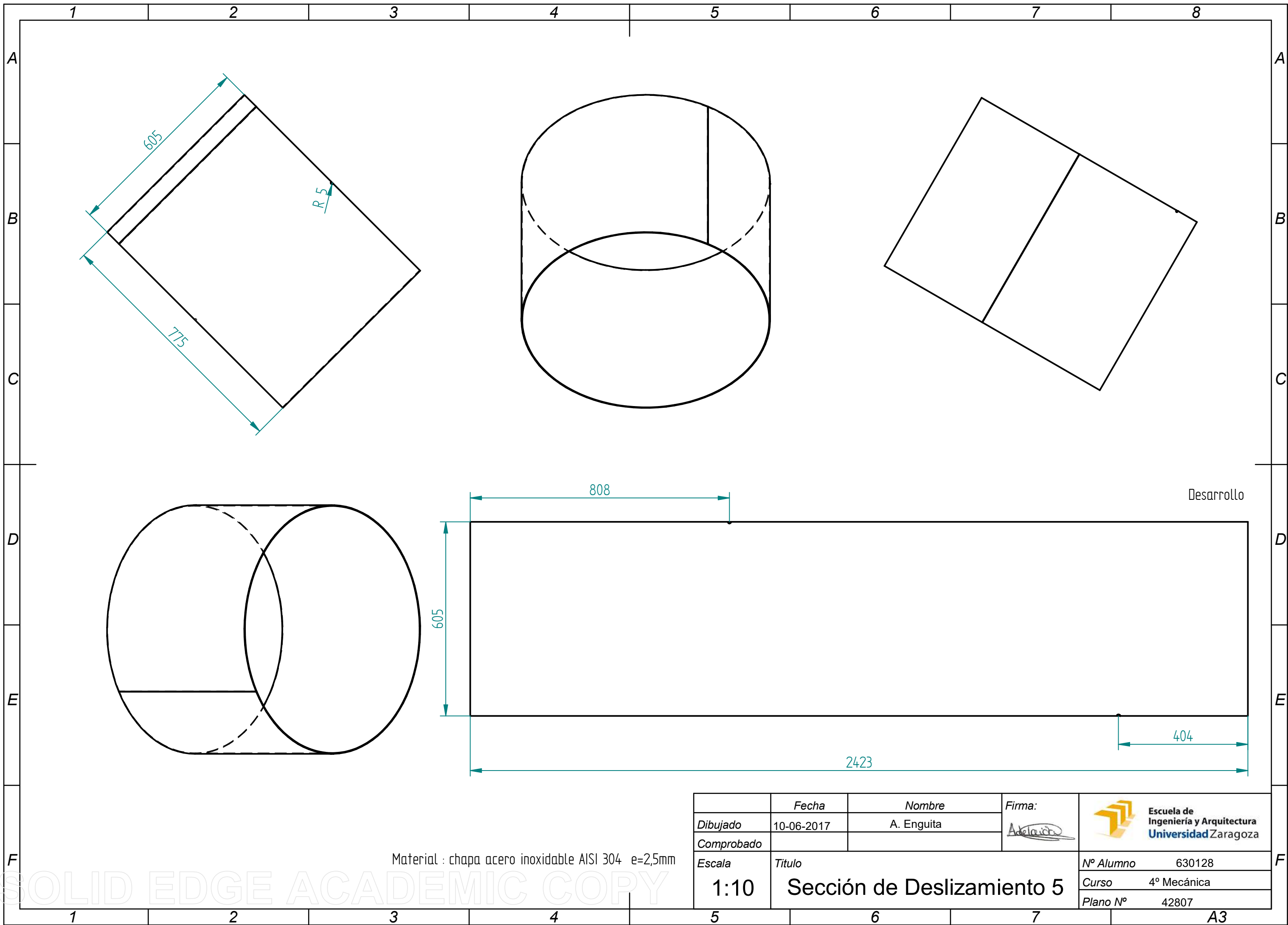
SOLID EDGE ACADEMIC COPY





Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				Nº Alumno 630128
Escala	Titulo			Curso 4º Mecánica
1:10	Sección de Deslizamiento 4			Plano Nº 42806

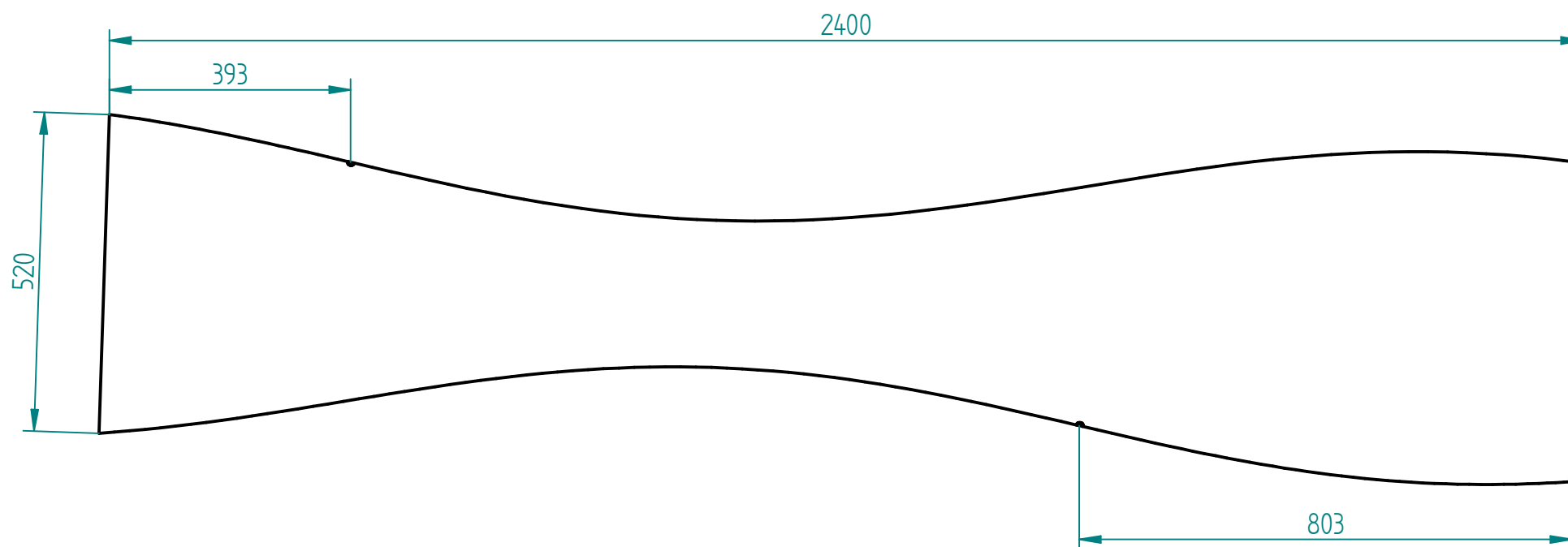
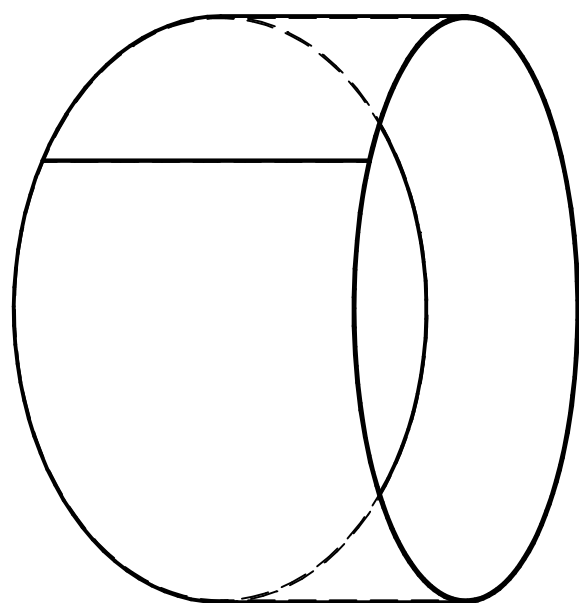
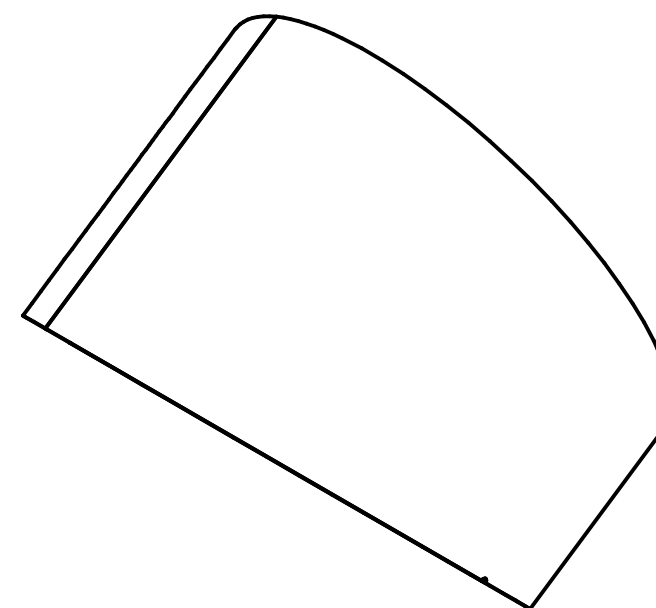
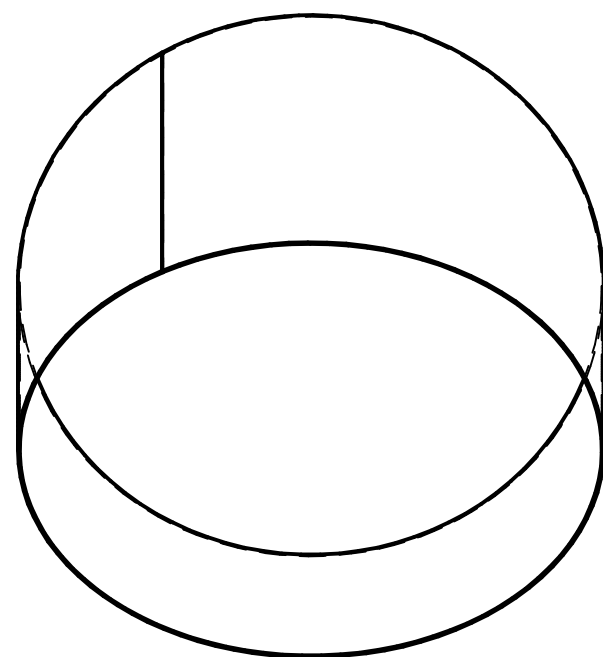
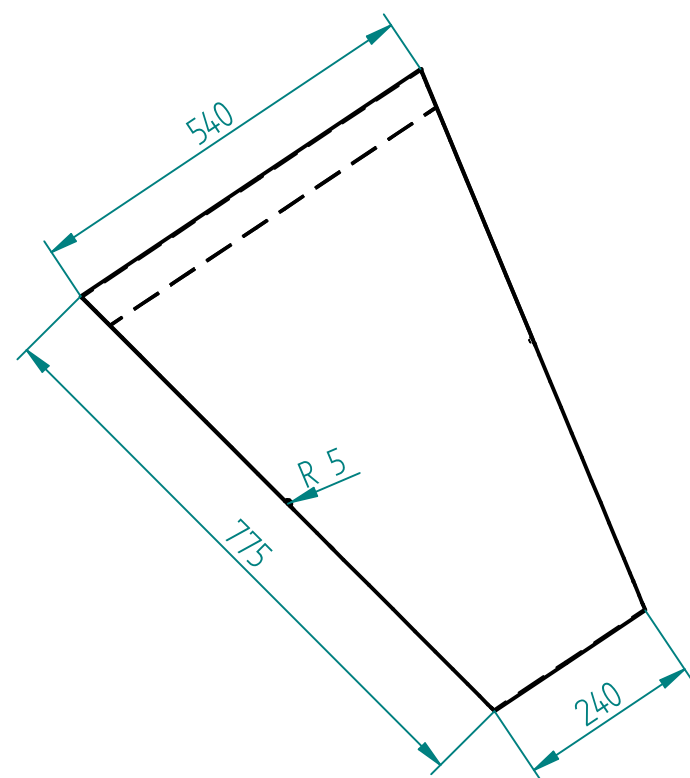
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm



	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				Nº Alumno 630128
Escala	Titulo			Curso 4º Mecánica
1:10	Sección de Deslizamiento 5			Plano Nº 42807

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



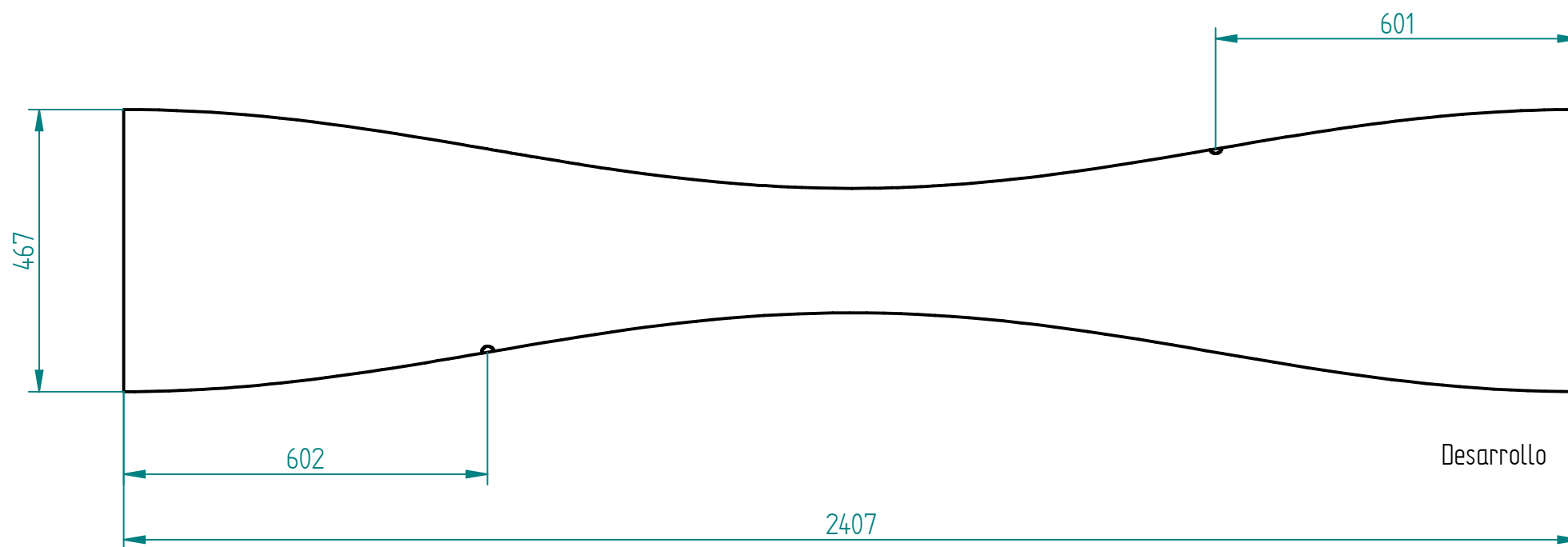
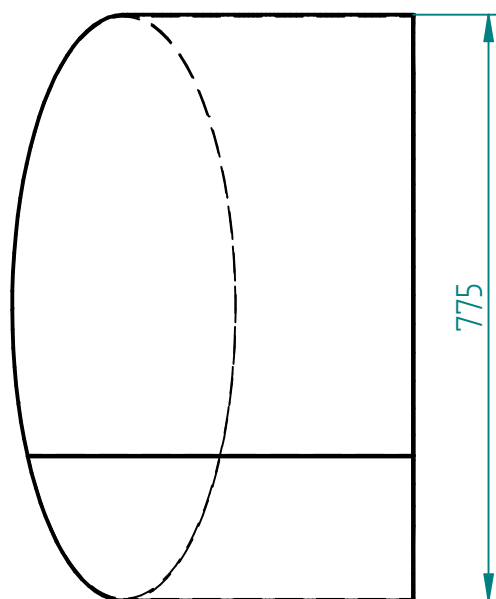
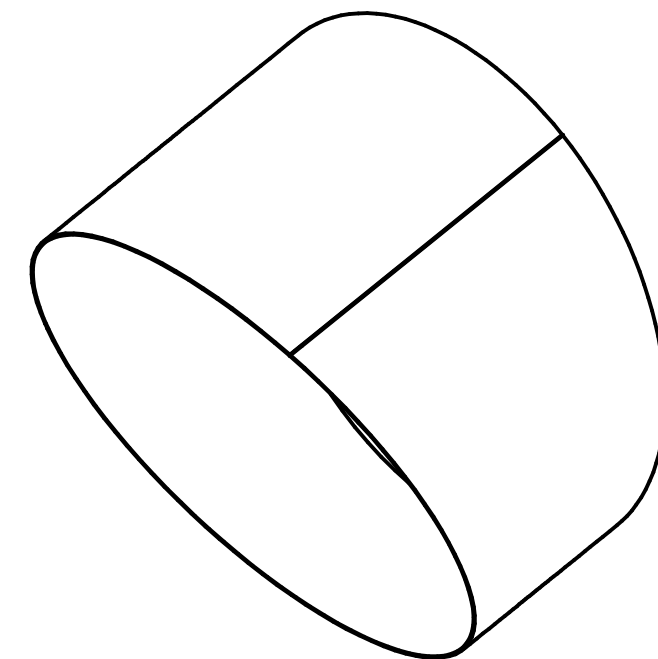
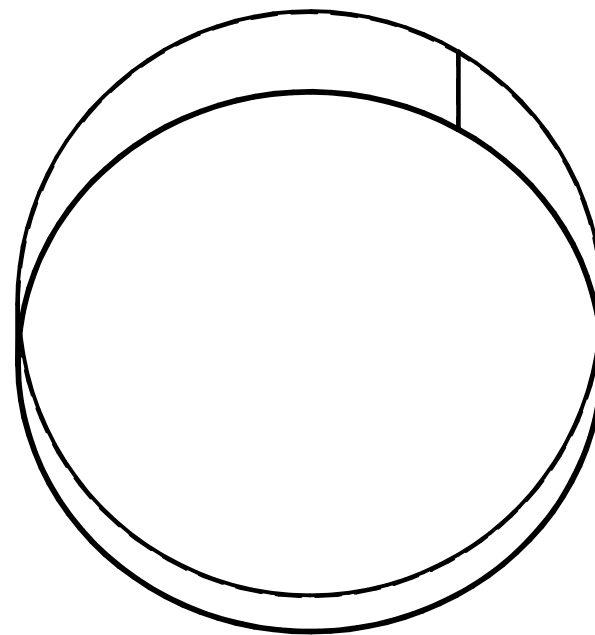
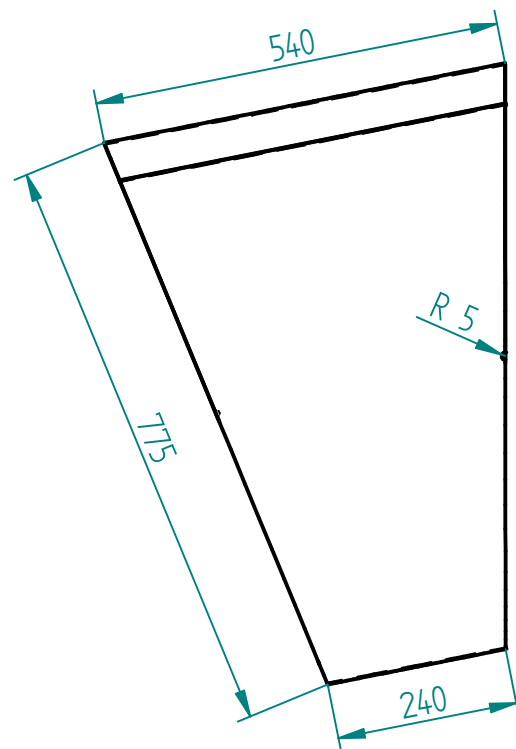
Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

Desarrollo



	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				
Escala	Titulo			Nº Alumno 630128
1:10	Sección de Deslizamiento 6			Curso 4º Mecánica
				Plano Nº 42808

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

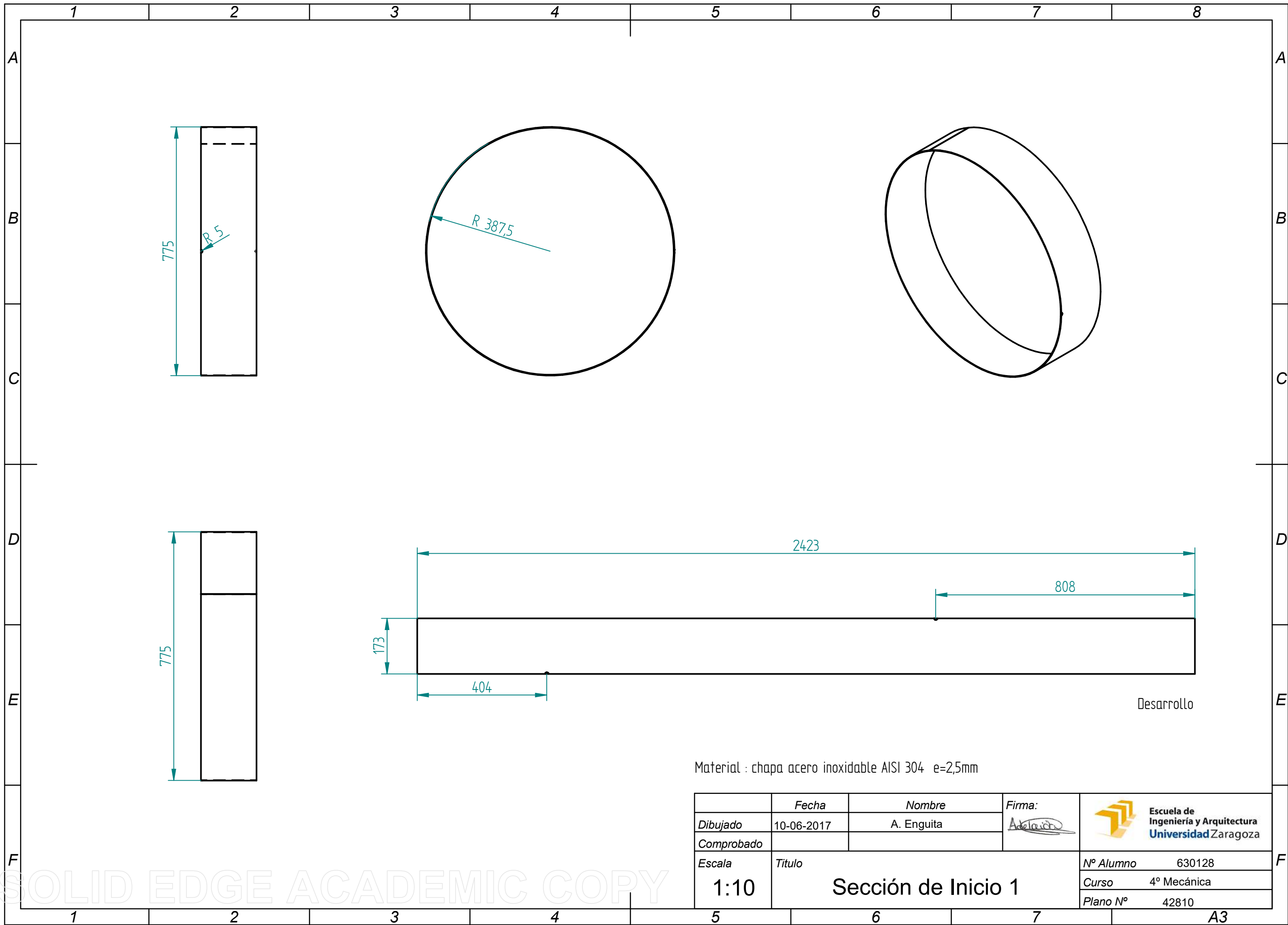
A3





Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				Nº Alumno 630128
Escala	Titulo			Curso 4º Mecánica
1:10	Sección de Deslizamiento 7			Plano Nº 42809

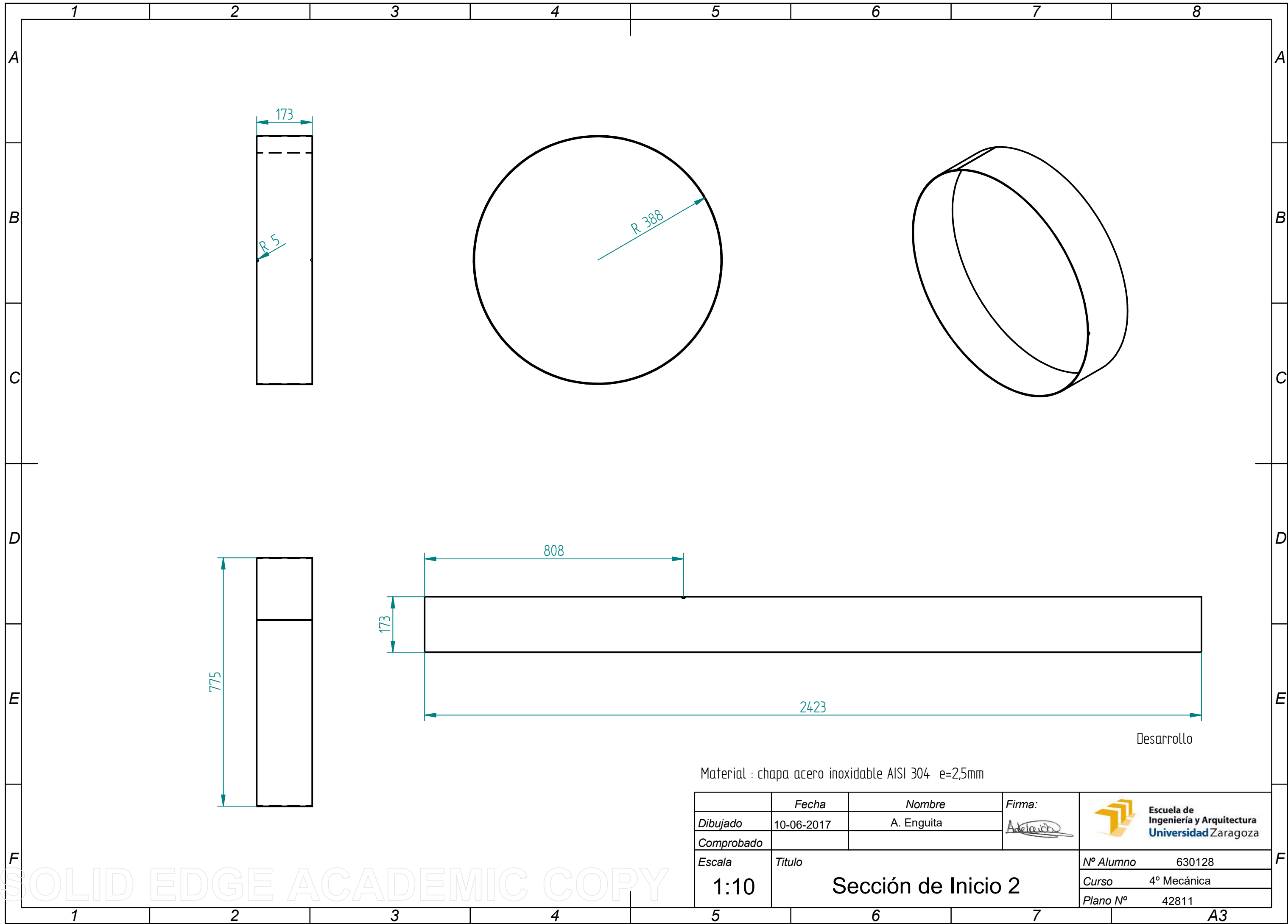
SOLID EDGE ACADEMIC COPY





Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				
Escala	Titulo			Nº Alumno 630128
1:10	Sección de Inicio 1			Curso 4º Mecánica
				Plano Nº 42810

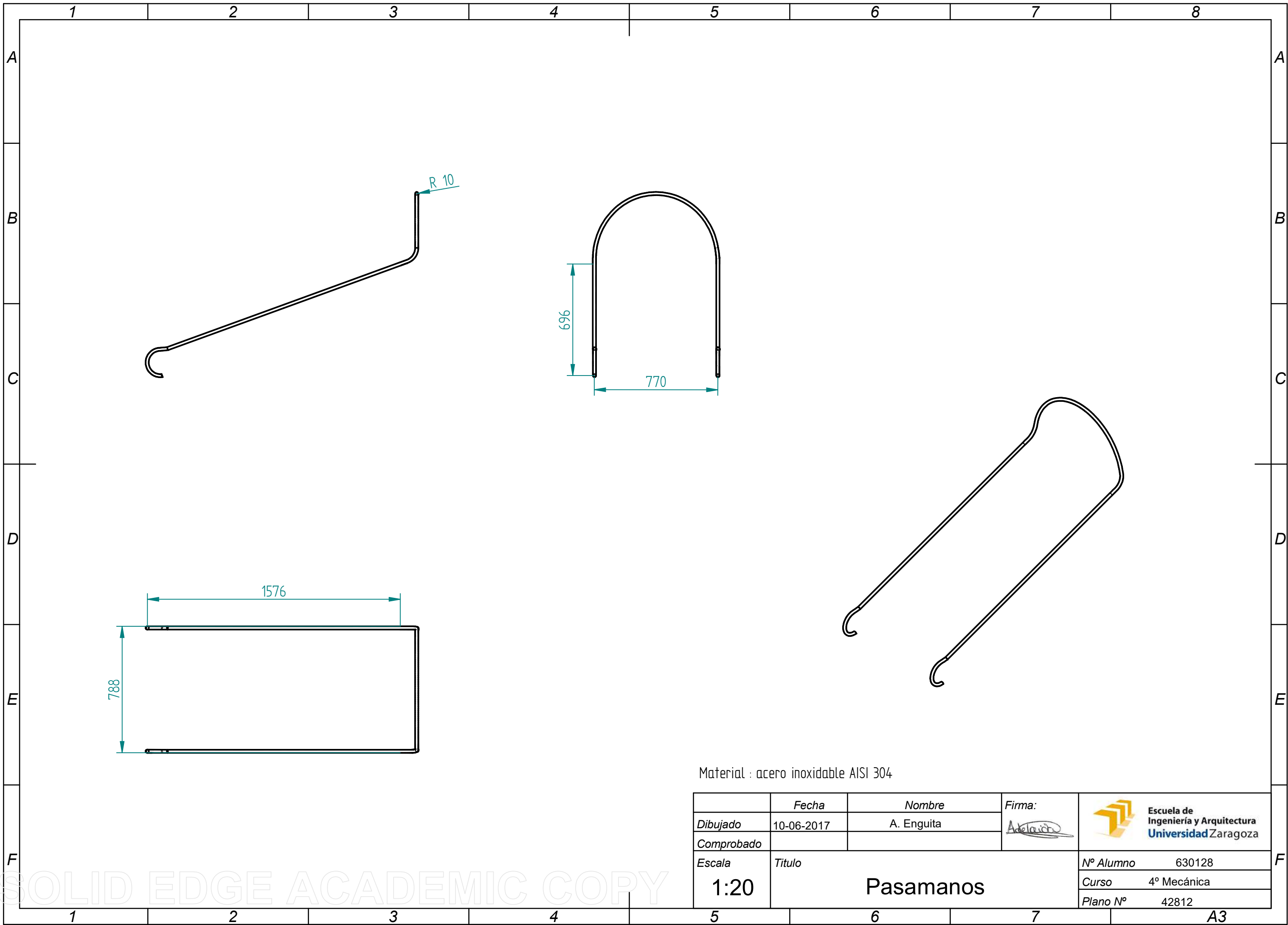
SOLID EDGE ACADEMIC COPY





Material : chapa acero inoxidable AISI 304 e=2,5mm

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				
Escala	Titulo			Nº Alumno 630128
1:10	Sección de Inicio 2			Curso 4º Mecánica
				Plano Nº 42811

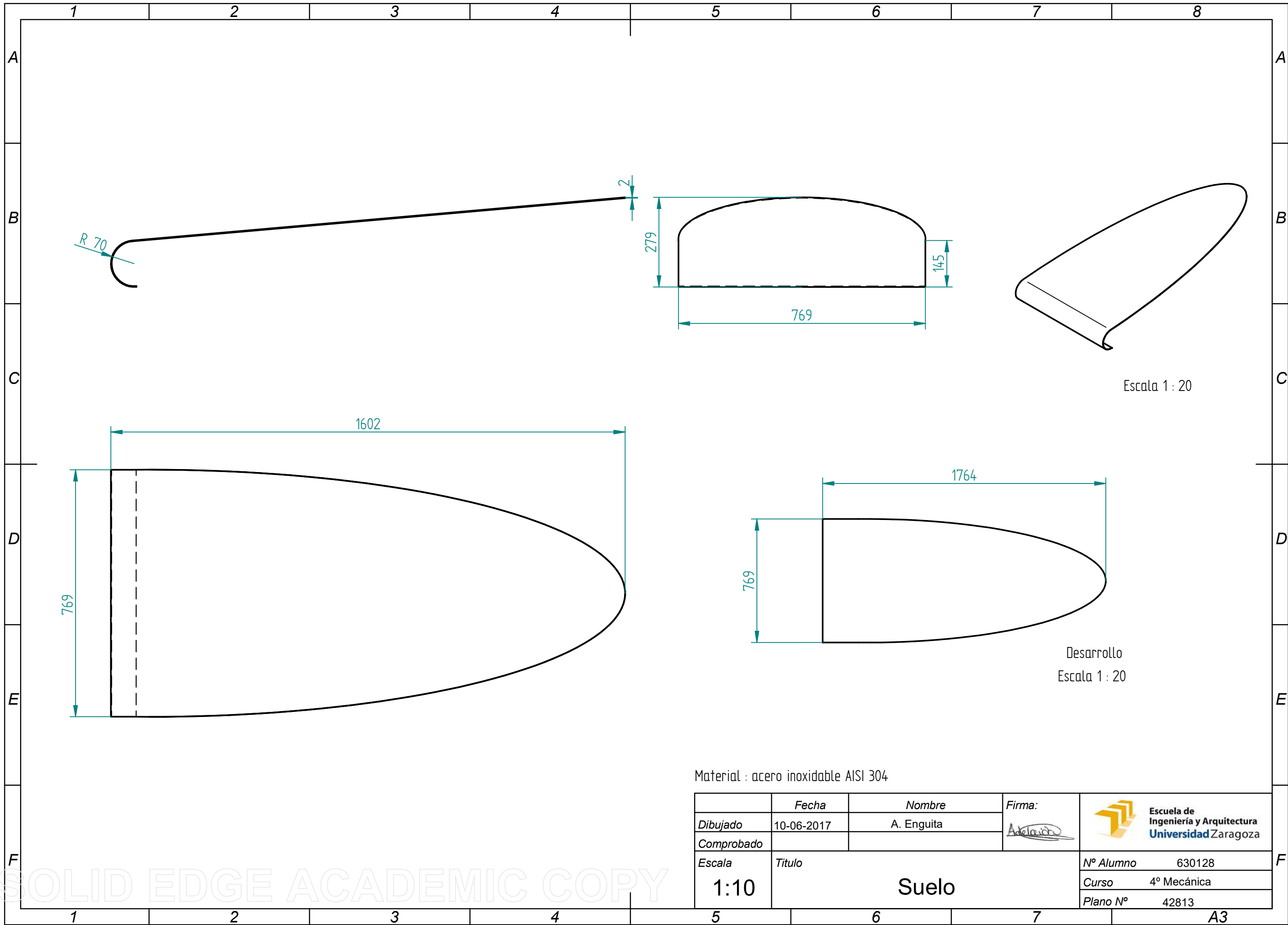
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Material : acero inoxidable AISI 304

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				
Escala	Titulo			Nº Alumno 630128
1:20	Pasamanos			Curso 4º Mecánica
				Plano Nº 42812

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



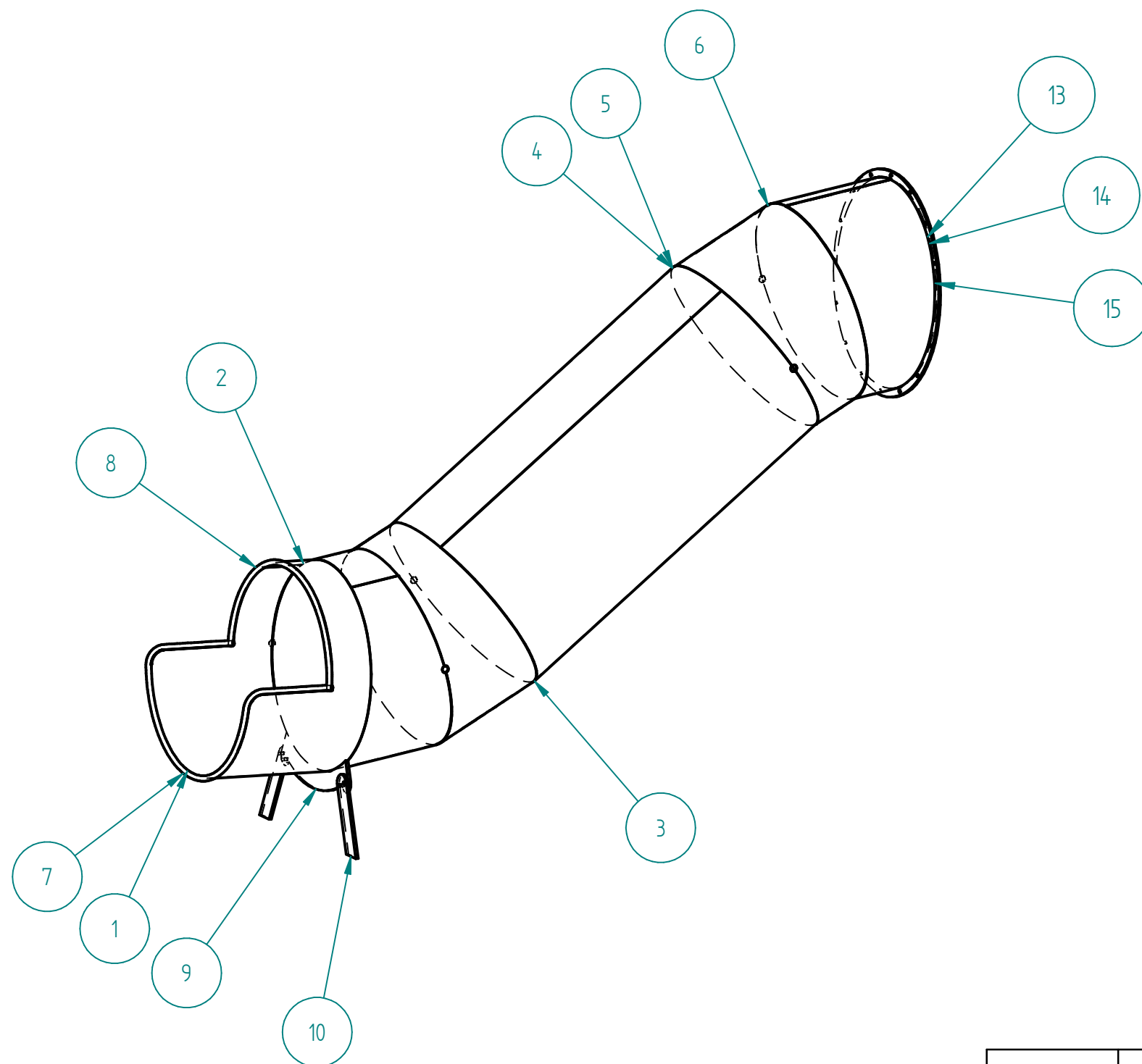
Escala 1 : 20

Desarrollo
Escala 1 : 20


Material : acero inoxidable AISI 304

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				
Escala	Titulo			Nº Alumno 630128
1:10	Suelo			Curso 4º Mecánica
				Plano Nº 42813

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Número de elemento	Número de artículo	Descripción	Cantidad
1	1	salida completa	1
2	2	tramo deslizamiento1	1
3	3	tramo deslizamiento 2	1
4	4	tramo deslizamiento3	1
5	5	tramo deslizamiento 4	1
6	6	tramo deslizamiento 5	1
7	7	tubo inferior	1
8	8	tubo superior	1
9	9	apoyo superior	1
10	10	apoyo inferior	1
11	11	Tornillo hexagonal DIN 933 M10x15 -8.8 St. St.	20
12	12	Tuerca de seguridad M10 DIN 986.8	20
13	13	Tuerca de seguridad M10 DIN 986.8	20
14	14	Protección uniones tobogán	20
15	15	brida	2

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-06-2017	A. Enguita		
Comprobado				
Escala	Titulo		Nº Alumno	630128
1:20	Prototipo		Curso	4º Mecánica
			Plano Nº	01

SOLID EDGE ACADEMIC COPY