



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Proyecto de diseño de una matriz progresiva de deformación metálica, mediante técnicas de corte y de doblado, para la obtención de piezas de chapa de acero.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

AUTOR/A: Domingo Alonso, Alejandro

Tutor/a: Adán Roca, Vicente

Cotutor/a externo: PUCHALT ESTELLES, JUAN VICENTE

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

**Proyecto de Diseño de una Matriz Progresiva de
deformación metálica; corte, doblado y/o embutición,
para la obtención de piezas de chapa de acero**

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

AUTOR: Domingo Alonso, Alejandro

Tutor UPV: Adán Roca, Vicente

Cotutor externo: Estellés Puchol, Juan

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

Resumen

En este proyecto abordaremos el diseño de una matriz progresiva de deformación metálica para la obtención en serie de piezas de chapa de acero. En cuanto al procedimiento que seguiremos para ello, se analizará la pieza en cuestión para decidir las necesidades del diseño de la matriz, así como la disposición de la pieza en la banda de chapa, intentando obtener el mejor aprovechamiento de material y las etapas de conformado de dicha chapa. De esta manera se estudiarán las distintas alternativas posibles con los límites aplicados, seleccionando por comparación entre ellas la mejor solución en función de diversos factores.

Además, el uso de aplicaciones de CAD para el diseño en dos y tres dimensiones servirá de ayuda a lo largo del proyecto y, sobre todo, para la incorporación de documentación complementaria que mejore su comprensión por parte del lector. En el diseño de la matriz progresiva se realizarán los planos necesarios de las piezas que así lo necesiten como la inclusión de las piezas normalizadas.

Este diseño estará respaldado por los cálculos previos.

Una vez acabada la fase de diseño y creación de la matriz, se continuará con el cálculo del presupuesto de esta, incluyendo todo tipo de costes, como los de ingeniería, elementos normalizados o la puesta en marcha, entre otros. De esta manera, se obtendrá el coste de cada elemento y proceso, tanto individual como general.

Por último, se describirán las máquinas necesarias para la creación de la matriz, junto con el mantenimiento y las medidas de seguridad necesarias.

Abstract

In this project we will tackle the design of a progressive metal deformation die for the mass production of sheet steel parts. With regard to the procedure we will follow, the metal part will be analysed to decide the needs of the matrix design as well as the arrangement of the metal part in the sheet metal strip, trying to obtain the best exploitation of the material and the forming stages of the sheet metal. In this way, the different possible alternatives will be studied with the limits applied, selecting by comparison between them the best solution according to various factors.

In addition, the use of CAD applications for two and three-dimensional design will serve as an aid throughout the project and, above all, for the incorporation of complementary documentation to improve the reader's understanding of the project. In the design of the progressive matrix, the necessary designs will be made for the metal parts that require it, such as the inclusion of the standardised parts.

This design will be supported by previous calculations.

Once the design and creation phase of the matrix has been completed, we will continue with the calculation of the budget for the matrix, including all types of costs, such as engineering costs, standardised elements or commissioning, among others. In this way, the cost of each element and process, both individual and general, will be obtained.

Finally, the machines necessary for the creation of the matrix will be described, together with the necessary maintenance and safety measures.

Resum

En aquest projecte abordarem el disseny d'una matriu progressiva de deformació metàl·lica per a l'obtenció en sèrie de peces de xapa d'acer. Quant al procediment que seguirem, s'analitzarà la peça en qüestió per a decidir les necessitats del disseny de la matriu així com la disposició de la peça en la banda de xapa, intentant obtindre el millor aprofitament de material i les etapes de conformat d'aquesta xapa. D'aquesta manera s'estudiaran les diferents alternatives possibles amb els límits aplicats, seleccionant per comparació entre elles la millor solució en funció de diversos factors.

A més, l'ús d'aplicacions de CAD per al disseny en dues i tres dimensions servirà d'ajuda al llarg del projecte i, sobretot, per a la incorporació de documentació complementària que millore la seua comprensió per part del lector. En el disseny de la matriu progressiva es realitzaran els plans necessaris de les peces que així ho necessiten com la inclusió de les peces normalitzades.

Aquest disseny estarà recolzat pels càlculs previs.

Una vegada acabada la fase de disseny i creació de la matriu, es continuarà amb el càlcul del pressupost d'aquesta, incloent tot tipus de costos, com els d'enginyeria, elements normalitzats o la posada en marxa, entre altres. D'aquesta manera, s'obtindrà el cost de cada element i procés, tant individual com general.

Finalment, es descriuran les màquines necessàries per a la creació de la matriu, juntament amb el manteniment i les mesures de seguretat necessàries.

Contenido del documento

Documento N.º 1: Memoria	5
Documento N.º 2: Planos	71
Documento N.º 3: Pliego de condiciones	106
Documento N.º 4: Presupuesto	113



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DISEÑO DE UNA MATRIZ PROGRESIVA DE DEFORMACIÓN METÁLICA

Documento N.º 1:

Memoria

JUNIO DE 2022

AUTOR: DOMINGO ALONSO, ALEJANDRO

Tutor UPV: ADÁN ROCA, VICENTE

Cotutor externo: ESTELLÉS PUCHOL, JUAN

Contenido de la memoria

1. Objeto del proyecto	10
1.1 Definición del Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.).....	10
1.2 Alcance del trabajo.....	10
2. Antecedentes.....	11
3. Descripción de la matricería.....	11
4. Análisis de la pieza	12
4.1 Descripción de la pieza	12
4.2 Material de la pieza.....	12
5. Método plan o diseño de la banda.....	13
5.1 Distancia de separación entre piezas.....	13
5.2 Determinación del paso	14
5.3 Rendimiento de la banda de chapa.....	15
5.4 Disposición de las piezas sobre la banda.....	15
5.5 Operaciones de conformado de la chapa.....	16
5.6 Fibra neutra	17
5.7 Método plan	18
6. Alternativas.....	20
6.1 Comparación y posibilidades.....	20
6.2 Elección final.....	23
7. Descripción de la matriz y sus componentes.....	23
7.1 Componentes diseñados	24
7.1.1 Placa sufridera	24
7.1.2 Placa porta punzones	25
7.1.3 Placa matriz	25
7.1.4 Punzones	27
7.1.5 Placa intermedia o guía	28
7.1.6 Bases superior e inferior.....	28
7.1.7 Regles guía.....	29
7.1.8 Centradores	30
7.2.1 Columnas guía.....	30
7.2.2 Casquillos guía	31

7.2.3 Tornillos y pasadores.....	31
7.2.5 Muelles.....	32
7.2 Criterios sobre la elección de los aceros y sus tratamientos térmicos	32
8. Fabricación, montaje y funcionamiento.....	33
8.1 Montaje.....	34
8.1.1 Parte inferior.....	35
8.1.2 Parte superior	38
8.2 Funcionamiento final	40
9. Tipos y elección de prensa	42
9.1 Prensas de accionamiento hidráulico	42
9.2 Elección de la prensa.....	43
10. Normativa aplicada.....	44
11. Referencias	44
ANEXOS	46
Anexo 1:.....	47
Cálculos.....	47
Anexo 2:.....	55
Componentes normalizados	55
Anexo 3:.....	63
Seguridad, salud y medio ambiente.....	63
Anexo 4:.....	68
Mantenimiento.....	68

Índice de figuras

Figura 4 - 1: Pieza objetivo.....	12
Figura 5 - 1: Paso de la chapa.....	14
Figura 5 - 2: Disposición de las piezas en la banda	16
Figura 5 - 3: Esquema matriz y punzón	17
Figura 5 - 4: Doblado y curvado	17
Figura 5 – 5: Fibras a tracción y compresión	18

Figura 5 - 6: Posición de la fibra neutra.....	18
Figura 5 - 7: Método plan.....	19
Figura 5 - 8: Banda resultante	20
Figura 6 - 1: Matriz manual	21
Figura 6 - 2: Matriz progresiva	22
Figura 6 - 3: Detalle de la garra	22
Figura 7 - 1: Esquema troquel	24
Figura 7 - 2: Placa sufridera.....	24
Figura 7 - 3: Placa porta punzones	25
Figura 7 - 4: Juego entre punzón y matriz en función del material y espesor de la chapa.	26
Figura 7 - 5: Placa matriz.....	27
Figura 7 - 6: Pandeo de punzones	28
Figura 7 - 7: Placa guía	28
Figura 7 - 8: Placa base superior	29
Figura 7 - 9: Placa base inferior.....	29
Figura 7 - 10: Regles guía	29
Figura 7 - 11: Centrador	30
Figura 7 - 12: Columnas guía.....	31
Figura 7 - 13: Casquillos guía.....	31
Figura 8 - 1: Centro de mecanizado.....	33
Figura 8 - 2: Máquina de electroerosión por hilo	34
Figura 8 - 3: Rectificadora	34
Figura 8 - 4: Paso 1 P. inferior	35
Figura 8 - 5: Paso 2 P. inferior	35
Figura 8 - 6: Paso 3 P. inferior	36
Figura 8 - 7: Paso 4 P. inferior	36
Figura 8 - 8: Paso 5 P. inferior	37
Figura 8 - 9: Paso 6 P. inferior	37
Figura 8 - 10: Paso 1 P. superior.....	38
Figura 8 - 11: Paso 2 P. superior.....	38
Figura 8 - 12: Paso 3 P. superior.....	39
Figura 8 - 13: Paso 4 P. superior.....	39
Figura 8 - 14: Paso 5 P. superior.....	39
Figura 8 - 15: Matriz completamente montada.....	40
Figura 8 - 16: Devanadora.....	41
Figura 8 - 17: Aplanadora.....	41

Figura 9 – 1: Prensa de doble montante	43
Figura A1 – 1: Medidas me la pieza.....	52
Figura A1 – 2: Gráfica de valores de “K” dependiendo de la resistencia a tracción.....	53

Índice de Tablas

Tabla 4 - 1: Características del material	13
Tabla 4 - 2: Composición química del acero.....	13
Tabla 7 - 1: Tolerancias de corte en función de la resistencia a la cizalladura.....	26
Tabla A1 - 1: Relación radio de doblado – espesor	51

1. Objeto del proyecto

1.1 Definición del Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)

El objetivo principal de este trabajo es el diseño de una matriz progresiva de deformación metálica para la obtención de 5000 piezas/año de chapa de acero de $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ y de 1.5 mm de espesor. La teoría que se encuentra detrás de todo lo explicado a lo largo del trabajo será la referente a la matricería. Esta es una rama de la mecánica que estudia las técnicas de conformado generalmente de chapa metálica para la creación de piezas sin arranque de viruta. A los procesos empleados se les denomina procesos de conformado de chapa por deformación o corte sin arranque de viruta que se llevan a cabo mediante unos utensilios denominados matriz y punzón en el caso de los doblados, machos y hembras en el caso de los cortes o matrices y troqueles de forma más general.

La matriz en cuestión estará montada sobre una prensa y permitirá el desplazamiento tanto vertical; de los punzones o troqueles para realizar los procesos en cuestión, como horizontal; de la banda de chapa. Será indispensable el máximo aprovechamiento de material disponible a la hora de diseñar la matriz ofreciendo así un buen rendimiento gracias a la distribución de las piezas en la banda.

1.2 Alcance del trabajo

La línea de trabajo que seguirá este proyecto es el análisis previo de la pieza objetivo y desarrollo de esta, alternativas de fabricación, diseño de la matriz, descomposición de la matriz en sus componentes y finalmente un presupuesto. Además, se incluirán todos los planos necesarios tanto de la pieza objetivo como de los componentes de la matriz.

A continuación, se describen las distintas fases del trabajo:

- Análisis previo de la pieza: resulta indispensable la observación de la pieza objetivo para poder realizar todo tipo de cálculos sobre ella obteniendo así las medidas y datos necesarios; como la posición de la fibra neutra entre otros, para el desarrollo plano y posteriormente la disposición de la pieza en la banda o tira.
- Alternativas de fabricación: existe gran variedad de utensilios de fabricación por lo que será necesario analizar y comparar todas las posibilidades a las que podemos optar eligiendo así la que mejor se ajuste a nuestro caso.
- Diseño de la matriz: una vez terminado todo el análisis de la pieza junto con el desarrollo de la banda y ya elegida la mejor alternativa para nuestro caso pasaremos al diseño de la matriz y los troqueles. Para ello es necesario saber los procesos que se llevarán a cabo en el conformado de nuestra pieza que vienen definidos en el plan de la pieza. En este se separan por etapas los distintos procesos de conformado necesarios para quedar con la forma definitiva y se desarrollará gráficamente con el programa FUSION 360 de AUTODESK para apoyar la descripción y los cálculos.

- Descomposición de la matriz en sus componentes: una vez diseñada la matriz se separarán y explicarán en detalle los componentes elegidos y diseñados, los materiales empleados, la función que desempeñan y los tratamientos térmicos en el caso que lo requiera.

2. Antecedentes

Intención de diseñar una matriz progresiva de deformación metálica con el fin de poder abastecer a un pedido de 5000 uds/año de una pieza de chapa de acero aportada por el cliente aprovechando la mayor cantidad de material, tiempo y personal en el proceso. A continuación, se procede a explicar un breve resumen de las diferentes posibilidades que se podrían adoptar si no estuviese especificada la maquinaria a utilizar:

- Matriz tipo manual, en el que la presencia de un operario es esencial para el funcionamiento y no es posible la automatización.
- Matriz tipo progresiva, opción establecida desde el principio la cual podría ser la mejor de las opciones ya que permite la automatización casi completa del proceso, no requiere presencia de operarios prácticamente, pero la complejidad de esta es sin duda la mayor.
- Matriz tipo transfer, unión de diferentes matrices tipo simples mediante algún mecanismo que asemejan la matriz tipo progresiva, pero sin llegar a ese nivel de automatización por lo que el operario sigue siendo necesario como en el primer caso.

3. Descripción de la matricería

Se define matricería como la industria que se dedica a la fabricación de matrices. Los procesos de matricería son aquellos donde se cortan o deforman materiales sin la necesidad de un arranque de viruta. Estos procesos se llevan a cabo con uno o varios utillajes de matrices o troqueles con el fin de obtener piezas en serie. La matricería es una rama de la mecánica industrial dedicada al desarrollo de estas piezas en serie que de manera general son de chapa metálica.

Una matriz es un utillaje mecánico no autónomo capaz de cortar y conformar una chapa según una geometría definida por los elementos que la componen. Los utillajes empleados en matricería pesada reciben el nombre genérico de troqueles. Las operaciones del estampado de la chapa generalmente se subdividen en: cortar, doblar o curvar y embutir.

A pesar de ser los troqueles el principal componente de la matriz no tiene un mecanismo autónomo, sino que se monta sobre una máquina llamada prensa. Primero de todo se coloca una chapa sobre las matrices de manera manual o automática y la prensa otorga un movimiento vertical alternativo a los troqueles pudiendo realizar los procesos de corte o deformado según la función de este. Una vez la chapa pasa por toda

la matriz, la pieza cae terminada a un contenedor y esto define el ciclo de trabajo. Durante los procesos de conformado, parte de la chapa se pierde como restos que posteriormente se compactarán para su reciclado.

4. Análisis de la pieza

4.1 Descripción de la pieza

La pieza objetivo con la que se va a trabajar es una pieza de chapa de acero de límite elástico $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ de espesor 1.5 mm con una masa de 63,166 g y un volumen de 8046.57 mm^3 .

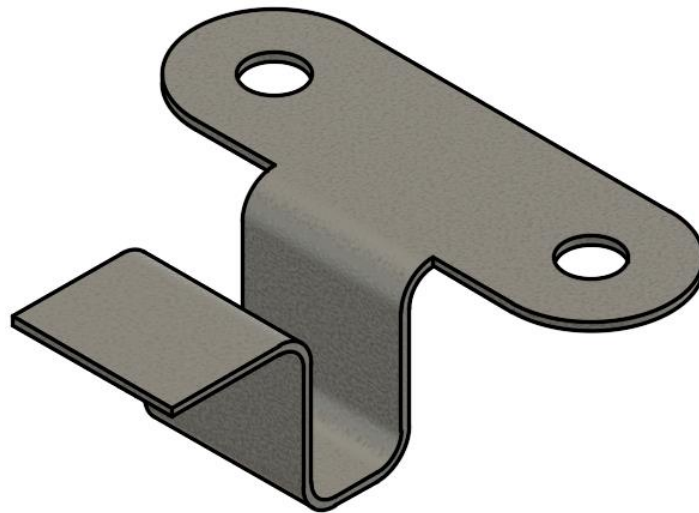


Figura 4 - 1: Pieza objetivo

Como se puede observar en la figura 4 - 1, la pieza a fabricar consta de cuatro doblados de iguales condiciones a 90 grados, una zona superior en forma de ranura con un agujero en cada centro de curvado y con un espesor constante a lo largo de toda la pieza. Las operaciones que se le aplicarán a esta pieza serán los cuatro doblados, los dos punzonados para los agujeros y una serie de troquelados para definir el contorno de toda la pieza.

4.2 Material de la pieza

La pieza objetivo se obtiene a partir de una chapa metálica de espesor 1.5 mm de acero estructural S235JR con las siguientes características:

Características mecánicas	Valores
Límite elástico (f_y)	235 MPA
Tensión de rotura	360 – 510 MPA
Densidad	7.85 g/cm ³
Punto de fusión	1420 – 1460 °C
Alargamiento tras fractura	≥25%

Tabla 4 - 1: Características del material

En la siguiente tabla se muestra la composición química de este material:

Elemento químico	%
C	≤0.20
Mn	≤1.4
P	≤0.035
S	≤0.035
N	<0.012
Cu	<0.55

Tabla 4 - 2: Composición química del acero

5. Método plan o diseño de la banda

5.1 Distancia de separación entre piezas

La separación entre las piezas en la banda o tira es un factor muy importante para tener en cuenta ya que puede causar problemas tanto si es muy grande como si es muy pequeña dicha separación. En el caso de ser demasiado grande el problema principal que encontramos es el desperdicio de material reduciendo el aprovechamiento de la chapa. Por otro lado, una distancia demasiado pequeña de separación entre piezas puede ocasionar la falta de rigidez de la chapa a la hora de realizar los procesos de conformado. Además, la separación deberá ser suficiente con tal que permita el correcto corte de las piezas, sin que una figura interfiera sobre otra ya que las piezas saldrían incompletas y por lo tanto defectuosas.

La separación mínima entre piezas en la banda depende de cada caso, pero se suele establecer con la siguiente fórmula:

$$S (mm) \cong 1.5 * e (mm)$$

En nuestro caso, debido a la disposición de los desarrollos en la banda, la distancia mínima entre piezas para el correcto funcionamiento de los procesos; los cuales no son demasiado exigentes para la banda y además se han dividido con el fin de minimizar el esfuerzo provocado por los punzones, ha resultado ser:

$$\frac{4}{3} * e (mm) = 2 mm.$$

5.2 Determinación del paso

Se conoce como paso a la distancia que avanza la chapa metálica entre cada bajada de la prensa y se mide respecto al mismo punto. Para poder calcular esta distancia resulta indispensable tener en cuenta la dirección de movimiento de la chapa para poder medir de manera longitudinal desde el punto elegido de la pieza hasta el final de esta y añadir la distancia de separación entre piezas. De esta manera, nos situaremos en el mismo punto relativo de la pieza, pero en un proceso posterior. Debido a la gran precisión en la mayoría de los procesos de matricería, el cálculo del paso resulta esencial para poder llevar un control del movimiento de la chapa. Además, se suelen utilizar pilotos con forma de bala que se colocan en los agujeros creados previamente con el fin de controlar el movimiento longitudinal de la chapa asegurando que no se produzca ningún error. Con este método es posible otorgar un juego mayor a la banda durante su trayecto por la matriz.

El paso se determina de la siguiente manera:

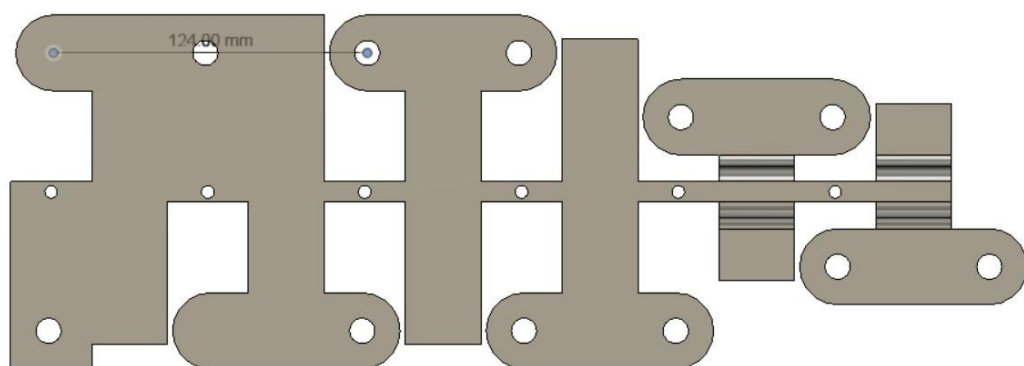


Figura 5 - 1: Paso de la chapa

Utilizando la herramienta de medición del programa FUSION 360 obtenemos esta medida, resultando ser de 124 mm.

5.3 Rendimiento de la banda de chapa

Como es evidente, al efectuar unos procesos de conformado sobre una chapa metálica con el fin de obtener una pieza determinada, es imposible no desechar parte del material por los procesos de corte. Teniendo esto en cuenta, el trabajo que debe llevarse a cabo es intentar reducir al máximo el material desechado ya que un mal aprovechamiento puede conllevar a la no rentabilización del proceso en casos extremos. Esto recae principalmente en la correcta disposición de las piezas sobre la banda de chapa.

El rendimiento de cualquier proceso se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Superficie de la pieza (mm}^2\text{)}}{\text{Superficie unitaria de la banda de chapa (mm}^2\text{)}} * 100$$

Se debe tener en cuenta que la superficie de la pieza se refiere a la superficie interior del contorno de la pieza, es decir, no se tienen en cuenta los agujeros interiores. Respecto a la superficie unitaria de la banda de chapa se conoce como la multiplicación entre el paso y el ancho de fleje, es decir, el total de superficie de material de donde se va a obtener la pieza. Se considera el rendimiento óptimo de utilización de material cuando el porcentaje de aprovechamiento se encuentra entre el 75% - 80%, pero este valor resulta muy complicado de obtener y por ello en la mayoría de los casos el rendimiento se encuentre alrededor del 60%.

5.4 Disposición de las piezas sobre la banda

Como bien se ha explicado anteriormente, uno de los aspectos más importantes a valorar en todo proceso productivo es el que hace referencia a la materia prima necesaria para la fabricación del producto.

En matricería la chapa metálica se proporciona cortada en tiras o preparada en bobinas de una anchura determinada. El coste final del producto está muy condicionado por el material desperdiciado durante el proceso y por ello es importante disponer de un buen aprovechamiento de material especialmente si se trata de producir grandes series; como en este caso, o piezas de gran tamaño.

Distinguimos entre tres posiciones de la pieza sobre la banda de chapa:

- Normal
- Oblicua
- Invertida

En nuestro caso, se ha optado por una disposición múltiple; normal e invertida, como se puede observar en la figura 5 - 2:

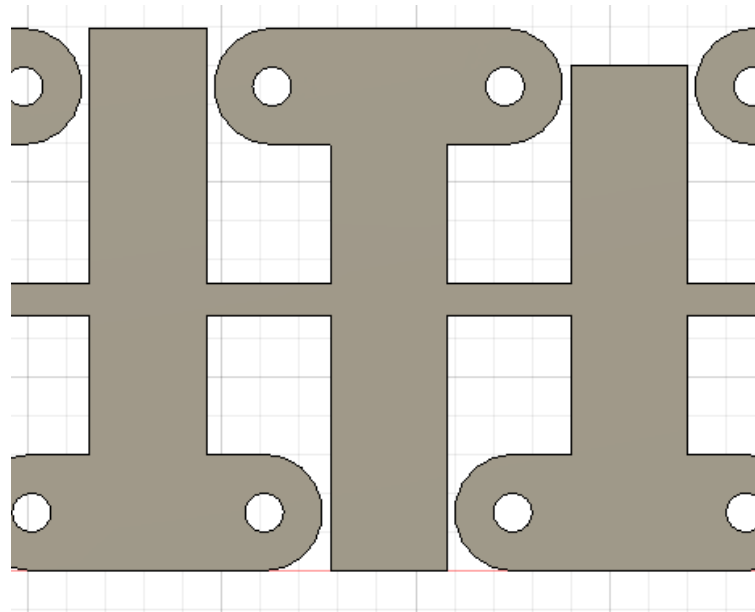


Figura 5 - 2: Disposición de las piezas en la banda

5.5 Operaciones de conformado de la chapa

La chapa metálica que entra como materia prima a la matriz está sometida a unos procesos de conformado con el fin de obtener la pieza objetivo. Principalmente diferenciamos estos procesos entre corte, doblado o curvado y embutido.

5.5.1 Corte o punzonado

El punzonado consiste en perforar una chapa, realizando un agujero de una forma determinada. Distinguimos entre dos punzonados distintos: los que se realizan para provocar un orificio dentro del contorno de la pieza final y los que se emplean para otorgarle el contorno exterior a la pieza.

Cuando se produce la rotura, tiene lugar una recuperación elástica del material. Esta recuperación provoca que la chapa se adhiera al punzón y el retal a las paredes del agujero de la matriz. Esto hace que el tamaño final del agujero sea igual a las dimensiones del punzón y la pieza cortada igual al hueco de la matriz. Para evitar que el retal se quede enganchado en el agujero de la matriz la solución utilizada es ir aumentando la sección del agujero de la matriz para que pueda caer sin problemas después de un cierto recorrido de sección constante; que es a lo que se le denomina vida de la matriz.

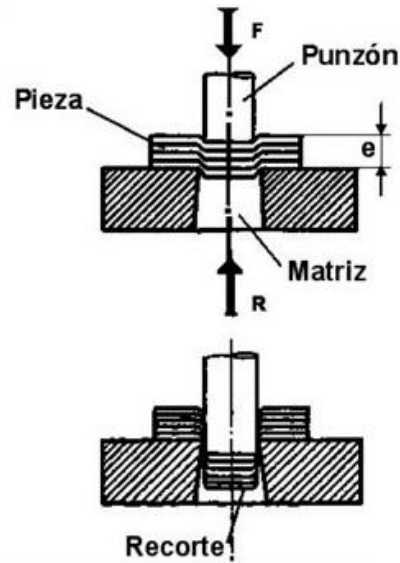


Figura 5 - 3: Esquema matriz y punzón

5.5.2 Doblado o curvado

La operación de doblado consiste en modificar una chapa lisa formando uno o más ángulos. Es una operación en la que no existe separación de material realizando una deformación plástica para dar forma alrededor de un ángulo determinado.

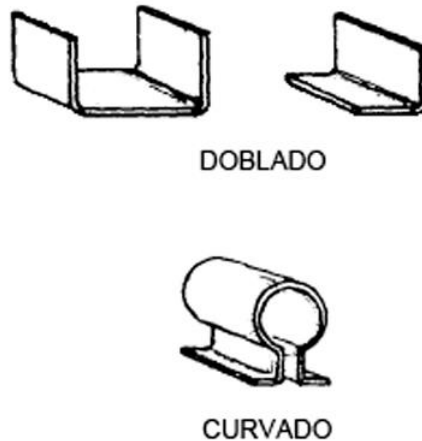


Figura 5 - 4: Doblado y curvado

5.6 Fibra neutra

Para obtener un elemento doblado según un perfil preestablecido, es necesario realizar la operación preliminar de obtener su desarrollo. En la sección transversal de un sólido curvado existe una línea en la cual la fibra correspondiente no se ha comprimido ni estirado; esta línea se llama línea neutra y es la que interesa obtener

para el desarrollo lineal ya que permite conocer la longitud de la pieza antes del doblado.

Esta fibra no se halla siempre en la mitad del espesor de la chapa, su posición viene condicionada por el tipo del material.

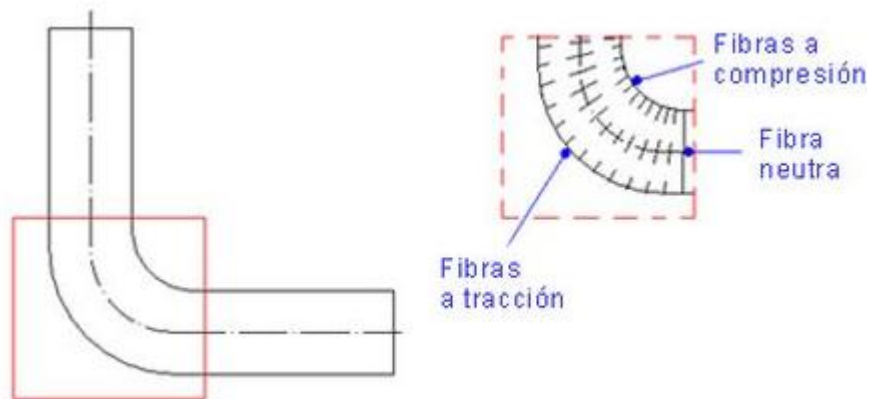


Figura 5 – 5: Fibras a tracción y compresión

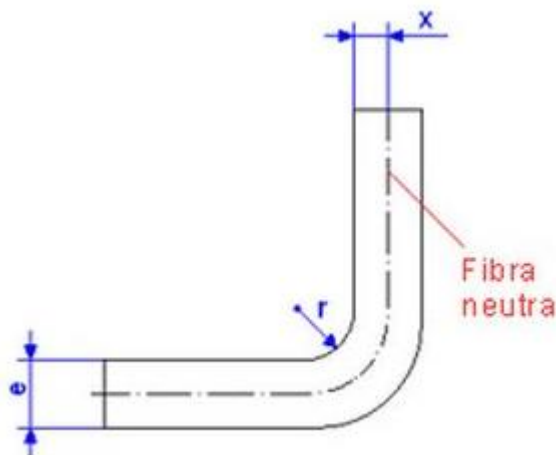


Figura 5 - 6: Posición de la fibra neutra

5.7 Método plan

En esta parte del proceso se define de forma gráfica y escrita las distintas fases de transformación por las que va a pasar la chapa hasta obtener la pieza final. Primero de todo se calcula el desarrollo plano de la pieza que se obtiene a partir de la fibra neutra. Esta fibra se caracteriza por conservar sus dimensiones dentro de una pieza una vez se aplican todo tipo de doblados separando la zona comprimida de la traccionada como se ha explicado anteriormente. La fibra neutra se suele considerar a una distancia de 0.5 veces el espesor, pero en este trabajo se obtendrá de manera un poco más teórica con una tabla.

Una vez obtenida la posición de la fibra neutra se calcula el desarrollo plano de la pieza para poder colocarlo en la banda o tira de chapa y poder empezar a ordenar los distintos procesos de conformado por los que será sometida la chapa para obtener finalmente la pieza deseada. Cabe destacar la importancia del máximo aprovechamiento de material por lo que será necesario evaluar las mejores disposiciones del desarrollo de la pieza en la banda.

En este caso, se ha optado por la posibilidad de obtener dos piezas iguales en una sola bajada de la prensa colocando los desarrollos en sentido opuesto de forma vertical intentado aprovechar al máximo el material. Además, la distancia entre las piezas en la tira se ajusta de manera que esta disposición sea posible por los procesos necesarios y reduciéndola al máximo sin superar el umbral de riesgo. En nuestro caso, los procesos utilizados son corte y doblado que se reflejan como punzonado de secciones y curvado o doblado de la pieza final. Si describimos el proceso completo por el que pasa la chapa sería el siguiente:

- Paso 1: Punzonado de las secciones rectangulares y circulares por parejas; empezando con una sección circular abajo y una rectangular arriba. Posteriormente se van alternando hasta finalizar con el proceso de punzonado.
- Paso 2: Doblado de la chapa formando dos piezas de un solo golpe mediante cuatro doblados en L para cada pieza o dos doblados en Z para cada pieza.
- Paso 3: Punzonado final de la tira central encargada de guiar el avance de las operaciones obteniendo finalmente las piezas objetivo.

Estos pasos se ven reflejados en las figuras 5 – 7 y 5 – 8:

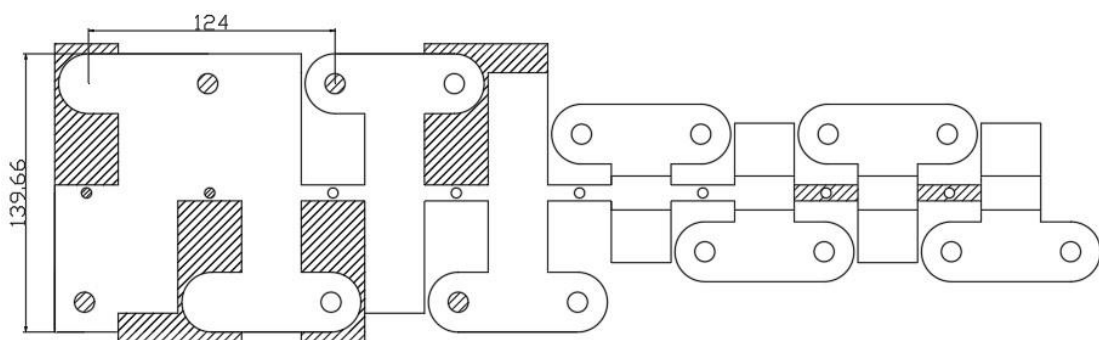


Figura 5 - 7: Método plan

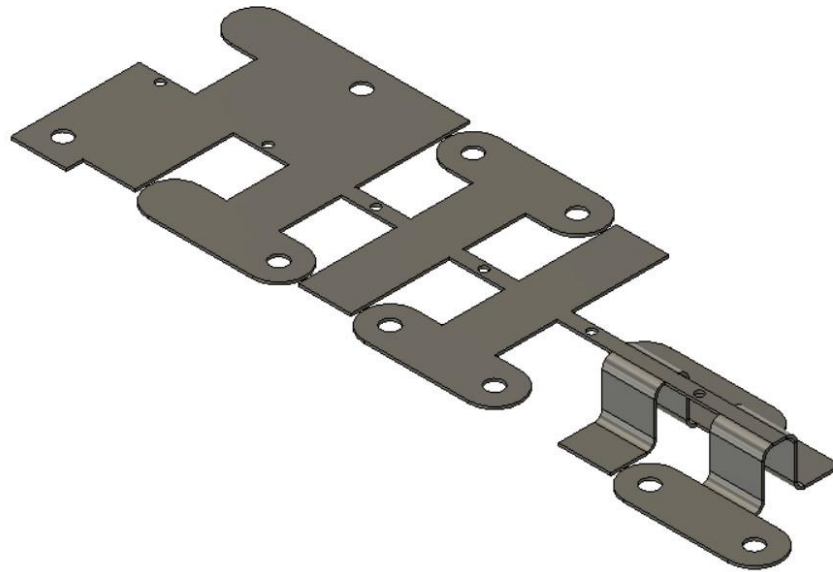


Figura 5 - 8: Banda resultante

En la figura 5 – 7 se puede observar de manera definitiva el método plan donde se indica el ancho de banda (139.66 mm) y el avance (124 mm). Las secciones con un sombreado hacen referencia tanto a las partes que se cortarán y caerán como desecho, como también a la forma geométrica de los punzones encargada de realizar el trabajo de punzonado. Las dos piezas que no contienen ningún sombreado son las que corresponden al proceso de doblado.

6. Alternativas

6.1 Comparación y posibilidades

Para realizar los diferentes procesos de conformado existe gran variedad de posibilidades a la hora de seleccionar los elementos normalizados o bien diferentes maneras de lograr el mismo objetivo. Debido a esto, es necesario realizar un estudio de las diferentes alternativas o posibilidades que existen para elaborar la pieza objetivo y seleccionar la que mejor se adapte a las circunstancias.

A continuación, se describirán y compararán diferentes posibilidades para la creación de la pieza objetivo mediante procesos de conformado en matricería. En nuestro caso, no tendremos la necesidad de elegir entre qué alternativa emplear ya que se impone desde un principio en el proyecto, pero las describimos para que quede constancia de las demás posibilidades que existen si no estuviera predeterminado.

6.1.1 Matriz tipo manual

Este tipo de estampación es utilizada cuando la producción es baja porque está capacitada para realizar solamente una deformación en la chapa por cada golpe de la prensa, con lo cual, si la pieza requiere más de una

operación, se necesitará varias para poder terminarla por completo. Es eficaz para aquellas piezas que se puedan realizar en una sola operación. Estas matrices son de bastante baja productividad.

Por otro lado, es esencial la mayor presencia de operarios en este tipo de matriz para introducir la chapa y retirar las piezas acabadas. Debido a esto, los tiempos de producción se ven afectados negativamente incrementándose lo que conlleva un aumento del coste de la pieza.



Figura 6 - 1: Matriz manual

6.1.2 Matriz tipo progresiva

Este tipo de estampación es compleja ya que la pieza se va conformando en varias fases o varios golpes de prensa; en cada fase se realiza una o varias operaciones sobre la chapa siguiendo una secuencia establecida. Los punzones están dispuestos en línea y entran en acción de manera sucesiva a medida que la chapa avanza por el troquel.

La distancia que avanza la chapa en cada golpe de prensa corresponde con la que existe entre las diferentes fases de la matriz y se conoce como paso. Los recortes de chapa caen por gravedad a través de los agujeros de la matriz para posteriormente ser evacuados.

La ventaja principal de la matriz progresiva es la automatización del proceso, así como el mayor aprovechamiento de la materia prima aumentando así la capacidad productiva que se puede conseguir. El inconveniente principal es el aumento del coste de la maquinaria o del proceso en general, así como el aumento de la complejidad de esta, del diseño del proceso y el mantenimiento requerido.

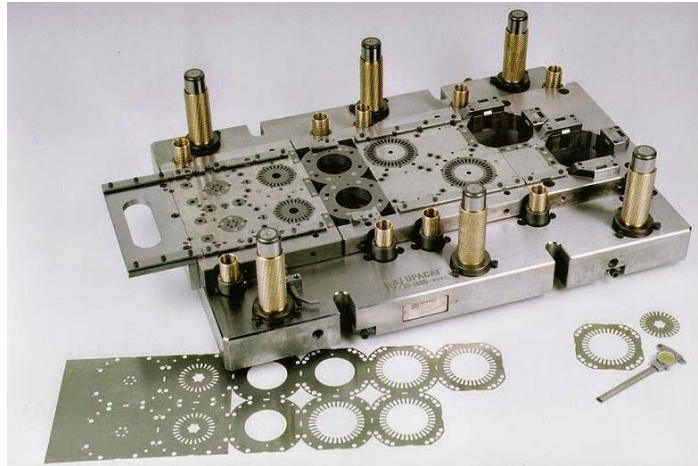


Figura 6 - 2: Matriz progresiva

6.1.3 Matriz tipo transfer

Este tipo de estampación es utilizado cuando el volumen total a producir es medio/alto como en el caso de la progresiva.

El avance de una operación a otra lo hace una barra de garras transferida automáticamente que está sincronizada con la subida y bajada de la prensa de manera que en cuanto abre la prensa las matrices, la garra coge la banda en una operación y la deja antes de que vuelvan a cerrar las matrices para hacer la estampación en la próxima operación.

A diferencia de la progresiva, los troqueles están compuestos en módulos, en el que cada uno de ellos hace una operación de estampado.

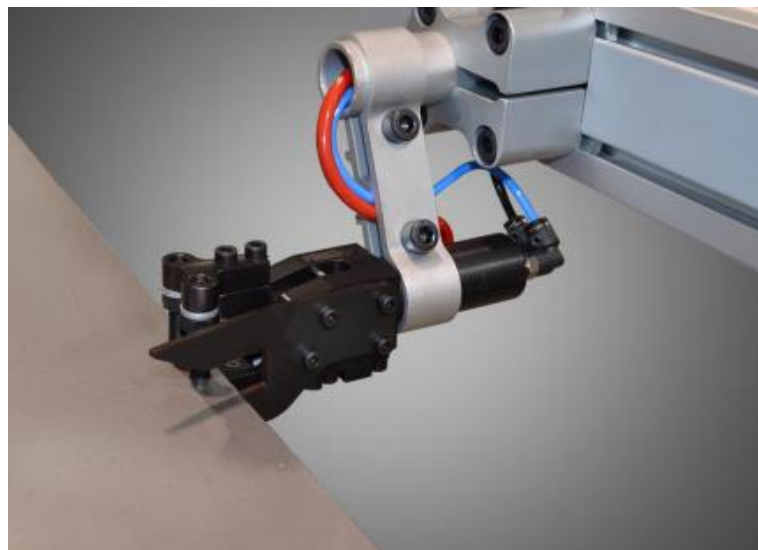


Figura 6 - 3: Detalle de la garra

6.2 Elección final

Una vez descritos los tres tipos de matriz que se podrían utilizar en un proceso como el de este caso, llegaría la hora de valorar y comparar las alternativas con el fin de elegir la que mejor se adapte a las circunstancias y mejores beneficios produzca. Este proyecto ya parte con la idea de realizar una matriz tipo progresiva, por lo tanto, no sería necesaria la parte de comparación de alternativas. De todos modos, podríamos explicar porque la matriz progresiva es la mejor opción para nuestro caso haciendo dicha comparación.

Primero de todo hay que fijarse en la pieza que se quiere conformar y, como bien se ha explicado anteriormente, la pieza no es demasiado sencilla como para poder hacerla en una sola operación. Están presentes tanto operaciones de punzonado como una operación de doblado.

En este caso, para poder tener la pieza acabada se ha creado un proceso de 3 pasos, pero el de punzonado inicial se podría separar en cuatro dobles distintos, por lo tanto, si quisiéramos realizarla mediante matrices simples de un solo golpe harían falta el mismo número de matrices como de pasos u operaciones de conformado. Al utilizar 4 o 5 matrices simples y colocarlas juntas formarían una matriz transfer, pero sin la posibilidad de automatización. Esto significa que sería necesaria la presencia de operarios encargados del correcto funcionamiento de las máquinas y el posicionamiento de la pieza por las diferentes matrices. De esta manera, el coste de la matriz general, así como el riesgo de accidente, aumentaría significativamente. Respecto a la matriz transfer la única diferencia sería la posible automatización del proceso, pero la simplicidad de las máquinas se mantendría casi constante. Esta opción podría ser válida para nuestro caso ya que mejora las características de la matriz simple, pero tendría que entrar en valoración con la matriz progresiva de complejidad y volumen de producto necesario.

La matriz progresiva sería la mejor de las tres opciones ya que presenta la mayor capacidad de producción y automatización del proceso. Esto implica la mínima participación de unos posibles operarios reduciendo así los posibles accidentes y el coste de estos. El mayor inconveniente es la complejidad del diseño de la matriz ya que comparado con los dos tipos anteriores esta tiene que poder realizar los 3 pasos en un solo golpe de prensa. Como se puede intuir, el paro en la producción en este tipo de matriz la castigaría mucho más que al resto ya que tendría que detenerse la maquinaria por completo.

Cabe destacar la diferencia de trabajo que existe a la hora de diseñar únicamente una matriz por compleja que pueda llegar a ser que diseñar 4 matrices distintas para el proceso completo además de poder ahorrar en la presencia de operarios.

7. Descripción de la matriz y sus componentes

Se define matriz progresiva como utillaje encargado de deformar de manera continua una chapa de materia prima con el fin de conseguir una pieza objetivo. La chapa, generalmente metálica, entra por un lado de la matriz haciendo que por la parte contraria caiga la pieza terminada pasando por el interior de la matriz recibiendo las

deformaciones creadas por los punzones. Este tipo de máquina necesita una gran inversión inicial por lo tanto es indispensable mejorar al máximo el rendimiento y aprovechar la cantidad máxima de material con el fin de amortizar dicha inversión.

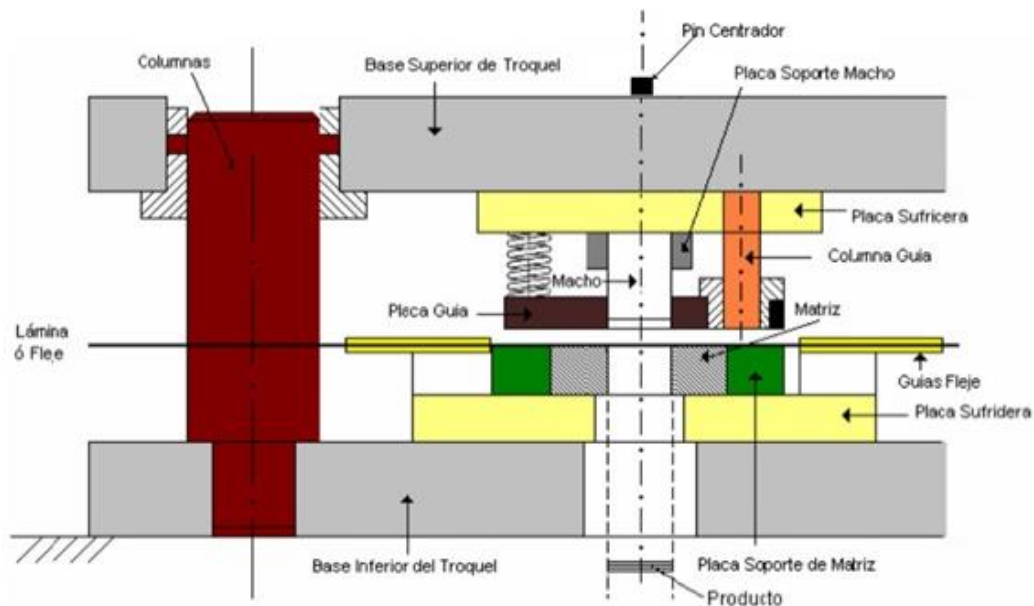


Figura 7 - 1: Esquema troquel

7.1 Componentes diseñados

7.1.1 Placa sufridera

La función de la placa sufridera es absorber los golpes sucesivos de los punzones de corte evitando de este modo el recalado o clavado de los mismos en la base superior.

El material utilizado para este componente debe ser tenaz y duro y por ello el que utilizaremos será el acero F-5210 realizándole un tratamiento térmico de templado y revenido. Cabe destacar también que la placa debe de tener un espesor de entre 8 y 16 mm con una superficie mucho mayor que los punzones para que no se clave en la base superior. En nuestro caso este espesor es de 10 mm.

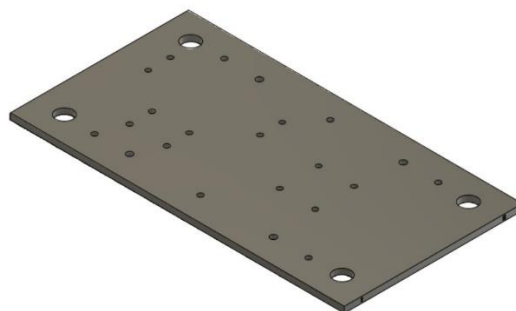


Figura 7 - 2: Placa sufridera

7.1.2 Placa porta punzones

El objetivo principal de este elemento es la sujeción y guía de los punzones por su base eliminando así los posibles efectos del pandeo y poder cortar el material con la mínima desviación posible. Los punzones se fijan con tornillos a la base superior para evitar que se muevan o se caigan.

El material de este tipo de placa es un acero suave y en cuanto a las dimensiones no existen unas específicas, las medidas exteriores se adaptarán a las de las placas matrices y pisadoras y el espesor dependerá de la longitud de los punzones pudiéndose calcular mediante la siguiente fórmula:

$$e_{placa} (mm) \cong 0.25 * l_{punzones} (mm)$$

Siendo e_{placa} el espesor de la placa porta punzones en milímetros y $l_{punzones}$ la longitud del punzón en milímetros.

La placa porta punzones que pertenece a nuestro troquel está compuesta de acero F-1140 sin tratamiento térmico ya que dicha placa no soporta gran carga de trabajo.

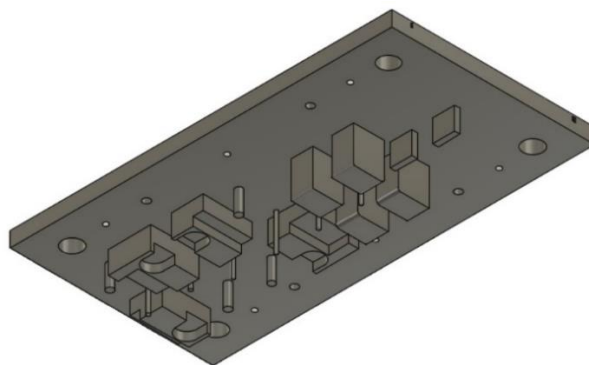


Figura 7 - 3: Placa porta punzones

7.1.3 Placa matriz

La placa matriz es uno de los componentes principales del troquel. En ella se talla con exactitud la figura total o parcial de la pieza que se desea obtener. Es el elemento que más esfuerzo soporta de toda la estructura útil. Tiene como función garantizar la calidad del corte y conformado realizado en la chapa. Diferenciamos entre placas matriz de corte y doblado o embutición. Las matrices de corte tienen tallado el contorno a cortar y poseen un ensanchamiento del orificio que permite la caída del retal después de la vida de la matriz.

Al material de este componente también se le aplica un tratamiento de templeado y revenido como a los anteriores para incrementar la dureza, en este caso la mayor de todas ya que debe aguantar grandes esfuerzos durante la fase de conformado. Por ello, utilizaremos un acero F-5210 con el tratamiento térmico especificado anteriormente.

La exactitud de los cortes mediante el punzonado dependerá de la precisión con que se hayan construido las matrices. El juego entre el punzón y la matriz depende del espesor de la chapa y de la calidad del material.

También debemos tener en cuenta que, después del punzonado, el material alrededor del agujero se contrae al ser liberado de la presión ejercida por el punzón. En trabajos de precisión, deberán aumentarse las dimensiones del punzón y de la matriz.

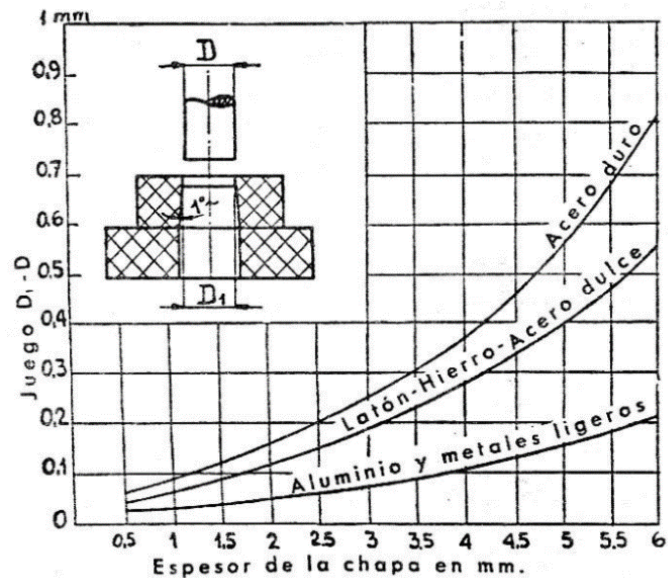


Figura 7 – 4: Juego entre punzón y matriz en función del material y espesor de la chapa.

El diagrama de la figura 7 – 4 da directamente el valor del juego o tolerancia que ha de haber entre el punzón y la matriz, según la clase de material y el espesor de la chapa. Un adecuado juego entre punzón y matriz significa una prolongada duración de las aristas de corte de las herramientas.

Existe otra forma de calcular la tolerancia de corte que es relacionándola con la resistencia a la cizalladura mediante la siguiente tabla:

Resistencia al Corte (Kg.mm ²)	Factor de Tolerancia
< 10	0.01 · s
11 - 25	0.03 · s
26 - 39	0.05 · s
40 - 59	0.07 · s
60 - 99	0.09 · s
> 100	0.10 · s

Tabla 7 - 1: Tolerancias de corte en función de la resistencia a la cizalladura

Una incorrecta tolerancia de corte podría provocar una serie de defectos como rebabas en la pieza, arranques de material, dimensiones incorrectas en la pieza y/o desgaste excesivo de los útiles.

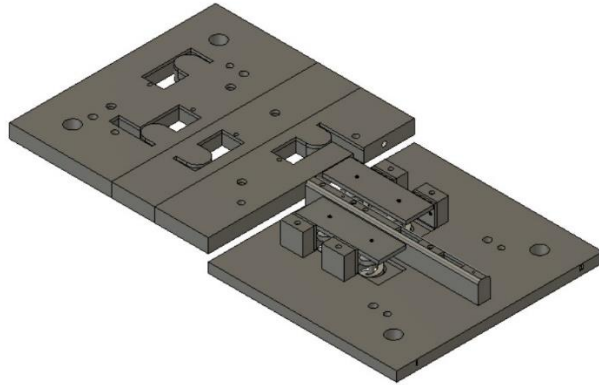


Figura 7 - 5: Placa matriz

7.1.4 Punzones

Los punzones son los elementos más característicos de las matrices, existen de gran variedad de formas de corte, longitudes y diseño. La misión principal es realizar las transformaciones necesarias en la chapa para poder llegar así a la pieza objetivo con las medidas y tolerancias especificadas.

Estos punzones deben estar compuestos de acero con los tratamientos térmicos adecuados que suelen ser templado y revenido. Además, cabe destacar también la necesidad de tener una buena resistencia al desgaste, precisión y buenos acabados superficiales además de facilitar el mecanizado y rapidez en el mantenimiento. En nuestro caso el material utilizado es el acero F-5210 como en el caso de la matriz y con el tratamiento térmico de templado y revenido.

Debido a la forma de trabajar, los punzones están sometidos a un esfuerzo de pandeo igual a la fuerza de cizalladura que realizan. El pandeo es un fenómeno de inestabilidad elástica que puede darse en elementos comprimidos esbeltos y que se manifiesta por la aparición de desplazamientos importantes transversales a la dirección principal de compresión.

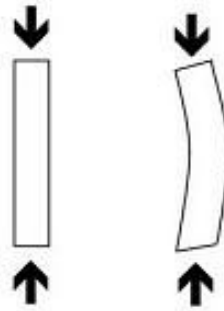


Figura 7 - 6: Pandeo de punzones

7.1.5 Placa intermedia o guía

Este componente debe estar alineado tanto con la base superior como con la inferior mediante las columnas guía y sus dimensiones suelen ser muy similares a ambas bases. Su función principal es la de guiar a los punzones para evitar cualquier desplazamiento. Además, como en nuestro caso irá unida a la parte inferior de la matriz desempeñará el papel de separar la banda pegada a los punzones después del punzonado.

La placa guía no tiene una carga de trabajo muy severa como pueden tener los punzones o la matriz y por ello el material utilizado puede ser uno con unas propiedades mecánicas más comunes. Dicho esto, el material seleccionado es el acero F-1140 sin ningún tratamiento térmico ya que no es necesario.

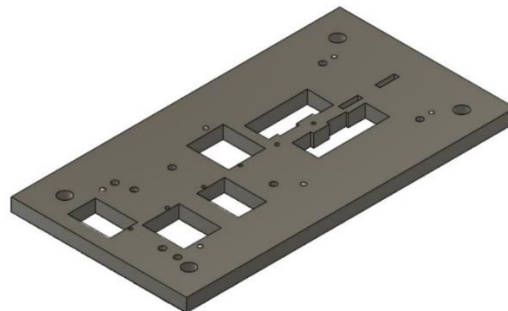


Figura 7 - 7: Placa guía

7.1.6 Bases superior e inferior

Estas placas son las encargadas de cerrar el troquel como máquina permitiendo que se pueda colocar y transportar de manera más sencilla y no quede anclada a un mismo lugar. Suelen ser las encargadas de sujetar los elementos interiores mediante los tornillos que van insertados desde las bases. Ya que son placas de soporte y no tienen una gran influencia en el proceso, no se le suele aplicar ningún tratamiento térmico ni necesitan gran

precisión en cuanto a su acabado exterior. En este caso el material utilizado es el acero F-1140.

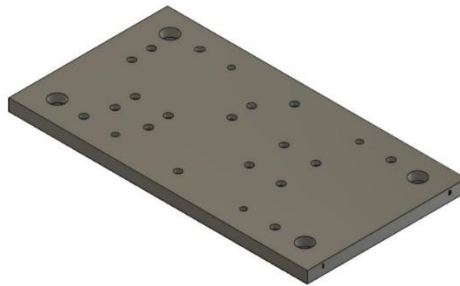


Figura 7 - 8: Placa base superior

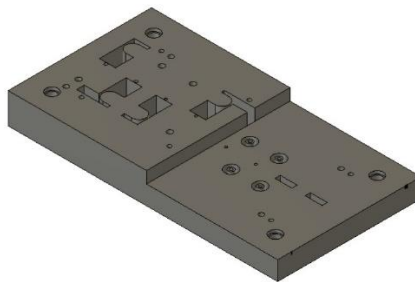


Figura 7 - 9: Placa base inferior

7.1.7 Regles guía

La principal misión de los regles es guiar a la banda cuando esta avanza por dentro de la matriz. Estos se colocan sobre la matriz y van sujetos mediante tornillos y pasadores. El material utilizado es acero F-1140 con un tratamiento térmico superficial de nitrurado que le otorga al componente una mayor resistencia al desgaste.

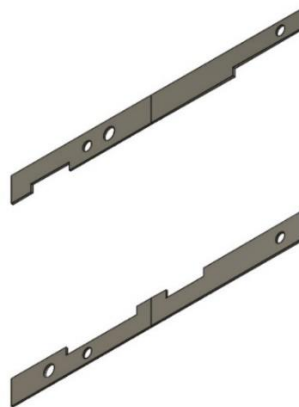


Figura 7 - 10: Regles guía

7.1.8 Centradores

La misión de los pilotos centradores es garantizar la posición de la banda y el avance. En caso de un centrado erróneo de la banda, ésta perdería la referencia y se producirían defectos en las piezas. Los centradores se diseñan con punta de bala para embocar en los agujeros de la chapa y centrarla antes de que se produzca el proceso de conformado. El material para este componente es el acero F-1140 sin tratamiento térmico ya que no sería necesario debido a su papel dentro del proceso.



Figura 7 - 11: Centrador

7.2 Componentes normalizados

Los componentes normalizados están presentes en cualquier tipo de proceso productivo. La estandarización de la mayor cantidad de elementos posibles dentro de un diseño otorga grandes ventajas como la facilidad en mantenimiento o la velocidad de reconocimiento de estos por terceros. Además, las fabricantes facilitan versiones en dos y tres dimensiones para la mejor maniobrabilidad de estos elementos normalizados.

El objetivo principal en el uso de los componentes normalizados dentro de un diseño es la facilidad de obtención de estos además de asegurar una calidad por parte del proveedor. La fabricación de los componentes normalizados da pie a empresas que se dedican específicamente a esto y con ello conseguir un precio menor con una calidad certificada.

7.2.1 Columnas guía

Las columnas guía son piezas cilíndricas que forman parte del sistema de guiado. Estos elementos aseguran una perfecta alineación de la parte móvil respecto a la parte fija del útil. Ya que estamos dentro de los componentes normalizados tenemos que atenernos a las especificaciones del fabricante. Por ello tanto las dimensiones y el material nos lo proporcionan siendo este

último el acero estructural 1.1213. La elección de las dimensiones de este componente se ha hecho en función de las necesidades del resto de placas y se especifica en el Anexo 2.



Figura 7 - 12: Columnas guía

7.2.2 Casquillos guía

Igual que las columnas guía, los casquillos son piezas cilíndricas huecas que forman parte del sistema de guiado. Son cojinetes lisos, fijos en la parte superior o inferior, que tienen la misión de conducir, con ajuste deslizante, la parte móvil del troquel sobre las columnas. El material que se especifica de este componente es el acero F-1140 y esto lo podemos comprobar en las especificaciones en el Anexo 2.



Figura 7 - 13: Casquillos guía

7.2.3 Tornillos y pasadores

Elementos mecánicos cuya finalidad es unir las placas del troquel entre sí. Estos elementos de fijación que normalmente se utilizan en matricería son tornillos de rosca métrica de cabeza cilíndrica allen, aunque en ocasiones, y por el mínimo espesor de los elementos a sujetar, se utilizan también tornillos allen de cabeza cilíndrica de altura reducida.

Los pasadores son unas columnillas cilíndricas que tienen como misión restringir el movimiento transversal de los elementos sobre los que van insertados, dentro de un agujero escariado y ajustados a presión. Estos pasadores están compuestos del acero ISO 8734 / DIN 6325 como se puede observar en las especificaciones del Anexo 2.

7.2.5 Muelles

Los muelles utilizados en matricería son de tipo helicoidal, trabajan a compresión y tienen su principal aplicación en las matrices dotadas de sistema elástico. También se utilizan para trabajos de extracción de chapa. No se dibujará plano de este componente ya que no era posible la recreación exacta del normalizado debido al programa de diseño. El diseño en 3D es una aproximación a la realidad, todos los datos necesarios de los muelles se cogerán directamente del fabricante (ver Anexo 2).

7.2 Criterios sobre la elección de los aceros y sus tratamientos térmicos

Gran parte de la variabilidad de las propiedades se debe a los distintos tratamientos a que se somete el acero entre los que destacan la laminación, el forjado, los tratamientos térmicos como el temple, el recocido, el revenido y el normalizado, tratamientos superficiales como la cementación y la nitruración, etc.

Los tratamientos térmicos consisten en operaciones de calentamiento y enfriamiento a las que se someten los metales para conseguir determinados cambios en su estructura cristalina sin que la composición química resulte afectada. Para conocer a que temperatura debe elevarse el metal para que reciba un tratamiento térmico es recomendable contar con los diagramas de cambio de fase.

La elección del tipo de acero para un componente determinado de acuerdo con la función que desempeña en el troquel es una de las tareas más importantes. Existen una serie de factores para tener en cuenta:

- Las dimensiones de la matriz
- La temperatura de trabajo (en frío o en caliente)
- El tipo de material a trabajar
- Tipo de matriz (doblar, cortar, ...)

Los componentes con la mayor necesidad de atención en este sentido son los punzones y las matrices ya que son los que están en contacto directo con la banda de chapa.

Las herramientas de corte presentan la necesidad de poseer una gran resistencia al choque y una determinada dureza para que el filo tarde el máximo tiempo posible en desgastarse pudiendo aumentar así la producción. Como es habitual, no todo es perfecto y existen unos límites que impiden la mejora de las piezas. En este caso la dureza no debe alcanzar cierto límite ya que aumentaría demasiado la fragilidad del componente.

Los demás elementos de la matriz progresiva no requieren tanta atención como los anteriores por lo tanto se emplean materiales más corrientes teniendo en cuenta las necesidades que provocan las funciones que desempeñan. Por ejemplo, los componentes que deben deslizarse se construirán en acero de cementación y las superficies de contacto serán templadas y rectificadas.

8. Fabricación, montaje y funcionamiento

8.1 Fabricación

Generalmente, las principales máquinas herramienta empleadas en la fabricación de matrices son las descritas a continuación:

- Centro de mecanizado: máquina herramienta de conformado de piezas por arranque de material dotada de control numérico que puede realizar distintas operaciones de mecanizado tales como fresado, taladrado y roscado.



Figura 8 - 1: Centro de mecanizado

- Máquina de electroerosión por hilo: la electroerosión por hilo basa sus principios en un hilo, normalmente de cobre o latón, cargado eléctricamente y controlado por control numérico, que mediante la erosión térmica es capaz de cortar material conductor. Estos cortes son finos y precisos por lo que la máquina es capaz de conseguir geometrías complejas de gran calidad.



Figura 8 - 2: Máquina de electroerosión por hilo

- Rectificadora: máquina herramienta utilizada para realizar mecanizados por abrasión, con mayor precisión dimensional y menores rugosidades que en el mecanizado por arranque de viruta. Para el rectificado se utilizan discos abrasivos robustos, llamados muelas.



Figura 8 - 3: Rectificadora

8.1 Montaje

En este apartado se va a explicar la secuencia de montaje de las diferentes partes del troquel explicando los métodos de unión en cada subconjunto. Cabe destacar el uso de unas marcas guía en las propias placas para que no pueda existir duda a la hora del montaje ya que tienen que ir todas las mismas marcas alineadas.

8.1.1 Parte inferior

Empezamos por la parte inferior del troquel ya que es la que nos va a servir de base y ayuda para montar la parte superior.

- Paso 1: Fijamos la base inferior para tener un inicio seguro y colocamos las cuatro columnas guía cada una en su correspondiente lugar. Las dos de menor longitud se colocarán en la parte donde se inicia el proceso (las de la izquierda de la figura 8 – 4).

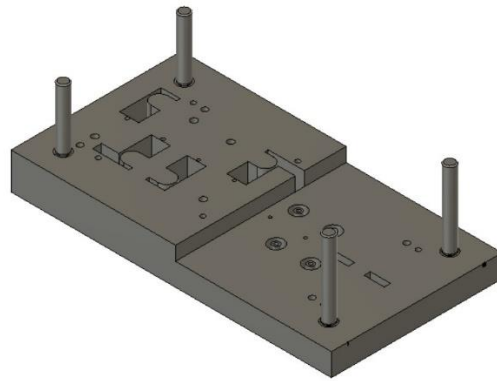


Figura 8 - 4: Paso 1 P. inferior

- Paso 2: Posteriormente colocamos todas las partes de la placa matriz en el hueco preparado para ellas e insertando la primera y la última parte sobre las columnas guía para crear un sistema de sujeción sin elementos adicionales. Antes de colocar la matriz de corte y doblado sobre la base inferior, debemos haber atornillado esta con la matriz de corte final desde abajo ya que el tornillo quedará atrapado entre la placa matriz y la base inferior y no se podrá manipular una vez colocada sobre esta última.

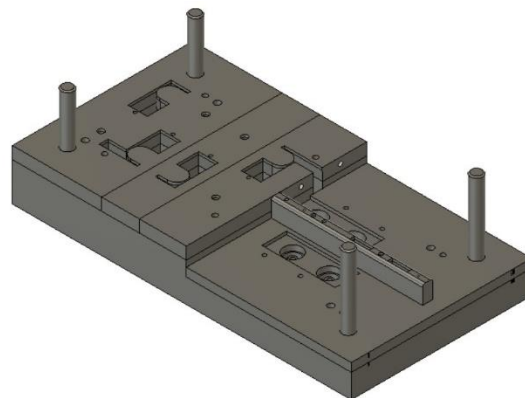


Figura 8 - 5: Paso 2 P. inferior

- Paso 3: Colocamos los muelles sobre los agujeros por los que se colocarán los soportes de doblado atravesándolos por el centro.

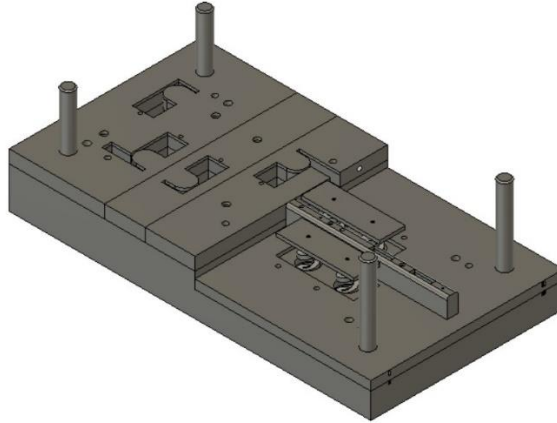


Figura 8 - 6: Paso 3 P. inferior

- Paso 4: Externamente se atornillan las placas de desgaste de adiprene a los tacos de reacción los cuales habrá que colocarlos de cara a los muelles previamente mencionados. Los tacos de reacción irán sujetos a la placa matriz mediante pasadores insertados verticalmente.

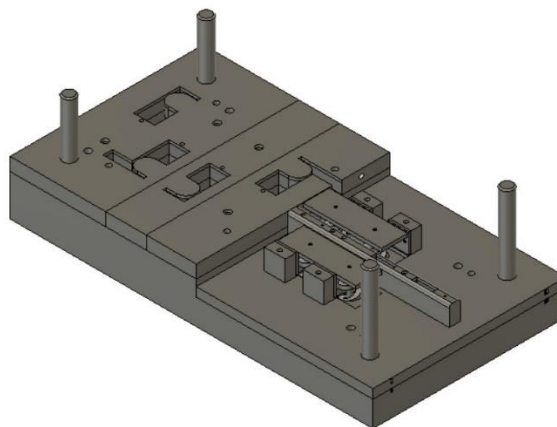


Figura 8 - 7: Paso 4 P. inferior

- Paso 5: En este punto podríamos colocar tanto los regles guía como los pilares sin atender a un orden específico ya que son independientes entre ellos.

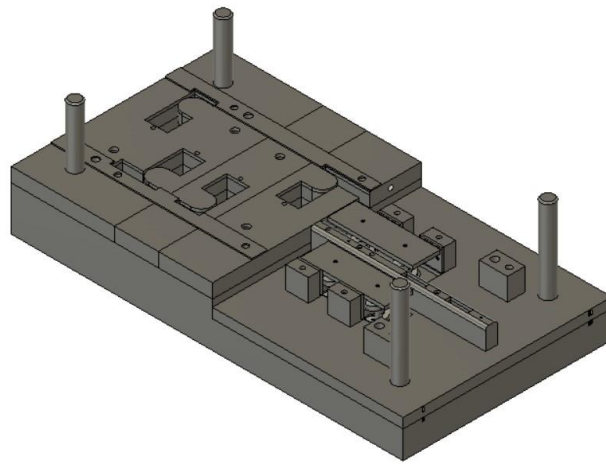


Figura 8 - 8: Paso 5 P. inferior

- Paso 6: Teniendo cuidado a la hora de manipular la matriz, colocamos la placa guía sobre los regles guía y los pilares introduciéndola igual que la placa matriz, atravesada por las columnas guía.

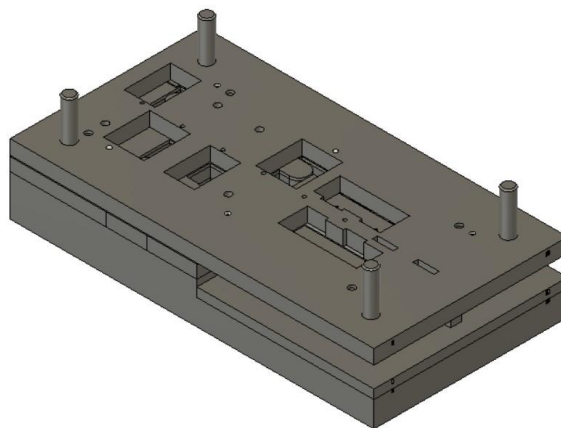


Figura 8 - 9: Paso 6 P. inferior

- Paso 7: Una vez colocadas todas las partes descritas anteriormente, procedemos a fijar todo el subconjunto mediante tornillos allen desde la parte inferior del conjunto; que comprimirán el paquete apretando el componente inferior (base inferior) y el superior (placa guía) y pasadores normalizados que impedirán el desplazamiento lateral del mismo.

8.1.2 Parte superior

- Paso 1: Fijamos la base placa porta punzones que servirá de base temporal e insertamos primeramente los punzones que no poseen sujeción por tornillo; quedando atrapados entre placas, y los centradores; que quedarán sujetos verticalmente por un pasador horizontal.

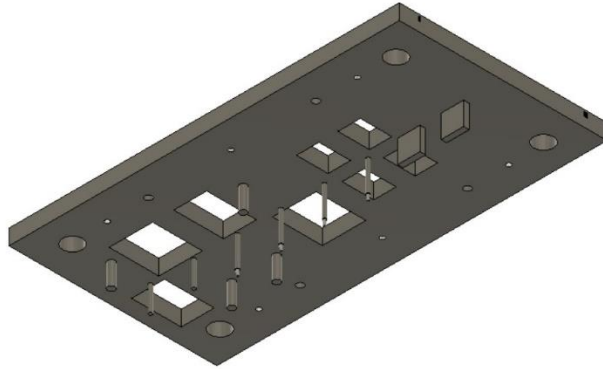


Figura 8 - 10: Paso 1 P. superior

- Paso 2: Colocamos la placa sufridera superior sobre la porta punzones siguiendo las marcas de montaje. De esta manera, quedan retenidos todos los punzones y centradores previamente mencionados.

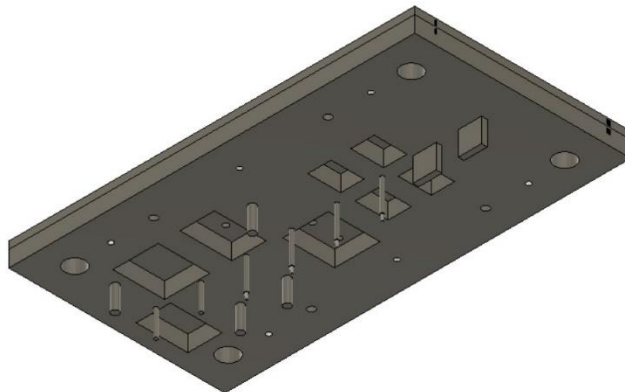


Figura 8 - 11: Paso 2 P. superior

- Paso 3: A continuación, insertaremos los casquillos guía con la parte de mayor longitud hacia abajo y atravesando ambas placas, la porta punzones y la sufridera.



Figura 8 - 12: Paso 3 P. superior

- Paso 4: Como última placa incorporaremos la base superior respetando las marcas de montaje y siendo atravesada por los casquillos en las esquinas.

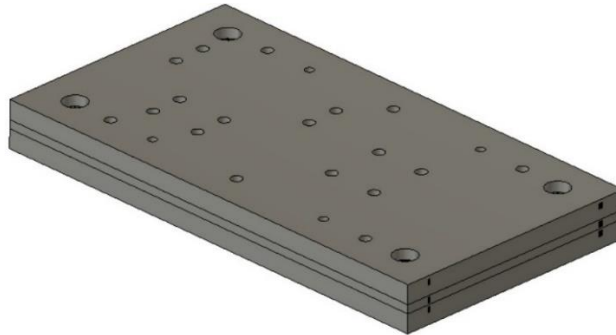


Figura 8 - 13: Paso 4 P. superior

- Paso 5: Por último, colocaremos los punzones restantes en sus correspondientes huecos para poder atornillarlos desde la base superior e igual que ocurre en el subconjunto inferior, emplearemos pasadores para evitar el desplazamiento lateral quedando completamente compacto.

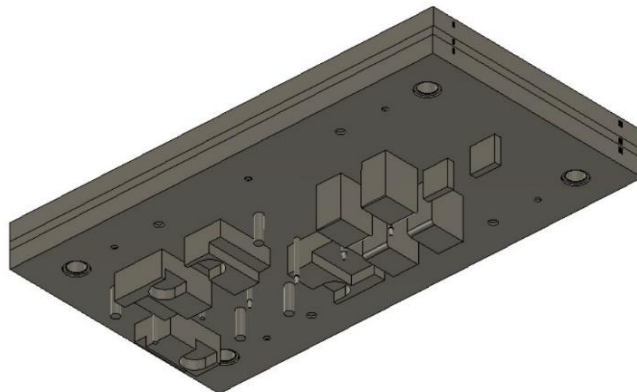


Figura 8 - 14: Paso 5 P. superior

Una vez tenemos las dos partes de la matriz completamente montadas y fijadas, solo quedaría insertar la parte superior sobre la inferior. Las columnas guía entrando perfectamente con un ajuste deslizante en los casquillos guía y los punzones atravesando la placa guía cada uno por su correspondiente hueco. De esta manera habríamos terminado la parte del montaje del troquel progresivo quedando; teóricamente, listo para su uso.

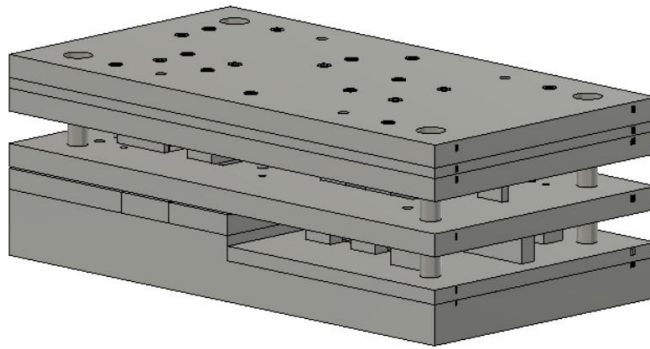


Figura 8 - 15: Matriz completamente montada

8.2 Funcionamiento final

En este apartado se va a explicar el funcionamiento completo del troquel progresivo desde que entra la banda de chapa por un lateral hasta la caída de la pieza terminada por el otro extremo de la máquina.

Podemos considerar como inicio del proceso la entrada del material al troquel. La chapa se provee enrollada en bobinas y por lo tanto es necesario disponer de una devanadora que se encargue de desenrollar la bobina de forma automática y una aplanadora que se encargue de aplanar la bobina quitándole las posibles ondulaciones. Se tiene que colocar a una distancia adecuada de la devanadora para permitir que la banda de chapa se desenrolle sin que se vea afectada por deformaciones que dificulten su entrada en la matriz o deformaciones permanentes en la pieza.



Figura 8 - 16: Devanadora



Figura 8 - 17: Aplanadora

Como primera intervención de guiado aparecen los regles guía situados en la entrada del troquel a ambos lados y sobre la matriz. Además, para asegurar el correcto posicionamiento de la chapa y evitar movimientos indeseados en cualquier dirección se hace uso de los centradores además de los regles. Estos centradores sujetos desde la placa porta punzones, bajan junto con los demás punzones insertándose en los agujeros de guiado. A lo largo del proceso, la matriz debe estar controlada por elementos guía normalizados como son las columnas y casquillos que aseguran el perfecto desplazamiento vertical de toda la parte móvil.

Entrando directamente al proceso de conformado, el primer paso es eliminar todo el material sobrante mediante punzones de corte dejando a simple vista el desarrollo plano de la pieza y dejando una pequeña unión entre piezas que posteriormente se cortará para obtener la pieza final. Tras cortar prácticamente todo el sobrante del fleje y antes de cortar la unión de las piezas se encuentra la operación de doblado llevada a cabo por cuatro punzones dobladores y dos soportes de doblado que realizarán un desplazamiento vertical acompañando a la pieza para evitar posibles doblados indeseados. Una vez terminada la fase de doblado los soportes recuperan su posición inicial mediante unos muelles y la banda avanza hacia el paso final de corte por el cual obtenemos las piezas objetivo.

Para que sea posible la caída de retales a la hora del punzonado, se crean en la matriz unos orificios con la forma del punzón y de la sección a cortar. Este orificio tiene unas dimensiones ligeramente más grandes que las del punzón con el fin de que se obtenga el recorte deseado, pero únicamente con una profundidad especificada; a esta profundidad se le denomina vida de la matriz. Tras superar esta profundidad el orificio se va abriendo a medida que desciende con un ángulo aproximadamente de dos grados para que los retales caigan sin ningún impedimento de roce con las paredes de la matriz.

Para este proyecto, la placa matriz se ha dividido por partes con el objetivo de mejorar el mantenimiento y no tener que cambiar la placa entera en el caso de que aparezca alguna imperfección.

9. Tipos y elección de prensa

Una prensa es una máquina no autónoma diseñada especialmente para proporcionar un esfuerzo de presión sobre la matriz, aprovechando la energía cinética o hidráulica generada y acumulada con anterioridad. Las prensas se clasifican según su accionamiento sea mecánico, hidráulico o de accionamiento combinado.

9.1 Prensas de accionamiento mecánico

Este tipo de prensas desarrollan un esfuerzo a partir de la energía mecánica proporcionada por un volante de inercia en giro continuo, que recibe su movimiento de un motor eléctrico y que transforma en un movimiento vertical rectilíneo alternativo del cabezal.

Tipos de prensas de accionamiento mecánico:

- Excéntricas
 - o Con volante central
 - o Con volante lateral
 - De cuello de cisne
 - De doble montante
 - De cuatro montantes
- De manivela
- De palanca
- Transfer

9.1 Prensas de accionamiento hidráulico

Las prensas hidráulicas se valen de la fuerza generada por un fluido sometido a presión en el interior de un circuito hidráulico. Mediante la acción de unas válvulas que actúan sobre el circuito, pueden ser controlados a voluntad diversos parámetros de trabajo, como por ejemplo las velocidades, las carreras de los distintos movimientos y su actuación independiente, simultánea o secuenciada sobre el mismo troquel.

Tipos de prensas de accionamiento hidráulico:

- De simple efecto
- De doble efecto
- De múltiple efecto
- Transfer

9.2 Elección de la prensa

En las prensas para troqueles progresivos, partiendo de una bobina de material, la pieza es conformada dentro de la prensa y no se separa de la banda hasta el último golpe. La instalación se compone de la propia prensa y una línea de alimentación para la banda, partiendo de una bobina de material y pasando por un devanadora y una aplanadora. Las prensas que más se adaptan a nuestro caso serían las prensas de accionamiento mecánico excéntricas, ya que son ideales para realizar piezas de pequeño y mediano tamaño.

Dentro de este grupo de prensas, las de volante frontal disponen del árbol de transmisión con un único punto de apoyo, por lo que estas prensas se utilizan preferentemente para el desarrollo de potencias muy limitadas, entre 200 y 400 kN. Nuestra prensa ha de realizar una fuerza de 75 toneladas (744 kN) (véase el apartado 6 del Anexo 1), por lo que las prensas con volante lateral, que tienen el árbol de transmisión con dos puntos de apoyo sobre la bancada y son capaces de desarrollar mayores esfuerzos (entre 150 kN y 4000 kN), son las más adecuadas.

De las prensas con volante lateral, las de doble montante y las de 4 montantes, que son más robustas que las de cuello de cisne, son las recomendadas para el procesamiento de la chapa mediante matrices progresivas, ya que el acceso a la zona operativa de la máquina es bastante limitado, lo que mejora la seguridad de los operarios que puedan estar por la zona.



Figura 9 – 1: Prensa de doble montante

10. Normativa aplicada

La matriz progresiva diseñada deberá cumplir la normativa CE para hacer posible la libre circulación de mercancías por la Unión Europea. Los estados miembros de la Unión Europea deben aplicar las directivas aprobadas por su consejo en sus respectivas directivas nacionales. La normativa que deberá cumplir la matriz es:

- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición).
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

11. Referencias

11.1 Programas de cálculo y diseño empleados

- Excel
- Autodesk Fusion 360
- Autodesk AutoCAD 2022

11.2 Bibliografía

- M. Rossi, Estampado en frío de la chapa, Editorial Dossat, 1979.

11.3 Proveedores consultados

- Co Kg, G. G. M. (2022, 25 abril). *Heisskanalregler im Austausch gegen ein Altgerät*. Meusburger. <https://www.meusburger.com/>
- Royme. (2021, 30 noviembre). *ROYME | Expertos en matricería y molde*. <https://royme.com/>
- *INMACISA*. (2022b). INMACISA. <https://www.inmacisa.es/>

- *McMaster-Carr.* (2022). McMaster-Carr. <https://www.mcmaster.com/>
- Gluck. (2020, mayo 5). *Gierre gomma store*. Gierre Gomma Store.
<https://store.gierregomma.com/>

**VALENCIA, a CATORCE de JUNIO de DOS MIL VEINTIUNO
GRADUADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
ALEJANDRO DOMINGO ALONSO**

Firmado por ALEJANDRO
DOMINGO ALONSO -
NIF:***1398** el día
01/07/2022 con un
certificado emitido por
ACCVCA-120





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DISEÑO DE UNA MATRIZ PROGRESIVA DE DEFORMACIÓN METÁLICA

ANEXOS

JUNIO DE 2022

AUTOR: DOMINGO ALONSO, ALEJANDRO

Tutor UPV: ADÁN ROCA, VICENTE

Cotutor externo: ESTELLÉS PUCHOL, JUAN



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DISEÑO DE UNA MATRIZ PROGRESIVA DE DEFORMACIÓN METÁLICA

Anexo 1: Cálculos

JUNIO DE 2022

AUTOR: DOMINGO ALONSO, ALEJANDRO

Tutor UPV: ADÁN ROCA, VICENTE

Cotutor externo: ESTELLÉS PUCHOL, JUAN

1. Rendimiento de la banda

El rendimiento es el parámetro que determina el grado de aprovechamiento del material. Es un factor muy importante tanto por motivos económicos como medioambientales. Un mayor rendimiento se traduce en un mayor beneficio económico y un menor consumo de recursos energéticos y materia prima, así como un menor impacto ambiental.

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento (\%)} &= \frac{\text{Superficie de la pieza (mm}^2\text{)}}{\text{Superficie unitaria de la banda de chapa (mm}^2\text{)}} * 100 = \\ &= \frac{\text{Material aprovechado (mm}^2\text{)}}{\text{Paso (mm)} * \text{ancho de fleje (mm)}} * 100 = \frac{11023.1366}{124 * 139.656} * 100 = \mathbf{61.84\%} \end{aligned}$$

Se debe tener en cuenta que la superficie de la pieza se refiere a la superficie interior del contorno de la pieza, es decir, no se tienen en cuenta los agujeros.

2. Fuerza de punzonado

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \text{Tensión de cortadura (MPa)} = \frac{3}{4} * \sigma_R \\ \sigma_R &= \text{Resistencia a tracción media} = \frac{360 + 510}{2} = 435 \text{ MPa} \\ e &= \text{espesor} = 1.5 \text{ mm} \\ p &= \text{perímetro de corte (mm)} \\ K &= \text{coeficiente de seguridad} = 1.2 \end{aligned}$$

2.1 Punzonado de los agujeros de la pieza

$$\begin{aligned} \mathbf{Fp'_1(N)} &= 4 * Fp = 4 * (p * \sigma_t * e) = 4 * (2\pi r) * e * \frac{3}{4} * \sigma_R = \\ &= 4 * 2\pi * 5 * 1.5 * \frac{3}{4} * 435 = \mathbf{61.496,68 N} \\ \mathbf{Fp_1} &= Fp'_1 * K = \mathbf{73.796,01 N} \end{aligned}$$

2.2 Punzonado de los agujeros de centrado

$$\begin{aligned} \mathbf{Fp'_2(N)} &= 2 * (Fp) = 2 * (p * \sigma_t * e) = 2 * 1.5 * \frac{3}{4} * \sigma_R * (2\pi r) = \\ &= 2 * 1.5 * \frac{3}{4} * 435 * 2\pi * 2.5 = \mathbf{15.374,169 N} \\ \mathbf{Fp_2(N)} &= Fp'_2 * K = \mathbf{18.449 N} \end{aligned}$$

2.3 Punzonado para el perfilado de la pieza

$$Fp'_3(N) = p * e * \sigma_t = 212.7798 \text{ mm} * 1.5 * \frac{3}{4} * 435 = \mathbf{104.129,11 N}$$

$$Fp_3(N) = Fp'_3 * 2 * K = 104.129,11 * 2 * 1.2 = \mathbf{249.909,86 N}$$

$$Fp'_4(N) = p * e * \sigma_t = 272.7798 * 1.5 * \frac{3}{4} * 435 = \mathbf{133.491,61 N}$$

$$Fp_4(N) = Fp'_4 * 2 * K = 133.491,61 * 2 * 1.2 = \mathbf{320.379,86 N}$$

2.4 Punzonado final

$$Fp'_5(N) = p * e * \sigma_t = 32 * 1.5 * \frac{3}{4} * 435 = \mathbf{15.660 N}$$

$$Fp_5(N) = Fp'_5 * K = \mathbf{18.792 N}$$

2.5 Fuerza total de punzonado

$$Fp_t(N) = Fp_1 + Fp_2 + Fp_3 + Fp_4 + Fp_5 = \mathbf{681.326,73 N}$$

3. Fuerza de extracción

La fuerza de extracción es el esfuerzo que se requiere para separar los punzones del recorte de chapa adherida a los mismos, una vez ha sido efectuado el corte. Esta fuerza depende de la naturaleza del material a cortar, de su espesor, de la forma de la figura y del material circundante a su perímetro de corte. Así, la fuerza se calcula aplicando un valor porcentual que oscila entre el 2% y el 8% sobre la fuerza de corte. En este caso, y por razones de seguridad, es preferible aplicar el coeficiente máximo (8%) para evitar problemas de extracción, especialmente en las matrices que llevan a cabo este cometido mediante sistemas elásticos, como es el caso de las matrices progresivas.

$$Fext(N) = 0.08 * Fp_t = \mathbf{54.506,14 N}$$

4. Fuerza de doblado

$e = \text{espesor (mm)} = 1.5 \text{ mm}$

$b = \text{ancho de material a doblar (mm)} = 30 \text{ mm}$

$\sigma_f = \text{tensión de trabajo a flexión necesarios para la deformación permanente (MPA)} = 2 * \sigma_R$

$\sigma_R = \text{Resistencia a tracción media (MPA)} = \frac{360 + 510}{2} = 435 \text{ MPA}$

4.1 Fuerza para un doblado en L

$$F_d (N) = \frac{e * b * \sigma_f}{6} = \frac{1.5 * 30 * 2 * 435}{6} = 6.525 N$$

4.2 Fuerza de doblado total

Como en nuestra matriz necesitamos realizar 8 doblados en L:

$$F_{dt} (N) = 8 * F_d(N) * K = 62.640 N$$

5. Fuerza de sustentación de los muelles de doblado

$$F_{s1m}(N) = 0,4 * \frac{F_{dt}(N)}{n^{\circ} \text{ de muelles (uds)}} = 0,4 * \frac{52.200}{4} = 5.220 N$$

Como podemos observar en los datos del fabricante (ver Anexo 2) para el muelle de $L_0 = 64$ mm, los muelles empleados podrían soportar más de 6 KN cada uno por lo tanto cumplen su función.

6. Fuerza total necesaria

Debido a que existen ciertos factores que interfieren al momento de realizar las operaciones, las ecuaciones utilizadas para calcular las fuerzas de corte y doblado son aproximadas. Estos factores están relacionados con la variación del espesor del material, fricción entre punzones y el material de trabajo, variación en la tolerancia de corte, condición de los bordes afilados de la herramienta y pérdida de potencia de la prensa entre otros. Por ello, se ha utilizado un coeficiente de seguridad de 1.2 y con esto obtenemos la fuerza total necesaria de la prensa.

$$Fuerza \text{ total } (N) = F_{pt} + F_{dt} = 681.326,73 + 62.640 = 743.966,73 N = 744 KN$$

Por lo tanto, la prensa a utilizar tendrá que ser capaz de ejercer una fuerza como mínimo de 75 toneladas.

7. Cálculo de la fibra neutra

Basándonos en el hecho de que una pieza doblada se obtiene a partir de una geometría plana, se puede afirmar que, si en un proceso de doblado no existiera desplazamiento molecular una vez deformada la pieza, ésta podría ser aplanada de nuevo y recuperar su longitud primitiva.

No obstante, cabe destacar uno de los fenómenos más comunes que se producen en los procesos de doblado: el estiramiento y compresión de las fibras de material en la zona deformada, fruto de los esfuerzos de presión y de rozamiento generados por los elementos activos del utillaje sobre la chapa. Dicho efecto es el responsable de que la longitud primitiva de la pieza plana no se corresponda, finalmente, con la longitud de la pieza doblada.

En cualquier caso, en todos los materiales, existe una línea imaginaria sobre la cual estos desplazamientos moleculares no afectan en modo alguno al desarrollo de la pieza al doblar. Es decir, que no se produce estiramiento ni compresión alguna en sus fibras. Esta línea imaginaria es paralela a los planos que definen el espesor de la chapa y recibe el nombre de línea de fibra neutra. Se puede calcular la posición de la línea de fibra neutra en función de la relación radio de doblado – espesor.

r/e	Posición de la fibra neutra (y)
0,2	0,347 * e
0,5	0,387 * e
1	0,421 * e
2	0,451 * e
3	0,465 * e
4	0,470 * e
5	0,478 * e
10	0,487 * e

Tabla A1 - 1: Relación radio de doblado – espesor

En nuestro caso, el radio de doblado es de 4,5 mm y el espesor de la chapa es de 1,5 mm, por lo que la relación entre ellos será:

$$\frac{r \text{ (mm)}}{e \text{ (mm)}} = 3$$

Observando la tabla 4, obtenemos la posición de la fibra neutra:

$$y \text{ (mm)} = 0,465 * e \text{ (mm)} = 0,465 * 1,5 = \mathbf{0,6975 \text{ mm}}$$

8. Desarrollo plano de la pieza

Una vez se determina la posición de la fibra neutra y se conocen las cotas de la pieza podemos calcular el desarrollo plano de la pieza.

$$L_0(mm) = 30 + 19,5 + 8 + 19,5 + 20,5 + 2 * \pi * (0,6975 + 4,5) = 130,1568 \text{ mm}$$

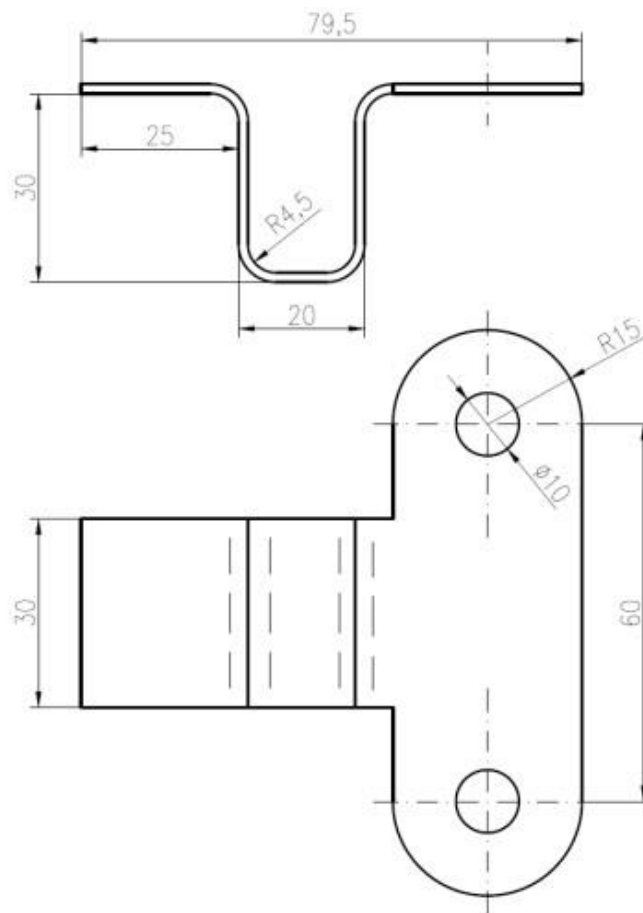


Figura A1 – 1: Medidas me la pieza

9. Ángulo de doblado

Para calcular el ángulo de doblado primero hay que encontrar el factor X, que depende del radio de curvatura del doblado y del espesor del material:

$$X = \frac{r \text{ (mm)}}{e \text{ (mm)}} = \frac{4.5}{1.5} = 3$$

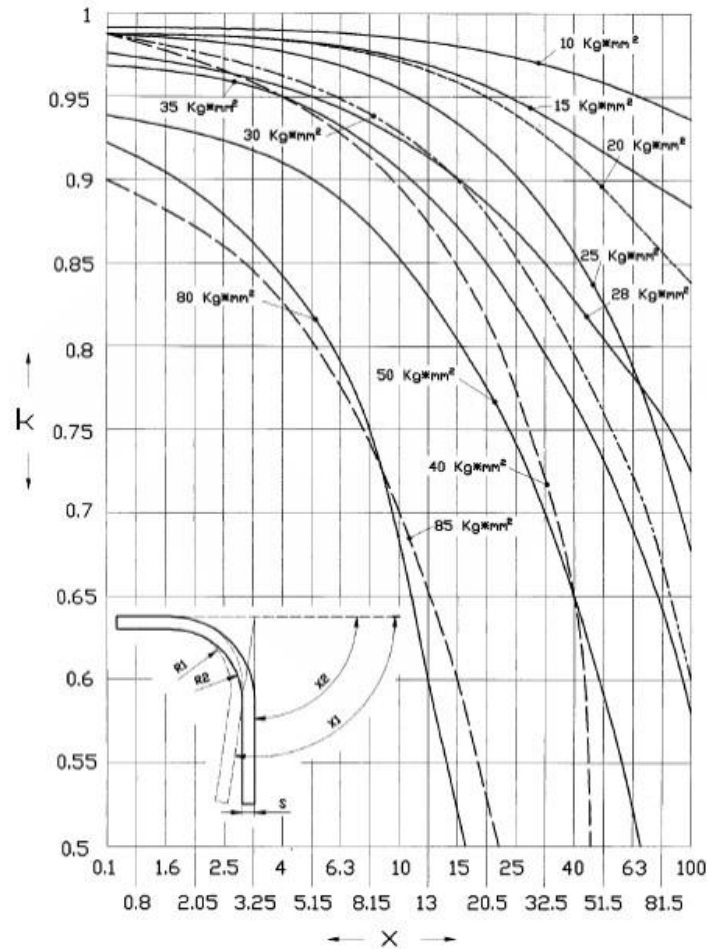


Figura A1 – 2: Gráfica de valores de “K” dependiendo de la resistencia a tracción

Para $X = 3$ y una resistencia a la tracción media de nuestro material de $435 \text{ MPA} = 45 \text{ kg/mm}^2$, se obtiene de la gráfica un factor K aproximado de:

$$k = 0,975$$

El ángulo de doblado se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\text{Ángulo de doblado } (^\circ) = \frac{\text{Ángulo deseado } (^\circ)}{k} = \frac{90^\circ}{0,975} \cong 92^\circ$$

10. Pandeo de punzones

El pandeo es un fenómeno de inestabilidad elástica que puede darse en elementos comprimidos esbeltos y, que se manifiesta por la aparición de desplazamientos importantes transversales a la dirección principal de compresión.

Debido a su forma de trabajar, los punzones están sometidos a un esfuerzo de pandeo igual a la fuerza de cizalladura que realizan y por lo tanto resulta indispensable calcular la longitud máxima para que no se produzca este fenómeno mediante la ecuación de Euler.

$$L_{max}(mm) = \sqrt{\pi^2 * E * I / F}$$

Donde:

L_{max} = longitud máxima del punzón (mm)

E = módulo de elasticidad ($\frac{N}{mm^2}$)

I = momento de inercia (mm^4)

F = fuerza de corte del punzón (N)

Para conocer la longitud máxima que pueden tener los punzones bastará con calcular el pandeo del punzón más desfavorable, en nuestro caso, es el punzón de corte tipo 6 con un diámetro de 5 mm.

$$I = \frac{\pi * D^4}{64} = \frac{\pi * 5^4}{64} = 30,6796 \text{ mm}^4$$

$$F = p * e * \sigma_t = 2\pi * 2,5 * 1,5 * \frac{3}{4} * 435 = 7.687,08 \text{ N}$$

$$L_{max} = \sqrt{\pi^2 * E * I / F} = \sqrt{\pi^2 * 210.000 * \frac{30,6796}{7.687,08}} = 90,95 \text{ mm}$$

La longitud máxima que pueden tener los punzones es de 90,95 mm y ninguno de nuestros punzones supera dicha longitud, por ello podemos decir que cumplen con este requisito. Además, nuestros punzones están sujetos en la placa porta punzones y guiados por la placa guía en el otro extremo lo que reduce considerablemente la longitud libre de los punzones.

**VALENCIA, a CATORCE de JUNIO de DOS MIL VEINTIUNO
GRADUADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
ALEJANDRO DOMINGO ALONSO**

Firmado por ALEJANDRO
DOMINGO ALONSO -
NIF:***1398** el día
01/07/2022 con un
certificado emitido por
ACCVCA-120





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DISEÑO DE UNA MATRIZ PROGRESIVA DE DEFORMACIÓN METÁLICA

Anexo 2: Componentes normalizados

JUNIO DE 2022

AUTOR: DOMINGO ALONSO, ALEJANDRO

Tutor UPV: ADÁN ROCA, VICENTE

Cotutor externo: ESTELLÉS PUCHOL, JUAN

Los elementos normalizados empleados en el diseño de la matriz progresiva son los mostrados en las ilustraciones a continuación. En el caso de algunos de ellos los diferenciamos por una de sus dimensiones:

- Casquillos guía: Longitud total (l) 32 mm
- Columnas guía 1: Longitud total (l) 135 mm
- Columnas guía 2: Longitud total (l) 163 mm
- Muelles de compresión: Longitud inicial (Lo) 64 mm
- Pasadores E 1301 (d1 = 2 mm): Longitud total (l) 10 mm
- Pasadores E 1301 (d1 = 6 mm): Longitud total (l) 40 mm
- Pasadores E 1300 superiores: Longitud total (l) 50 mm
- Pasadores E 1300 inferiores: Longitud total (l) 100 mm

En el caso de los tornillos y el adiprene serán los indicados en la propia ilustración

E 5132
Casquillo guía deslizante, autolubricado, con valona

Mat.: 1.1191 ≈ 25 HRC / Sint+MoS2 ≈ DIN 9834 / ISO 9448

d1	d3	Tk	E 5276/...	l	l1	l2	l3	d2	Nr. /No.	EUR/1
28	34	54	E 5276/ 6/ 6,3	32	20	2,5	6,3	20	E 5132/ 20	■
32	40	58		40	30	3		25	E 5132/ 25	■
40	50	66		50	38	4		32	E 5132/ 32	■
50	63	79		63	48	5		40	E 5132/ 40	■
63	71	89		71	54	6		50	E 5132/ 50	■
80	90	123	E 5276/10/10	80	61	8	10	63	E 5132/ 63	■

Filtro de grupos

Muelles

Todas las subcategorías

E 1545

E 1546

E 1548

E 15481

E 1549

E 1550

E 1556

E 1546

Muelle de compresión, carga extrema

d2 25

c(N/mm)	F1(N)	S1	F2(N)	S2	Fn(N)	Sn	d1	d2	Lo	Nr. /No.	EUR/1
1158	5095	4,4	6137	5,3	7643	6,6	12,5	25	44	E 1546/25 x 44	■
933	4758	5,1	5691	6,1	7184	7,7			51	E 1546/25 x 51	■
644	4122	6,4	4959	7,7	6182	9,6			64	E 1546/25 x 64	■
556	4226	7,6	5060	9,1	6338	11,4			76	E 1546/25 x 76	■
462	4112	8,9	4943	10,7	6191	13,4			89	E 1546/25 x 89	■
390	3978	10,2	4758	12,2	5967	15,3			102	E 1546/25 x 102	■
360	4140	11,5	4968	13,8	6228	17,3			115	E 1546/25 x 115	■
326		12,7	4955	15,2	6227	19,1			127	E 1546/25 x 127	■
255	3876	15,2	4641	18,2	5814	22,8			152	E 1546/25 x 152	■
230	4094	17,8	4922	21,4	6141	26,7			178	E 1546/25 x 178	■
202	4101	20,3	4929	24,4	6161	30,5			203	E 1546/25 x 203	■

Filtro de grupos

Guiado

Guiado estándar

E 5000

E 5010

E 5030

E 5038

E 5060

E 5061

E 5080

E 5100

E 5010

Columna h4 con valona

Mat.: 1.1213 ≈ 62 HRC inductivo
Compatible sólo con los casquillos guía deslizantes

d2 20

d1	d3	d4	Tk	E5270	l	l1	l3	d2	l2	Nr. /No.	EUR/1
20	25	M 8	38	E 5270/6/6	83	23	3	20	60	E 5010/20x 60	■
					103				80	E 5010/20x 80	■
					123				100	E 5010/20x100	■
					135				112	E 5010/20x112	■
					148				125	E 5010/20x125	■
					163				140	E 5010/20x140	■
					183				160	E 5010/20x160	■
					203				180	E 5010/20x180	■
					223				200	E 5010/20x200	■
					247				224	E 5010/20x224	■
					273				250	E 5010/20x250	■

SVP **SP/P** **SH/P** **SD/P** **SZ/P** **SM** **SB** **H**

Filtro de grupos

- Elementos de fijación
- Pasador cilíndrico
- E 1300 m6
- E 1301** h6
- E 1302 m6
- E 1303 h6
- E 5345
- E 5346

E 1301
Pasador cilíndrico h6

ISO 8734 (DIN 6325) ≈ 60 HRC

d1 **2** ▾

d1	l	Nr. /No.	EUR/1
2	5	E 1301/ 2 x 5	
	6	E 1301/ 2 x 6	
	8	E 1301/ 2 x 8	
	10	E 1301/ 2 x 10	
	12	E 1301/ 2 x 12	

SVP **SP/P** **SH/P** **SD/P** **SZ/P** **SM** **SB** **H** **P**

Filtro de grupos

- Elementos de fijación
- Pasador cilíndrico
- E 1300 m6
- E 1301** h6
- E 1302 m6
- E 1303 h6
- E 5345
- E 5346

E 1301
Pasador cilíndrico h6

ISO 8734 (DIN 6325) ≈ 60 HRC

d1 **6** ▾

d1	l	Nr. /No.	EUR/1
6	12	E 1301/ 6 x 12	
	16	E 1301/ 6 x 16	
	20	E 1301/ 6 x 20	
	24	E 1301/ 6 x 24	
	28	E 1301/ 6 x 28	
	32	E 1301/ 6 x 32	
	36	E 1301/ 6 x 36	
	40	E 1301/ 6 x 40	
	50	E 1301/ 6 x 50	

Filtro de grupos

Elementos de fijación

Pasador cilíndrico

E 1300 m6

E 1301 h6

E 1302 m6

E 1303 h6

E 5345

E 5346

E 1300
Pasador cilíndrico m6

ISO 8734 (DIN 6325) ≈ 60 HRC

d1 10

d1	l	Nr. /No.	EUR/1
10	20	E 1300/10 x 20	■
	24	E 1300/10 x 24	■
	28	E 1300/10 x 28	■
	32	E 1300/10 x 32	■
	36	E 1300/10 x 36	■
	40	E 1300/10 x 40	■
	45	E 1300/10 x 45	■
	50	E 1300/10 x 50	■
	55	E 1300/10 x 55	■
	60	E 1300/10 x 60	■
	70	E 1300/10 x 70	■
	80	E 1300/10 x 80	■
	90	E 1300/10 x 90	■
	100	E 1300/10 x 100	■

BROWSE CATALOG

McMASTER-CARR

91292A325

Page 3424

18-8 Stainless Steel Socket Head Screws



Fully Threaded



Partially Threaded

Lg., mm	Threading	Min. Thread Lg., mm	Thread Spacing	Head		Drive Size, mm	Tensile Strength, psi	Specifications Met	Pkg. Qty.	Pkg.
				Dia., mm	Ht., mm					
M8 x 1.25 mm										
18-8 Stainless Steel										
8	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A045 \$14.44
10	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A206 9.40
12	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A207 10.11
14	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A150 16.05
16	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A145 9.64
18	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A080 7.68
20	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A147 10.69
22	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A082 9.34
25	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A148 11.52
30	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A149 12.22
35	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A151 14.10
40	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A152 7.38
45	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A208 7.76
50	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A154 7.99
55	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A156 10.25
60	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A209 9.02
65	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A210 11.09
70	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A211 10.11
75	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	5	91292A085 10.97
80	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A212 11.28
85	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	5	91292A281 9.47
90	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	5	91292A213 7.94
95	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A325 11.03

18-8 Stainless Steel Socket Head Screw, M8 x 1.25 mm Thread, 95 mm Long

Packs of 10

ADD TO ORDER

In stock

Product Detail | CAD | 3-D Solidworks | Download

BROWSE CATALOG

McMASTER-CARR.

91290A446

Page 3411

Alloy Steel Socket Head Screws

	Lg., mm	Threading	Min. Thread Lg., mm	Thread Spacing	Head		Drive Size, mm	Tensile Strength, psi	Specifications Met	Pkg. Qty.	Pkg.
					Dia., mm	Ht., mm					
M8 x 1.25 mm											
Black Class 12.9 Alloy Steel											
Fully Threaded	190	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912	1	91290A301 4.20
	220	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912	1	91290A118 3.42
	240	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912	1	91290A122 3.80
Black-Oxide Class 12.9 Alloy Steel											
Partially Threaded	8	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912, ISO 4762, ISO 898-1	25	91290A361 16.56
	10	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912, ISO 4762	50	91290A414 11.63
	12	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912, ISO 4762	50	91290A416 12.03
	14	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912, ISO 4762	50	91290A417 11.44
	15	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912, ISO 4762	5	91290A307 15.98
	16	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912, ISO 4762	50	91290A418 10.59
	18	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912, ISO 4762	25	91290A422 6.44
	20	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912, ISO 4762	50	91290A426 11.47
	22	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912, ISO 4762	50	91290A428 12.94
	25	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912, ISO 4762	50	91290A432 12.67
	30	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912, ISO 4762	50	91290A434 13.74
	35	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912, ISO 4762	50	91290A438 14.93
	40	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912, ISO 4762	10	91290A210 9.26
	40	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912, ISO 4762	50	91290A442 16.70
	45	Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912, ISO 4762	10	91290A211 10.00
	45	Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6	170,000	DIN 912, ISO 4762	50	91290A446 18.01

Alloy Steel Socket Head Screw, Black-Oxide, M8 x 1.25mm Thread, 45mm Long, Partial Threaded

Packs of 50

ADD TO ORDER

In stock

Product Detail 3-D Solidworks

BROWSE CATALOG

McMASTER-CARR.

91292A033

Page 3424

18-8 Stainless Steel Socket Head Screws

	Lg., mm	Threading	Min. Thread Lg., mm	Thread Spacing	Head		Drive Size, mm	Tensile Strength, psi	Specifications Met	Pkg. Qty.	Pkg.
					Dia., mm	Ht., mm					
M3 x 0.5 mm											
18-8 Stainless Steel											
Fully Threaded	3	Fully Threaded	—	Coarse	5.5	3	2.5 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A021 11.11
	4	Fully Threaded	—	Coarse	5.5	3	2.5 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	50	91292A109 3.54
	5	Fully Threaded	—	Coarse	5.5	3	2.5 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	100	91292A110 6.00
	6	Fully Threaded	—	Coarse	5.5	3	2.5 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	100	91292A111 11.66
	8	Fully Threaded	—	Coarse	5.5	3	2.5 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	100	91292A112 5.45
Partially Threaded	10	Fully Threaded	—	Coarse	5.5	3	2.5 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	100	91292A113 6.00
	12	Fully Threaded	—	Coarse	5.5	3	2.5 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	100	91292A114 6.00
	14	Fully Threaded	—	Coarse	5.5	3	2.5 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	100	91292A027 7.63
	15	Fully Threaded	—	Coarse	5.5	3	2.5 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	5	91292A346 13.00
	16	Fully Threaded	—	Coarse	5.5	3	2.5 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	100	91292A115 7.09
	18	Fully Threaded	—	Coarse	5.5	3	2.5 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	100	91292A029 7.63
	20	Fully Threaded	—	Coarse	5.5	3	2.5 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	100	91292A123 8.18
	22	Partially Threaded	18	Coarse	5.5	3	2.5 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	50	91292A801 5.45
	25	Partially Threaded	18	Coarse	5.5	3	2.5 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	100	91292A020 8.72
	30	Partially Threaded	18	Coarse	5.5	3	2.5 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	50	91292A022 5.18
35	Partially Threaded	18	Coarse	5.5	3	2.5 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A033 4.50	

18-8 Stainless Steel Socket Head Screw, M3 x 0.5 mm Thread, 35 mm Long

Packs of 25

ADD TO ORDER

In stock

Product Detail 3-D Solidworks

BROWSE CATALOG

McMASTER-CARR.

92290A019

× | Q

Page 3423

Super-Corrosion-Resistant 316 Stainless Steel Socket Head Screws



Lg.	Threading	Min. Thread Lg.	Thread Spacing	Head		Drive Size	Finish	Tensile Strength, psi	Specifications Met	Pkg. Qty.	Pkg.
				Dia.	Ht.						
316 Stainless Steel											
M1.6 x 0.35mm											
Fully Threaded	3mm Fully Threaded	—	Coarse	3mm	1.6mm	1.5 mm	Passivated	70,000	DIN 912, ISO 4762	50	92290A596 13.74
	4mm Fully Threaded	—	Coarse	3mm	1.6mm	1.5 mm	Passivated	70,000	DIN 912, ISO 4762	50	92290A597 14.18
	5mm Fully Threaded	—	Coarse	3mm	1.6mm	1.5 mm	Passivated	70,000	DIN 912, ISO 4762	50	92290A598 14.99
	6mm Fully Threaded	—	Coarse	3mm	1.6mm	1.5 mm	Passivated	70,000	DIN 912, ISO 4762	50	92290A599 15.54
	8mm Fully Threaded	—	Coarse	3mm	1.6mm	1.5 mm	Passivated	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	92290A601 11.07
	10mm Fully Threaded	—	Coarse	3mm	1.6mm	1.5 mm	Passivated	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	92290A602 12.54
	12mm Fully Threaded	—	Coarse	3mm	1.6mm	1.5 mm	Passivated	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	92290A603 15.95
M2 x 0.4mm											
Partially Threaded	2mm Fully Threaded	—	Coarse	3.8mm	2mm	1.5 mm	Passivated	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	92290A848 7.55
	3mm Fully Threaded	—	Coarse	3.8mm	2mm	1.5 mm	Passivated	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	92290A744 8.67
	4mm Fully Threaded	—	Coarse	3.8mm	2mm	1.5 mm	Passivated	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	92290A745 8.72
	5mm Fully Threaded	—	Coarse	3.8mm	2mm	1.5 mm	Passivated	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	92290A012 9.16
	6mm Fully Threaded	—	Coarse	3.8mm	2mm	1.5 mm	Passivated	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	92290A013 9.32
	8mm Fully Threaded	—	Coarse	3.8mm	2mm	1.5 mm	Passivated	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	92290A015 9.43
	10mm Fully Threaded	—	Coarse	3.8mm	2mm	1.5 mm	Passivated	70,000	DIN 912, ISO 4762	50	92290A017 7.03
	12mm Fully Threaded	—	Coarse	3.8mm	2mm	1.5 mm	Passivated	70,000	DIN 912, ISO 4762	50	92290A019 7.46

Super-Corrosion-Resistant 316 Stainless Steel Socket Head Screw, M2 x 0.4 mm Thread, 12 mm Long

Packs of 50

ADD TO ORDER

In stock

Product Detail 3-D Solidworks

BROWSE CATALOG

McMASTER-CARR.

91292A210

× | Q

Page 3424

18-8 Stainless Steel Socket Head Screws



Lg., mm	Threading	Min. Thread Lg., mm	Thread Spacing	Head		Drive Size, mm	Tensile Strength, psi	Specifications Met	Pkg. Qty.	Pkg.
				Dia., mm	Ht., mm					
M8 x 1.25 mm										
18-8 Stainless Steel										
Fully Threaded	8 Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A045 \$14.44
	10 Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A206 9.40
	12 Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A207 10.11
	14 Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A150 16.05
	16 Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A145 9.64
	18 Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A080 7.68
	20 Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A147 10.69
	22 Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A082 9.34
	25 Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A148 11.52
	30 Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A149 12.22
	35 Fully Threaded	—	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	25	91292A151 14.10
Partially Threaded	40 Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A152 7.38
	45 Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A208 7.76
	50 Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A154 7.99
	55 Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A156 10.25
	60 Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A209 9.02
	65 Partially Threaded	28	Coarse	13	8	6 mm	70,000	DIN 912, ISO 4762	10	91292A210 11.09

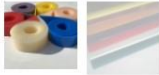
18-8 Stainless Steel Socket Head Screw, M8 x 1.25 mm Thread, 65 mm Long

Packs of 10

ADD TO ORDER

In stock

Product Detail 3-D Solidworks



Polyurethane sheets

€71,23 – €819,17

SKU: 252.L04.65.3050 . Availability: In Stock

Category: Polyurethane - Urethane

Share: [f](#) [t](#) [in](#) [@](#) [t](#) [e](#)

Polyurethane sheets

- standard size in stock 3050 x 520 mm (to be produced in 8/10 days 3660 x 520 mm)
- thickness from 1 to 20 mm
- hardness standard 60 – 80 – 90 sh A
- color Amber (All possible colors, ask for a quote and production times)
- Possibility of cutting the sheets into strips (ask for a quote)

Hardness	<input type="text" value="65 Sh A"/>	<input type="button" value="v"/>
Thickness (A)	<input type="text" value="4,0 mm"/>	<input type="button" value="v"/>
sheet format	<input type="text" value="520x3050 mm"/>	<input type="button" value="v"/> Clear

rolled sheet

€168,06

**VALENCIA, a CATORCE de JUNIO de DOS MIL VEINTIUNO
GRADUADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
ALEJANDRO DOMINGO ALONSO**

Firmado por ALEJANDRO
DOMINGO ALONSO -
NIF:***1398** el día
01/07/2022 con un
certificado emitido por
ACCVCA-120



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DISEÑO DE UNA MATRIZ PROGRESIVA DE DEFORMACIÓN METÁLICA

Anexo 3: Seguridad, salud y medio ambiente

JUNIO DE 2022

AUTOR: DOMINGO ALONSO, ALEJANDRO

Tutor UPV: ADÁN ROCA, VICENTE

Cotutor externo: ESTELLÉS PUCHOL, JUAN

1. Normas generales de seguridad

La rutina de los operarios es uno de sus peores enemigos que hace bajar la guardia dando lugar a situaciones de riesgo que pueden desembocar en consecuencias fatales. La protección de las máquinas y de los propios operarios, junto a la observación estricta de las normas de seguridad e higiene, harán de este trabajo un oficio más seguro y que, aunque no exento de riesgos, ayudará a disminuir de manera considerable el índice de siniestralidad.

1.1 Protección de máquinas y herramientas

En términos generales, las principales medidas de seguridad a observar para la protección de las máquinas y herramientas consisten en:

- Pintar en colores llamativos las partes móviles de las máquinas. Los colores empleados para ello son el amarillo o el blanco, junto al negro y se pintan en franjas oblicuas alternas sobre los extremos del elemento móvil a destacar.
- Colocar protecciones adecuadas en aquellas zonas donde operan los elementos mecánicos y/o de transmisión de la máquina. Al mismo tiempo, señalar debidamente los riesgos que posee el trabajo en la máquina sin el uso de dichas protecciones.
- Colocar protecciones apropiadas alrededor de las zonas donde operan los elementos móviles de la máquina. Las protecciones pueden ser físicas (careados de chapa, enrejados, pantallas acristaladas, etc.) o bien electrónicas (barreras fotoeléctricas, de infrarrojos, etc.). La protección de las prensas mediante pantallas acristaladas es un sistema muy utilizado en aquellas máquinas que trabajan mediante matrices progresivas. Además, su uso reduce notablemente los niveles de contaminación acústica.
- Revisar la máquina antes de ponerla en marcha y respetar rigurosamente sus planes de mantenimiento periódico. Embragues, frenos, topes de palanca, pulsadores, sistemas neumáticos y protecciones de la matriz o troquel son algunos de los elementos en los que hay que prestar mayor atención.
- Proteger los sistemas de accionamiento de la máquina contra presiones accidentales. El diseño de pedales y pulsadores ya contempla y exige por norma este detalle.

1.2 Protección de los operarios

Igualmente, las medidas de seguridad y protección de los operarios deberán cumplirse completamente dejando opción al mínimo riesgo o percance que pudiera provocar accidentes. Estas medidas de seguridad son:

- La ropa de trabajo deberá ser ajustada, utilizando calzado de seguridad. Usar guantes de piel para cualquier tarea de manipulación de la chapa. En el caso de operar con grandes formatos de chapa, también se recomienda el uso de mandiles de cuero.
- Las máquinas empleadas en los procesos de corte y conformado de la chapa sólo deben ser manejadas por personal especializado. Por lo tanto, no se debe permitir jamás el uso de estas máquinas por parte de personal no autorizado. Aun así, todo especialista o usuario está obligado a conocer los riesgos y peligros derivados del uso de dichas máquinas; así como sus limitaciones, consultando, si fuera preciso, el libro de instrucciones.
- Nunca se debe distraer la atención del operario. Evitar cualquier interferencia durante un proceso productivo de estas características.
- La ingesta de medicamentos, alcohol, drogas o la combinación o toma indiscriminada de estas sustancias está prohibido ya puede provocar euforia, confusión, somnolencia o alteraciones de la visión entre otros efectos reduciendo drásticamente la capacidad de concentración y de reacción del operario.
- Evitar a toda costa cualquier manipulación directa por parte del operario entre las partes fijas y móviles de los utillajes mientras la máquina está en funcionamiento.
- Parar la máquina antes de efectuar cualquier reparación u operación de mantenimiento. En caso de que dicha reparación deba efectuarse sobre la máquina, proteger las partes cortantes o punzantes de los utillajes y protegerse también frente a las mismas.
- Se considera una falta muy grave por parte del operario la ignorancia o anulación de los dispositivos de seguridad y de protección de las máquinas. En consecuencia, jamás deben hacerse “montajes” para la inutilización de pulsadores o palancas de seguridad.

- Los recortes de chapa o las piezas que puedan quedarse adheridas o atascadas en la matriz deben ser apartadas con unas pinzas, tenazas, gancho u otra herramienta adecuada.
- Mantener la zona de trabajo libre de obstáculos y limpia de grasas y aceites. Utilizar un cepillo adecuado o una pistola de presión para la limpieza de los utillajes.
- En estas máquinas, el montaje de las herramientas ha de ser llevado a cabo por personal especializado.

Advertencia de peligro



Obligación de uso de E.P.I.S.



Mensajes de advertencia



Prohibición de acceso



Cintas de contraste



2. Medio ambiente

El impacto ambiental es un factor importante para tener en cuenta en cualquier proceso de producción, hay que tomar de referencia el Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001 con el fin de analizar el cumplimiento de los requisitos de esta norma desde el punto de vista de fabricación de la matriz y de producción. En una planta de matricería los aspectos ambientales más destacados producidos por las actividades o procesos desarrollados están descritos a continuación.

- Consumo de materia prima: La necesidad que existe de utilizar metales en la planta de matricería para desarrollar las actividades industriales, ocasiona un incremento en la demanda de recursos naturales o bien de los materiales reciclados, el agotamiento o el reciclaje de estos afectan al medioambiente.
- Líquidos refrigerantes y aceites lubricantes: en la planta de matricería existen varios aspectos significativos que generan mayor impacto ambiental como por ejemplo la generación de residuos peligrosos debido al mantenimiento que se le hace periódicamente a la maquinaria. Estos líquidos se tienen que transportar a la planta de tratamiento de los residuos para reciclarlos de manera más adecuada para ocasionar los menos daños posibles al medio ambiente.
- Generación de residuos metálicos: En la planta de matricería de generan gran variedad de residuos sólidos peligrosos como la viruta metálica o la chatarra y por ello se debe de controlar la limpieza de las zonas de trabajo haciéndose especial cargo de dichos residuos por personal especializado.
- Contaminación acústica: En los procesos de matricería, electro-erosionado, CNC, tratamientos térmicos, serigrafía y soldadura se generan impactos ambientales debido a las características de los procesos. Pero hay uno que es el más común entre todas las problemáticas, y es la contaminación acústica que puede llegar a causar graves problemas de salud en los operarios si no se toman las precauciones adecuadas, como utilizar el equipamiento adecuado o respetar el tiempo de exposición.

**VALENCIA, a CATORCE de JUNIO de DOS MIL VEINTIUNO
GRADUADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
ALEJANDRO DOMINGO ALONSO**

Firmado por ALEJANDRO
DOMINGO ALONSO -
NIF:***1398** el día
01/07/2022 con un
certificado emitido por
ACCVCA-120





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DISEÑO DE UNA MATRIZ PROGRESIVA DE DEFORMACIÓN METÁLICA

Anexo 4: Mantenimiento

JUNIO DE 2022

AUTOR: DOMINGO ALONSO, ALEJANDRO

Tutor UPV: ADÁN ROCA, VICENTE

Cotutor externo: ESTELLÉS PUCHOL, JUAN

1. Mantenimiento correctivo

Denominamos mantenimiento correctivo a todas las soluciones prácticas, más o menos temporales, que se aplican a la matriz con el fin de reducir o minimizar los tiempos de paros durante la producción. Dadas las especiales circunstancias en que se realiza este tipo de mantenimiento, a pie de máquina y casi siempre con la máxima urgencia, lo más importante en estos casos no es la revisión completa de toda la matriz, sino, reparar el elemento causante del problema y conseguir que la producción no se pare más tiempo del estrictamente necesario.

Reparar el componente o componentes de la matriz de forma rápida y a pie de máquina no es tarea fácil. A diferencia del mantenimiento preventivo, el correctivo ha de ser más rápido, pero tan eficaz como el anterior.

Para poder realizar un buen mantenimiento correctivo también es muy importante que la matriz haya sido diseñada con unos criterios muy prácticos, de forma que el operario pueda tener acceso a un gran porcentaje de los componentes de esta sin necesidad de desmontarla en su totalidad.

Sabemos que esto no siempre es posible, puesto que el diseño de la matriz está condicionado por otros factores como su tamaño o producción a realizar, de forma que su mantenimiento se verá más dificultado en estas circunstancias.

Con el fin de facilitar y agilizar el mantenimiento correctivo, siempre es muy aconsejable tener en cuenta algunos de los siguientes puntos:

- Diseño de matriz de fácil mantenimiento.
- Facilidad de acceso a todos los componentes.
- Recambios de todos los elementos de fácil rotura o desgaste.
- Montaje de punzones y casquillos de cambio rápido.
- Disponer de los medios necesarios para el mantenimiento.
- Conocer en profundidad la herramienta antes de repararla.
- Operarios con experiencia y profesionalidad.

2. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo de las matrices tiene por objetivo asegurar y mantener en todo momento la capacidad de producción de la herramienta, independientemente de su antigüedad. Dicho mantenimiento lleva implícito el aseguramiento de la calidad de las piezas que fabrique el utillaje.

El mantenimiento preventivo se adelanta a las averías antes de que ocurran o hace que sean menos graves, por lo que disminuye el gasto en reparaciones y el tiempo en el que los equipos dejan de estar operativos. Para asegurarlo hay que poner especial atención en revisar y sustituir si fuera necesario todos aquellos componentes de la matriz que por su desgaste o deterioro pudieran perjudicar las próximas fabricaciones.

Es conveniente que durante el mantenimiento preventivo y como medida de seguridad se revisen elementos de la matriz como, por ejemplo:

- Revisar gripados de elementos móviles (carros, guías, columnas, casquillos, etc.)

- El desgaste de todos y cada uno de los punzones.
- El afilado y vida de las matrices cortantes.
- El desgaste o posible gripado de los punzones de doblar o embutir.
- El estado de fatiga en que se encuentren los resortes.
- El desgaste y medida de los punzones piloto o centradores.

**VALENCIA, a CATORCE de JUNIO de DOS MIL VEINTIUNO
GRADUADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
ALEJANDRO DOMINGO ALONSO**

Firmado por ALEJANDRO
DOMINGO ALONSO -
NIF:***1398** el día
01/07/2022 con un
certificado emitido por
ACCVCA-120





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DISEÑO DE UNA MATRIZ PROGRESIVA DE DEFORMACIÓN METÁLICA

Documento N.º 2: Planos

JUNIO DE 2022

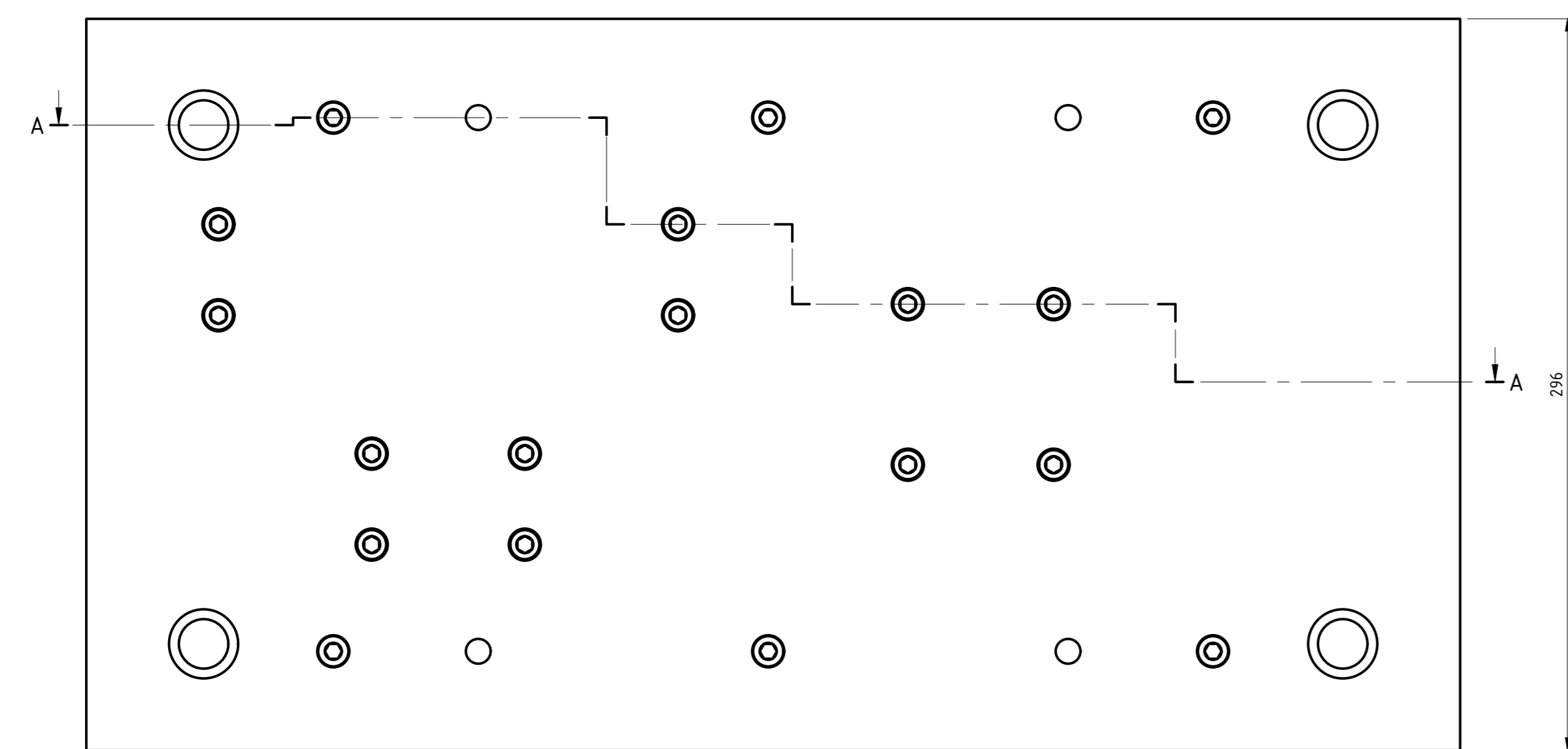
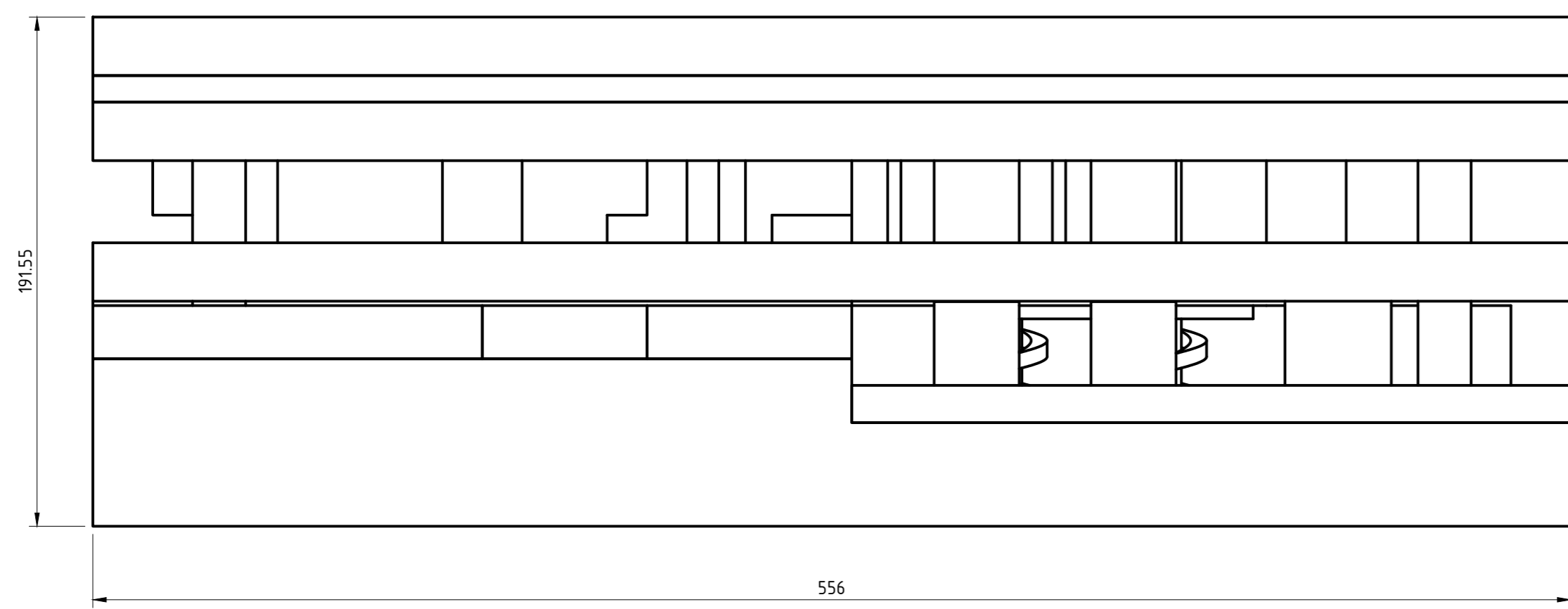
AUTOR: DOMINGO ALONSO, ALEJANDRO

Tutor UPV: ADÁN ROCA, VICENTE

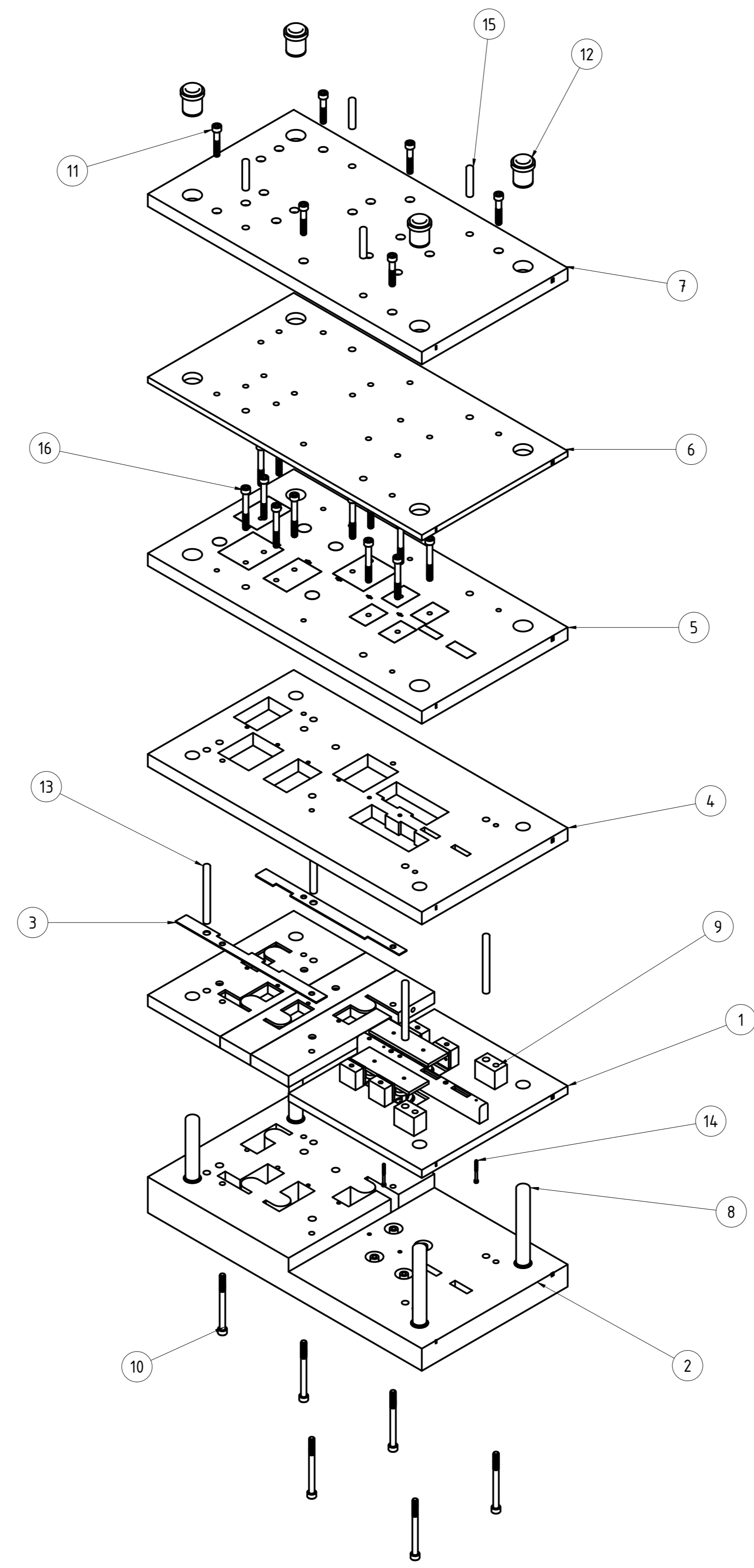
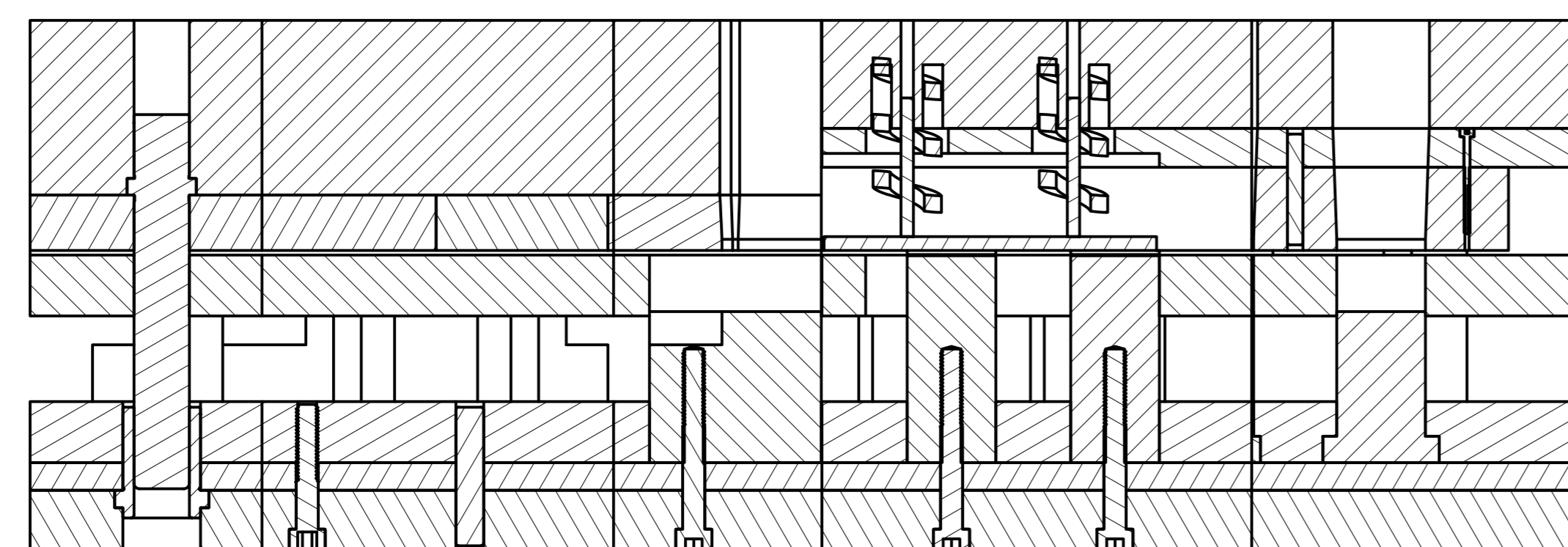
Cotutor externo: ESTELLÉS PUCHOL, JUAN

Contenido de los planos

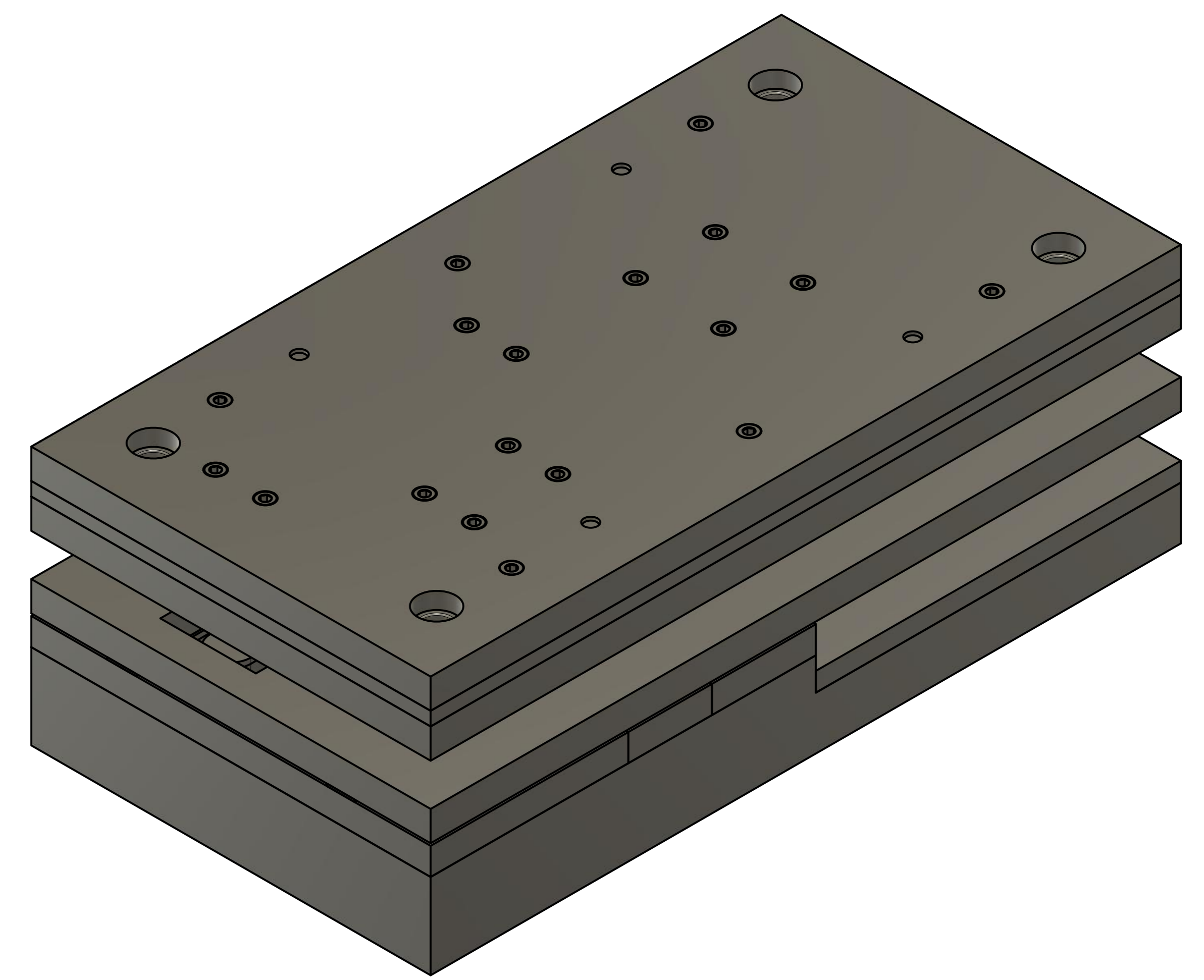
1. Plano de conjunto – Ensamblaje principal.....	73
2. Plano de subconjunto – Placa matriz	74
3. Plano de pieza – Matriz de corte (M1)	75
4. Plano de pieza – Matriz de corte (M2)	76
5. Plano de pieza – Matriz de corte (M3)	77
6. Plano de pieza – Matriz de corte y doblado (M4).....	78
7. Plano de pieza – Soporte de doblado.....	79
8. Plano de pieza – Matriz de corte final (M5).....	80
9. Plano de pieza – Tacos de reacción	81
10. Plano de pieza – Placas de desgaste.....	82
11. Plano de pieza – Pasadores de la placa matriz	83
12. Plano de pieza – Pilar del soporte de doblado	84
13. Plano de pieza – Placa base inferior.....	85
14. Plano de pieza – Regles guía	86
15. Plano de pieza – Placa guía	87
16. Plano de subconjunto – Placa portapunzones.....	88
17. Plano de pieza – Placa portapunzones	89
18. Plano de pieza – Punzón de corte tipo 1	90
19. Plano de pieza – Punzón de corte tipo 2	91
20. Plano de pieza – Punzón de corte tipo 3	92
21. Plano de pieza – Punzón de doblado.....	93
22. Plano de pieza – Centrador	94
23. Plano de pieza – Pasador para centrador.....	95
24. Plano de pieza – Punzón de corte tipo 4	96
25. Plano de pieza – Punzón de corte tipo 5	97
26. Plano de pieza – Punzón de corte tipo 6	98
27. Plano de pieza – Placa sufridera superior.....	99
28. Plano de pieza – Placa base superior.....	100
29. Plano de pieza – Columnas guía.....	101
30. Plano de pieza – Pilares.....	102
31. Plano de pieza – Casquillos guía.....	103
32. Plano de pieza – Pasadores inferiores.....	104
33. Plano de pieza – Pasadores superiores	105



A-A (1:2)



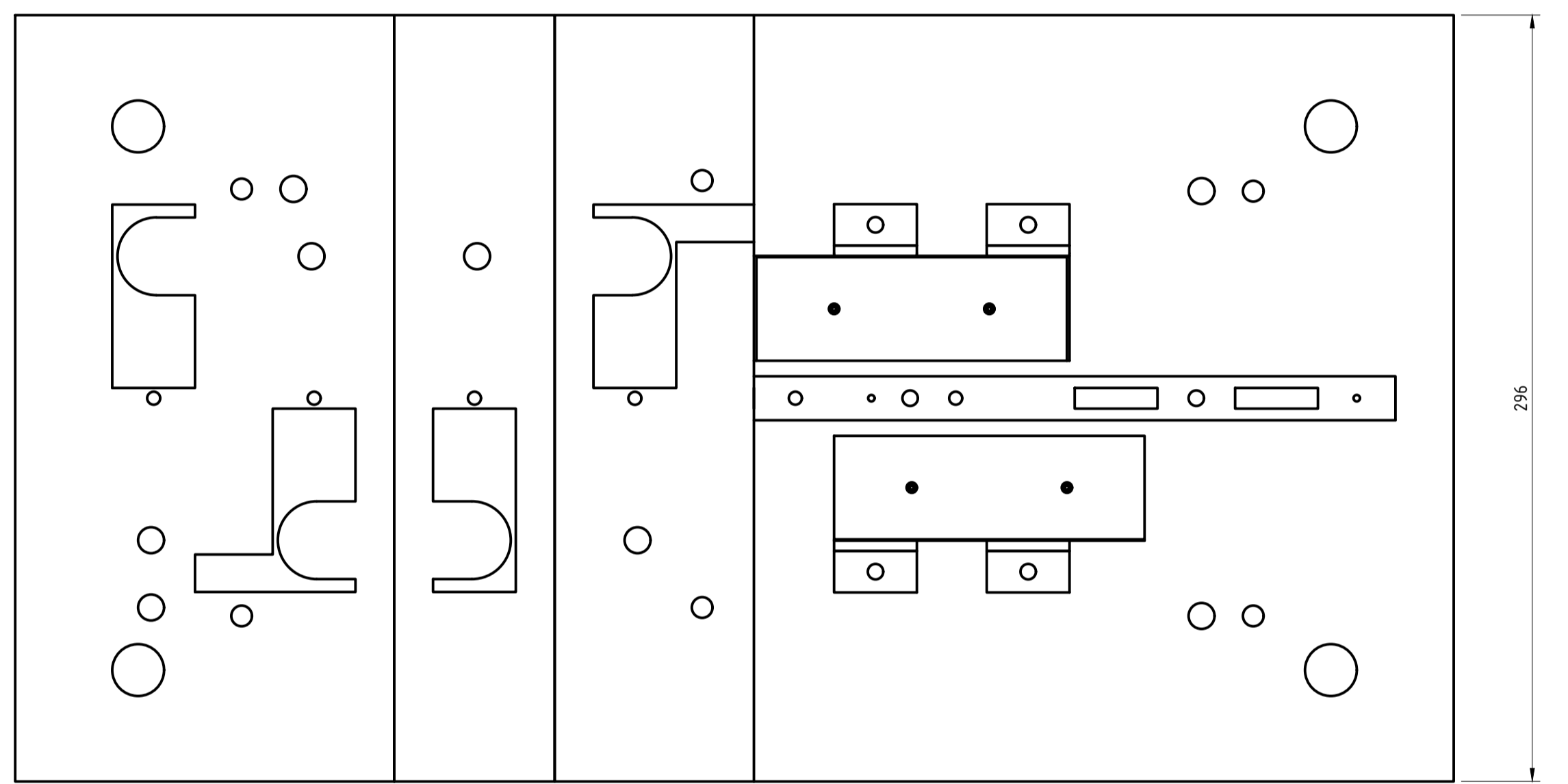
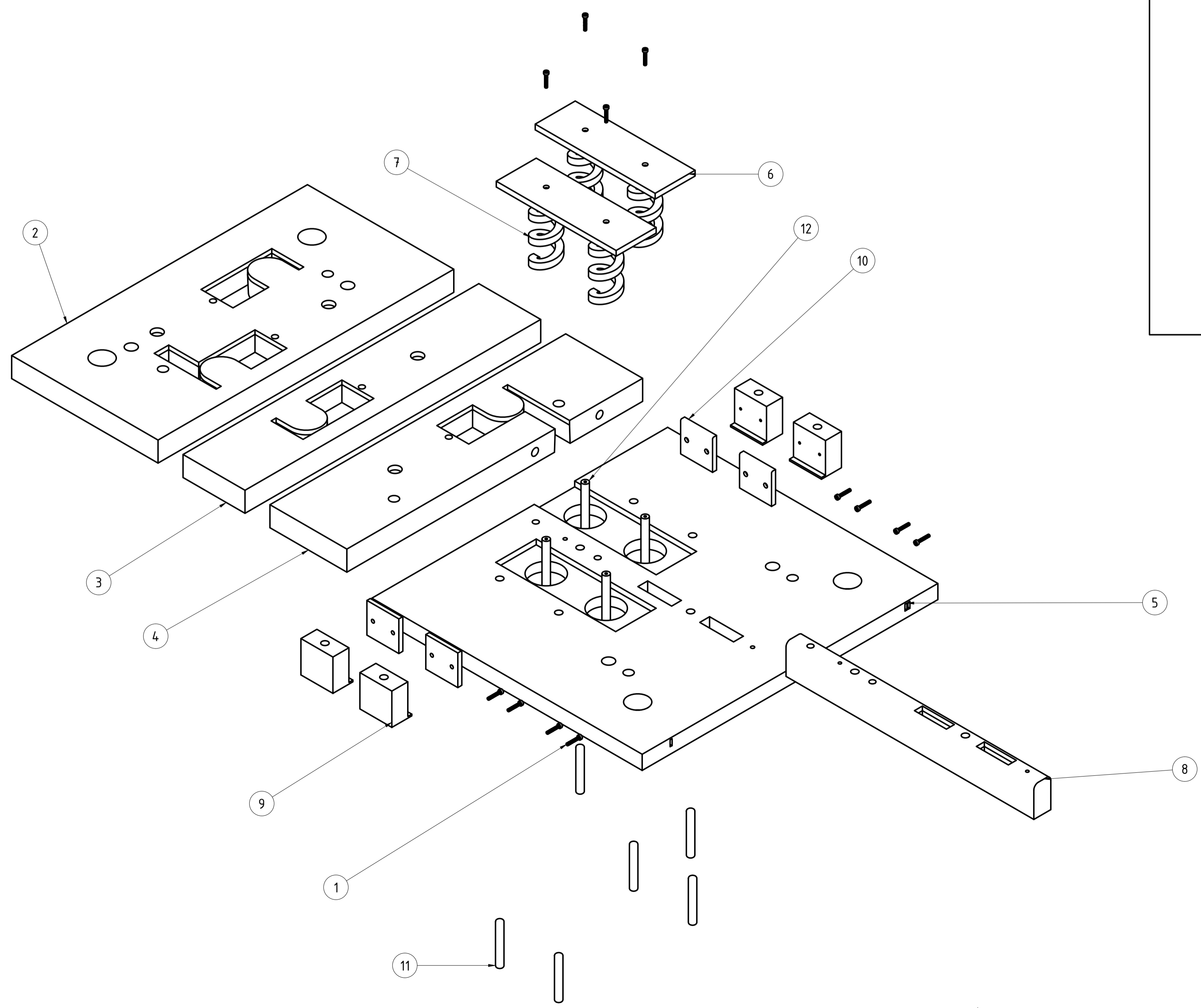
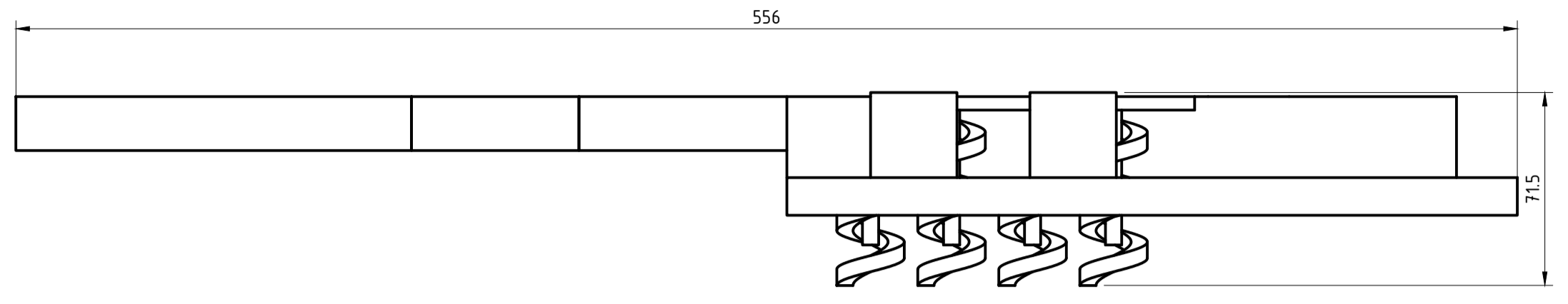
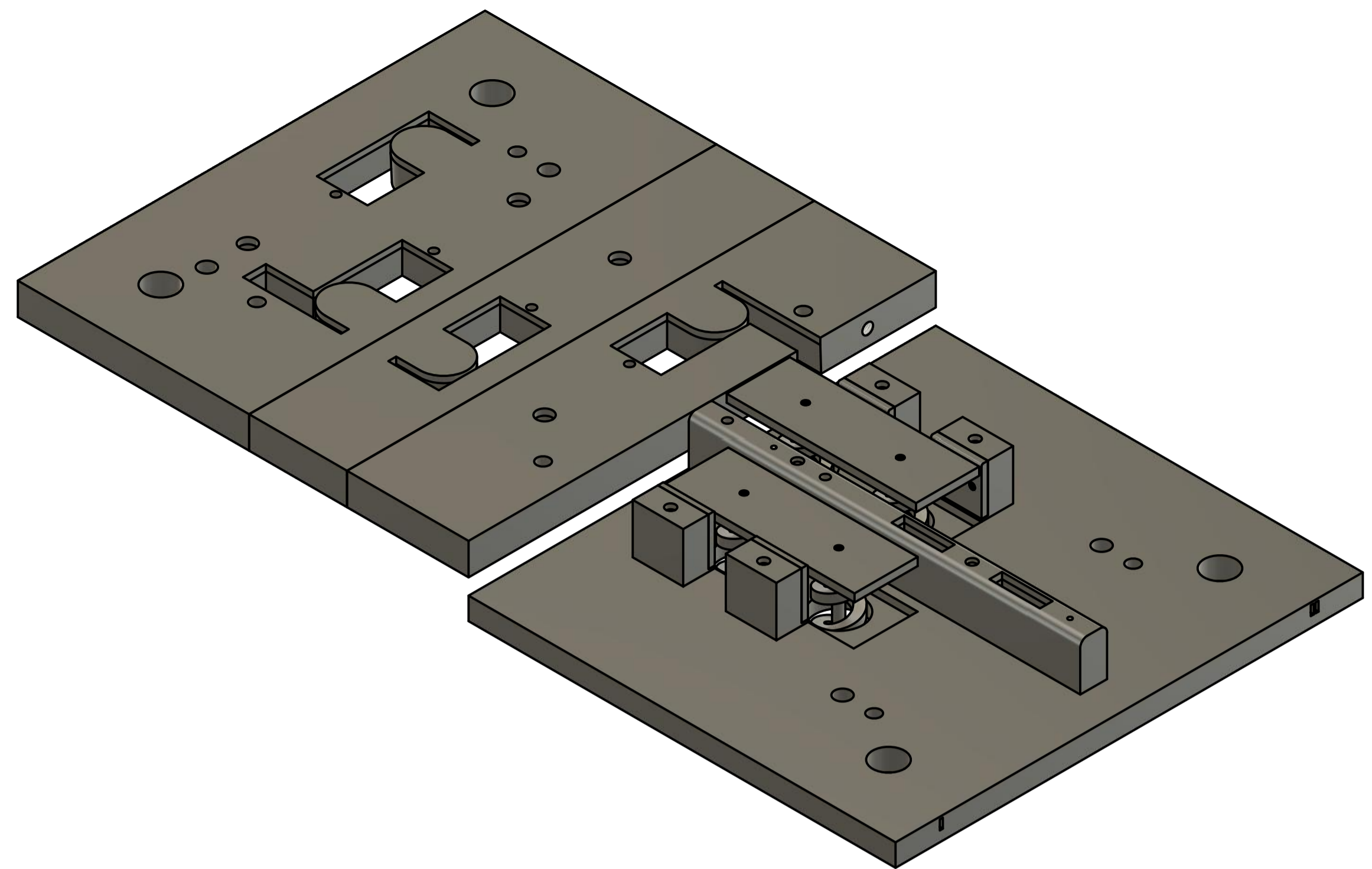
Escala 1:5



Elemento	Cantidad	Nombre	Material
16	12	91292A270_18-8 tornillo de cabeza hueca de acero inoxidable	ISO 4762 / DIN 912
15	4	Pasadores superiores	ISO 8734 / DIN 6325
14	2	91292A033_18-8 tornillo de cabeza hueca de acero inoxidable	ISO 4762 / DIN 912
13	4	Pasadores inferiores	ISO 8734 / DIN 6325
12	4	Casquillos guía	F. 1140 / 1.1191
11	6	91290A445_Black-Oxide tornillo de cabeza hueca de acero aleado	ISO 4762 / DIN 912
10	6	91292A325_18-8 tornillo de cabeza hueca de acero inoxidable	ISO 4762 / DIN 912
9	2	Pilares	F. 1140 / 1.1191
8	4	Columnas guía	1.1213
7	1	Placa base superior	F. 1140 / 1.1191
6	1	Placa sufridera superior	F. 5210
5	1	Placa portapunzones	
4	1	Placa guía	F. 1140 / 1.1191
3	2	Reglas guía	F. 1140 / 1.1191
2	1	Base inferior	F. 1140 / 1.1191
1	1	Placa matriz	

Lista de piezas			
Dibujado	Fecha	Nombre	Firma
Revisado	21/04/22	Alejandro Domingo Alonso	
		Vicente Adán Roca	
Conjunto: Ensamblaje principal			Material: Tratamiento térmico
Título: Troquel			Plano nº: 1-00-00 Escala: 1:2



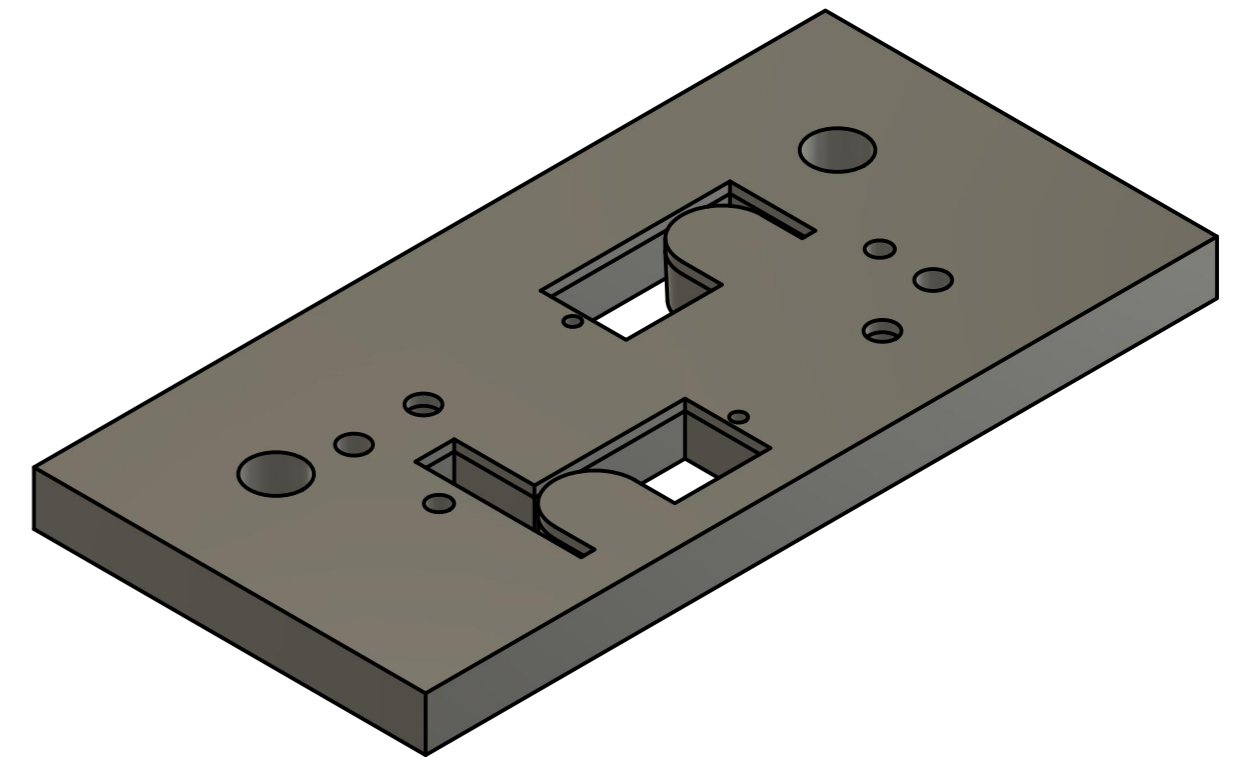
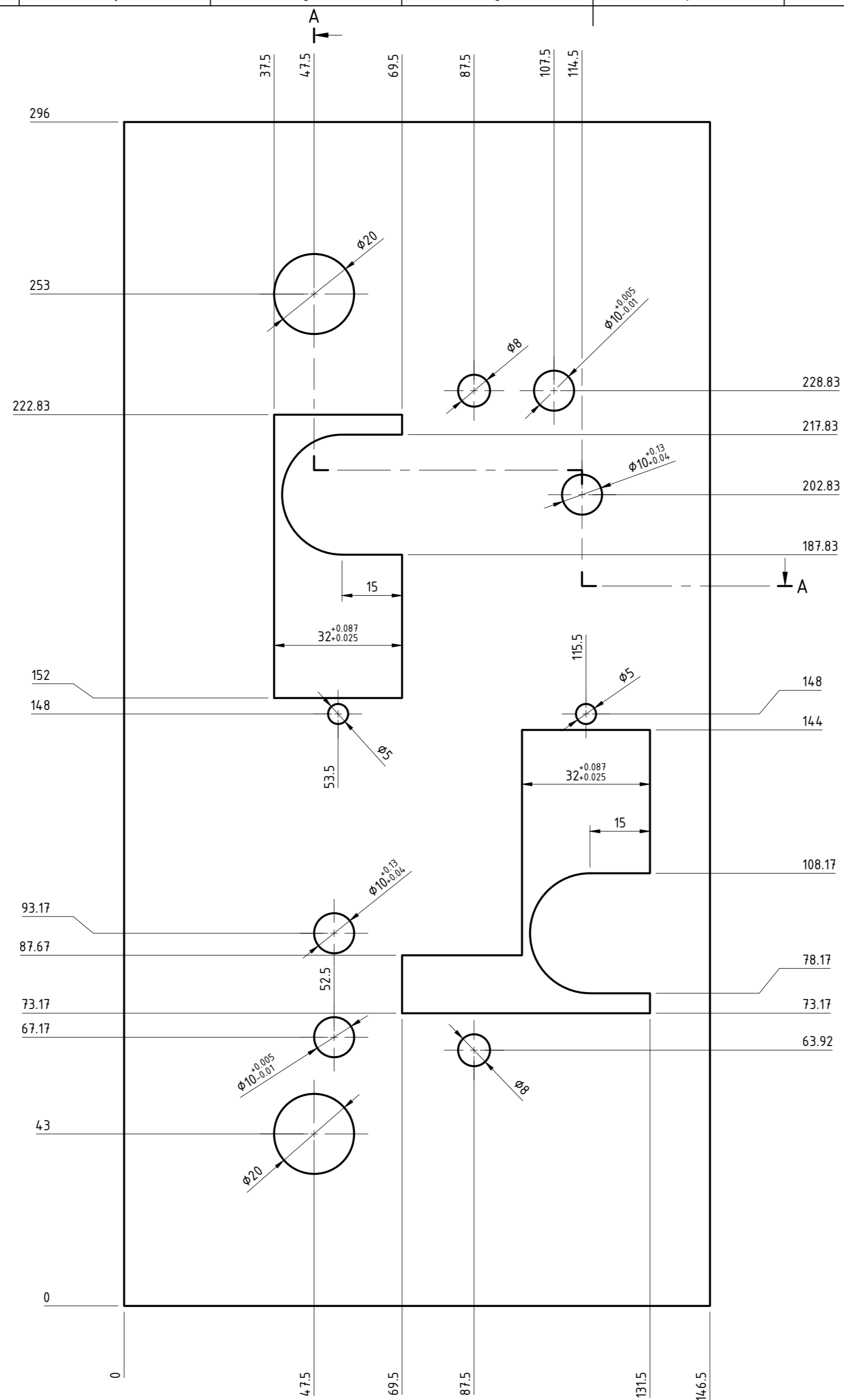
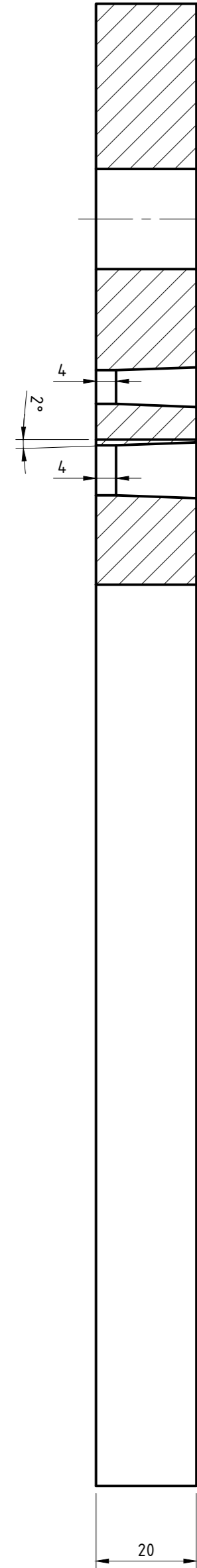


Elemento	Cantidad	Nombre	Material
12	4	Pilar del soporte de doblado	F. 5210
11	4	Pasadores	ISO 8734 / DIN 6325
10	4	Placas de desgaste	Goma poliuretánica (adiprene)
9	4	Tacos de reacción	F. 1140
8	1	Matriz de corte final (M5)	F. 5210
7	4	Muelle de compresión	DIN ISO 10243
6	2	Soporte de doblado	F. 5210
5	1	Matriz de corte y doblado (M4)	F. 5210
4	1	Matriz de corte (M3)	F. 5210
3	1	Matriz de corte (M2)	F. 5210
2	1	Matriz de corte (M1)	F. 5210
1	12	92290A019_Super-Corrosion-Resistant 316 - Tornillo de cabeza hueca de acero inoxidable	ISO 4762 / DIN 912

Lista de piezas				
Elemento	Cantidad	Nombre	Firma	Material
Conjunto: Ensamblaje principal				
Título: Plano de subconjunto - placa matriz				
				Plano Nº: 1-01-00
				Escala: 1:2



A-A (1:1)



Todos los huecos de la pieza son pasantes y los encargados del corte de la chapa tienen un aumento progresivo de sección como aparece en A - A.

Por claridad del dibujo, la tolerancia de los orificios no circulares en todo su perímetro es la indicada para una de sus caras.

Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

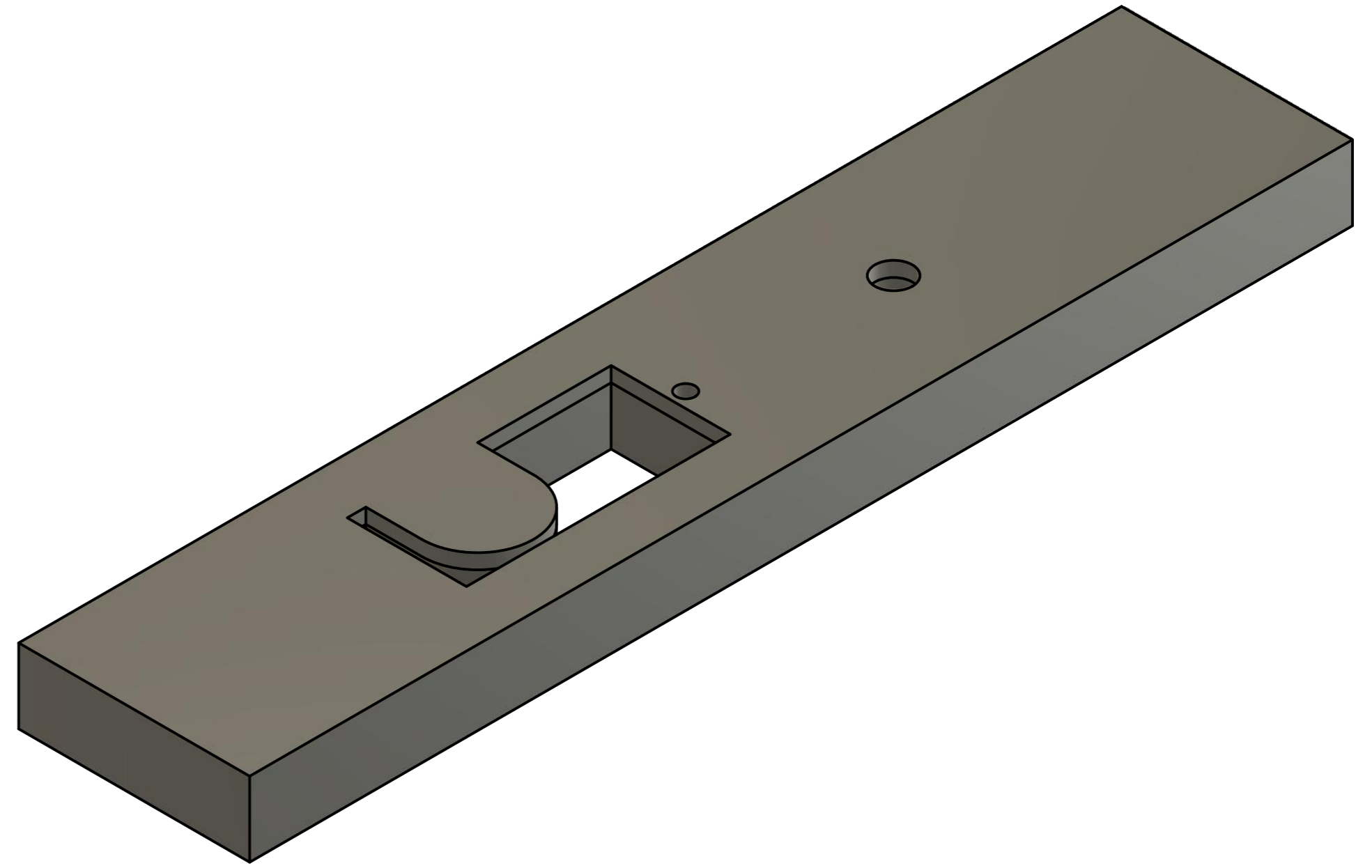
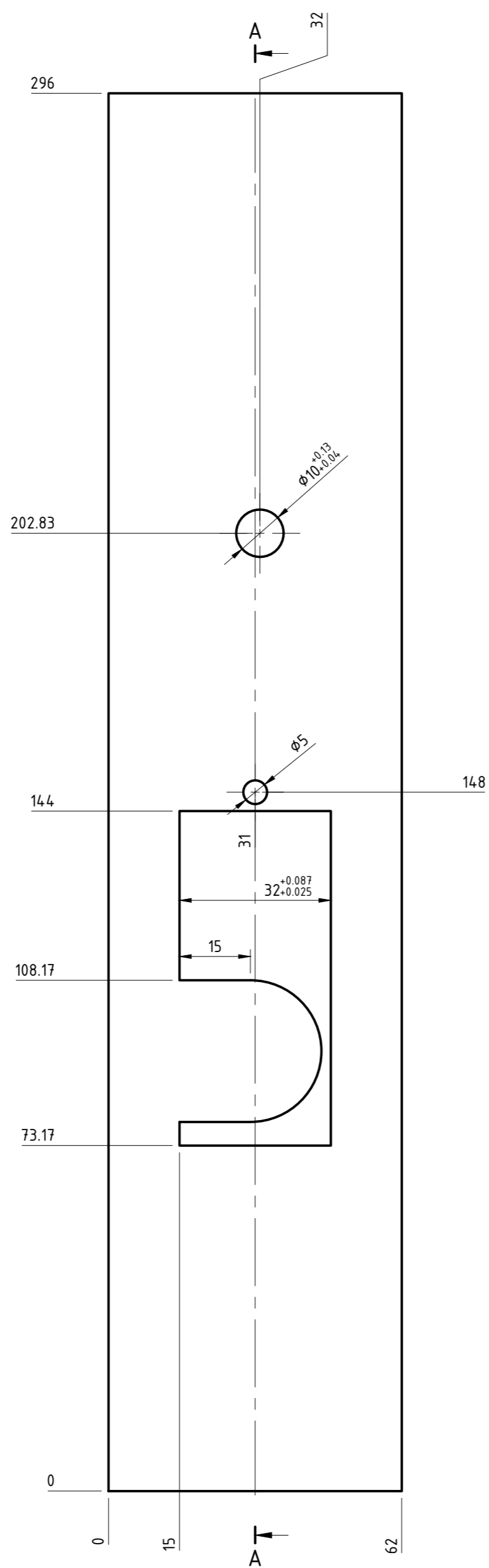
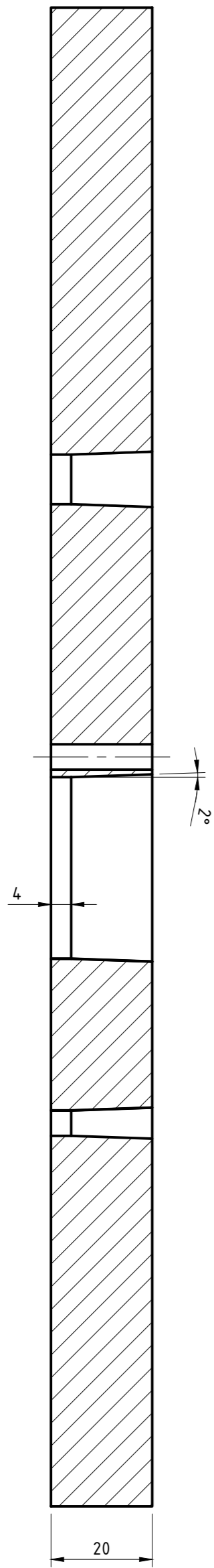
Para cantos de placas y otras partes no funcionales: acabados N7 Y N8.

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)				
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400
Designación	Descripción	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2
f	fina					

Valor de la rugosidad Ra (µm)	Clase de rugosidad
3.2	N8
1.6	N7
0.8	N6
0.4	N5
0.2	N4

	Fecha	Nombre	Firma	Material
	21/04/22	Alejandro Domingo Alonso		F. 5210
Revisado		Vicente Adán Roca		Tratamiento térmico
Conjunto:	Subconjunto placa matriz			Templado y revenido
Título:	Matriz de corte (M1)			
	Plano Nº	Escala:		
	1-01-01	1:1		

A-A (1:1)



Todos los huecos de la pieza son pasantes y los encargados del corte de la chapa tienen un aumento progresivo de sección como aparece en A - A.

Por claridad del dibujo, la tolerancia de los orificios no circulares en todo su perímetro es la indicada para una de sus caras.

Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

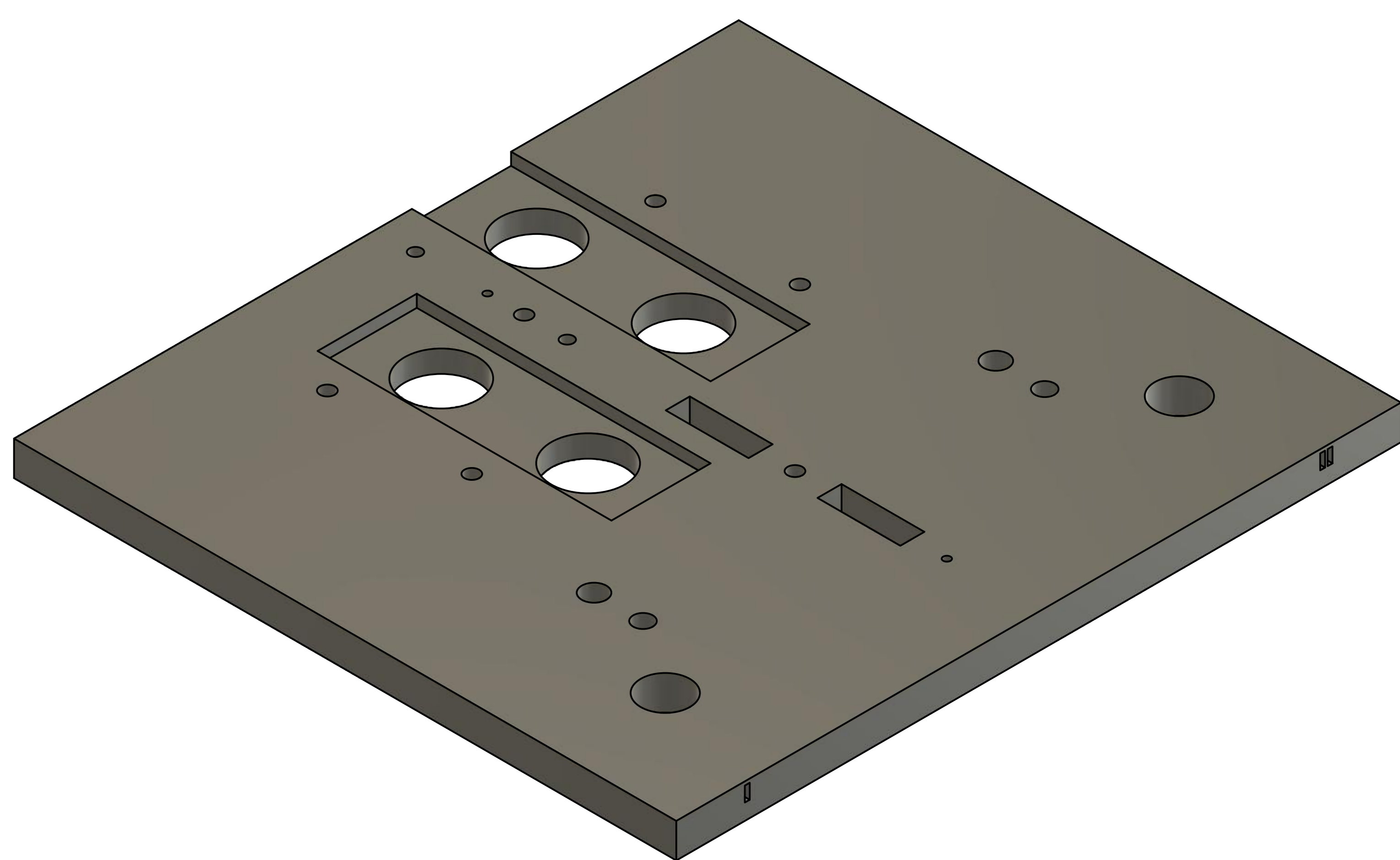
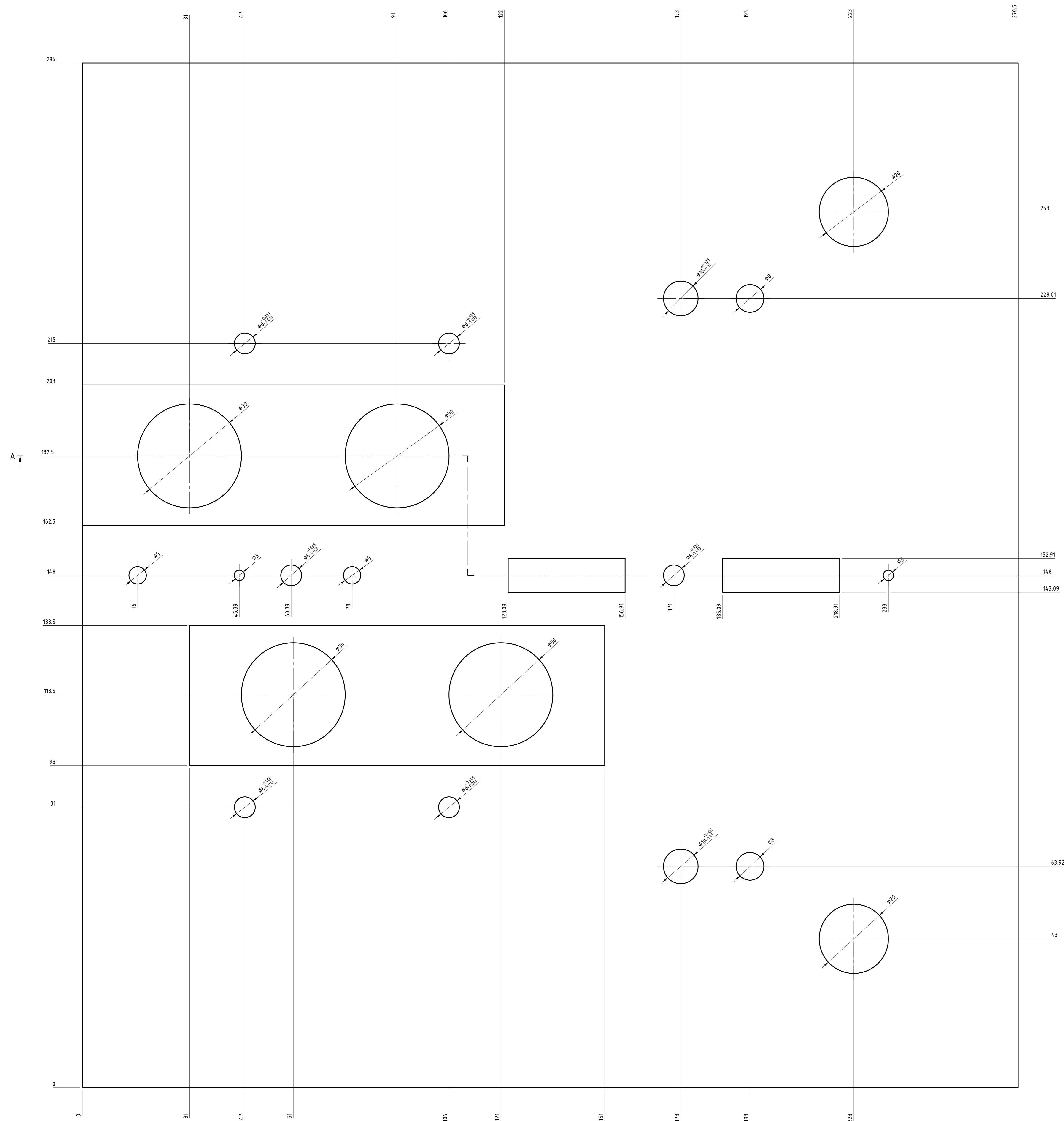
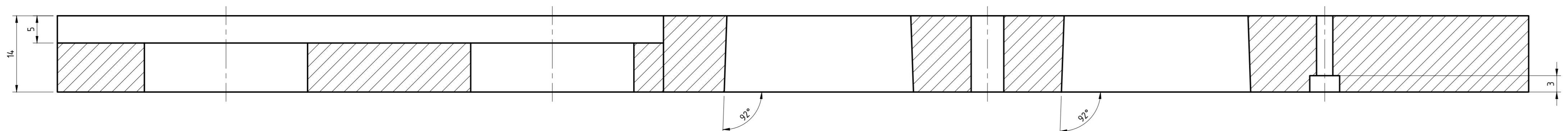
Para cantos de placas y otras partes no funcionales: acabados N7 Y N8.

Clase de tolerancia	Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)				
	0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 4.00
Designación	f	fina			
Descripción	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2

Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad
3.2	N8
1.6	N7
0.8	N6
0.4	N5
0.2	N4

	Fecha	Nombre	Firma	Material
Dibujado	21/04/22	Alejandro Domingo Alonso		F. 5210
Revisado		Vicente Adán Roca		Tratamiento térmico Templado y revenido
Conjunto:				
Subconjunto placa matriz				
Título:				Plano Nº
Matriz de corte (M2)				1-01-02
				Escala:
				1:1

A-A (2:1)

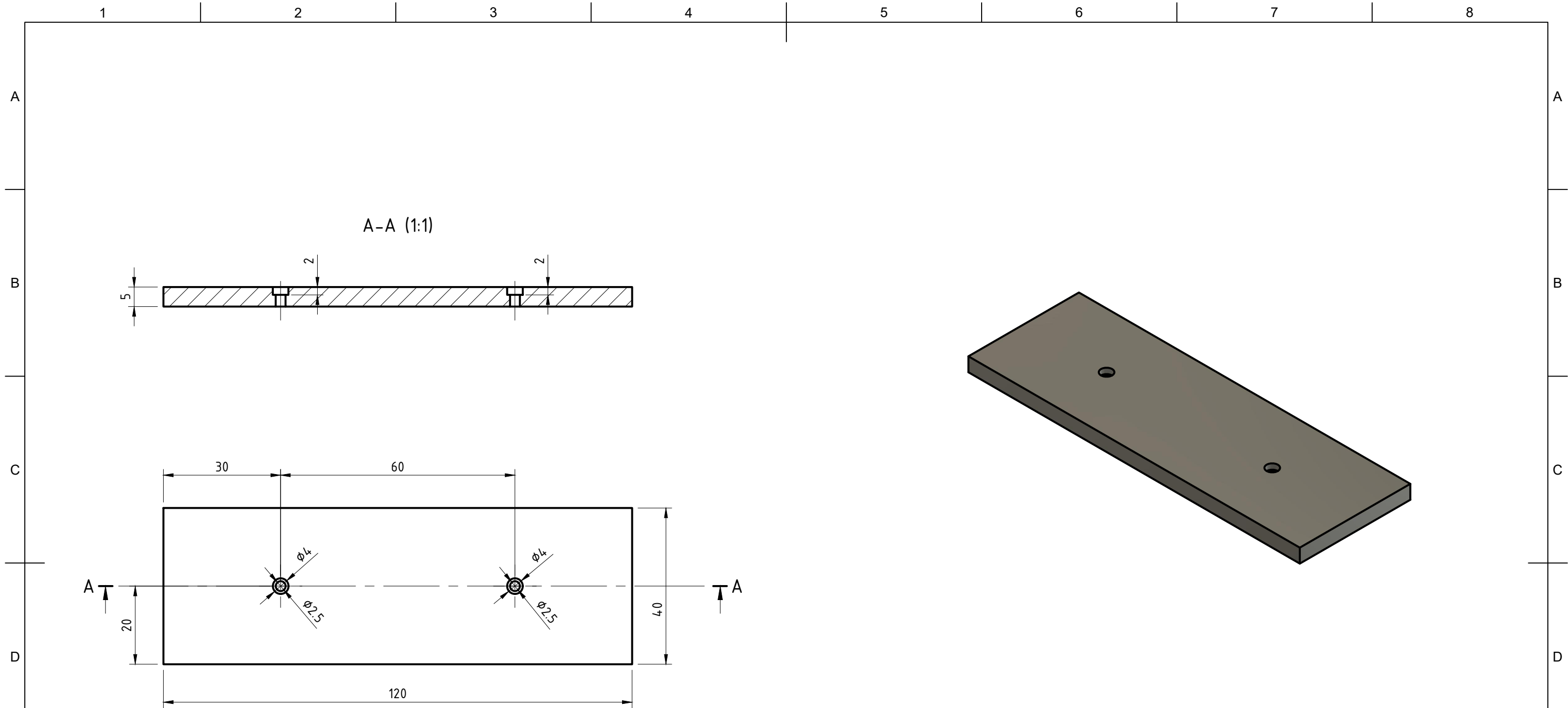


Todos los huecos de la pieza son pasantes y los relativos al corte de la chapa tienen un aumento progresivo de sección como aparece en A - A.

Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo. Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Para cantos de placas y otras partes no funcionales: acabados N7 Y N8.

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)				Valor de la rugosidad Ra (µm)		Clase de rugosidad	
0,5	más de	más de	más de	más de	3,2	N8			
hasta 3	hasta 3	hasta 6	hasta 30	hasta 100	1,6	N7			
					0,8	N6			
					0,4	N5			
					0,2	N4			
Designación	Descripción	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2			
F	fin	18	18	19	19	20			
		Revisado		Fecha		Nombre		Firma	
		Vicente Adán Roca		21/04/22		Alejandro Domingo Alonso		[Firma]	
		Conjunto:		Subconjunto placa matriz		Material		F. 5210	
		Título:		Matriz de corte y doblado (M4)		Tratamiento térmico		Templado y revenido	
		Plano N°		Escala		Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		1-01-04 2:1	

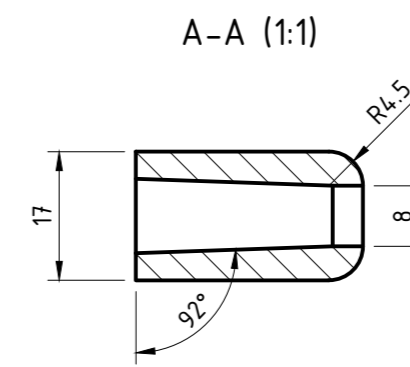
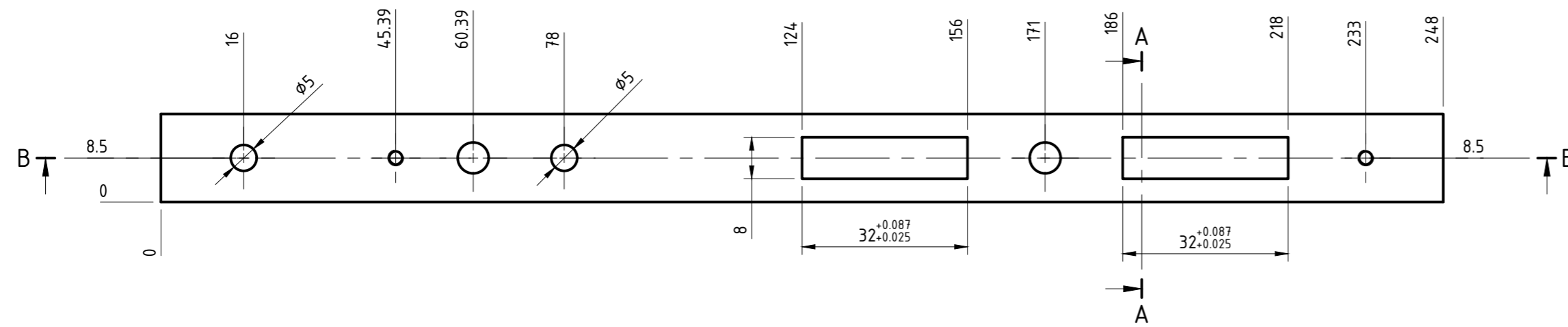
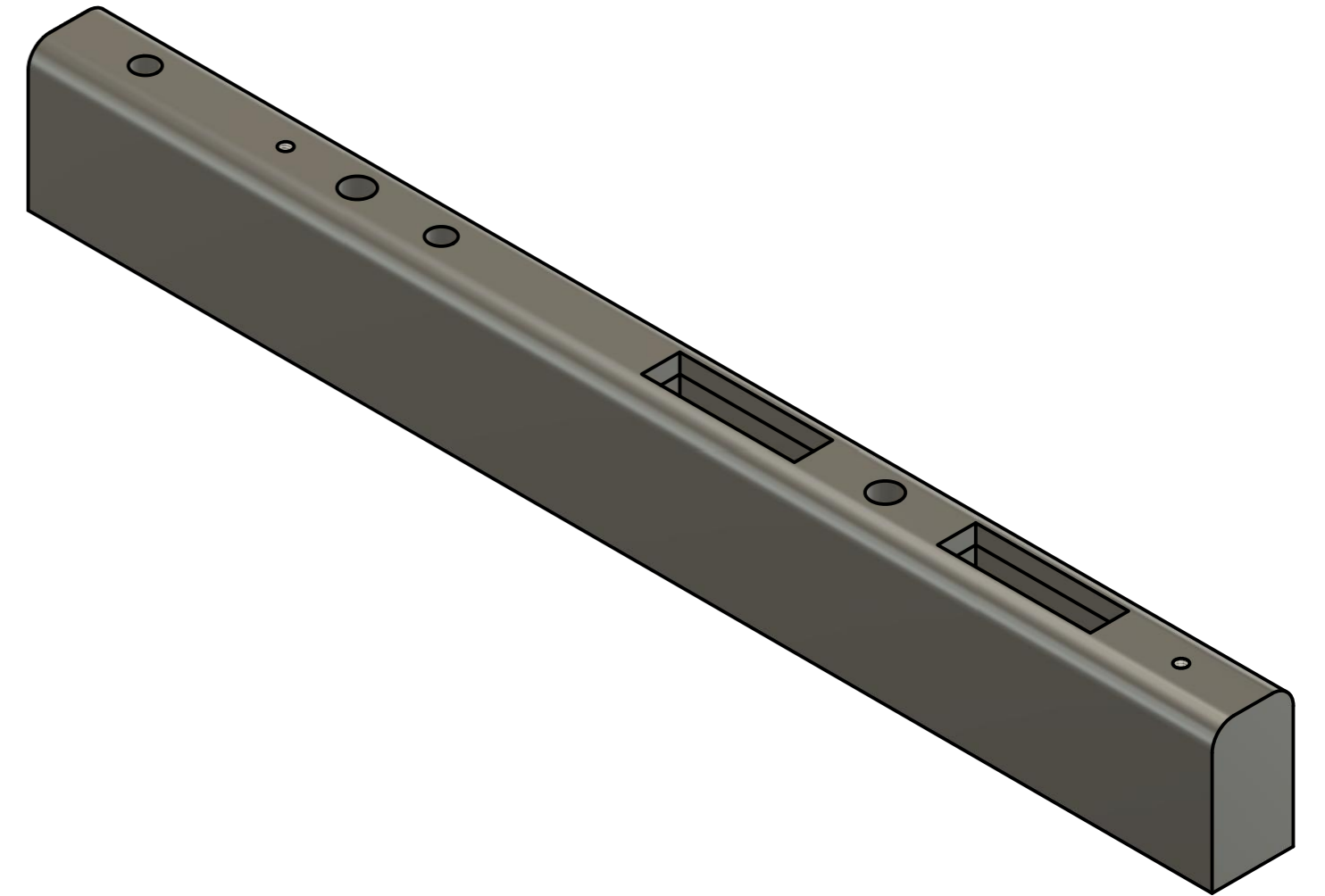
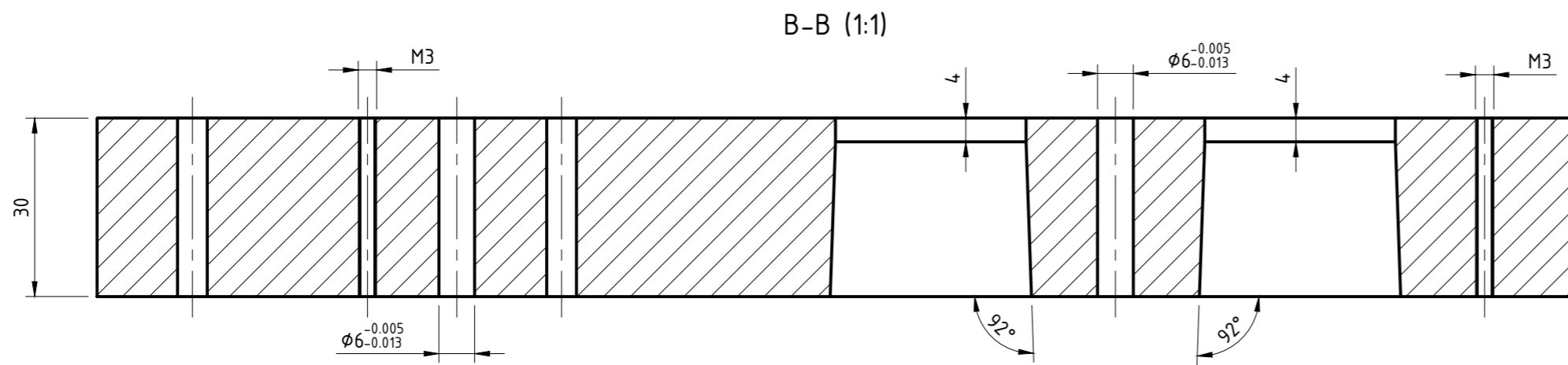


Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Para cantos de placas y otras partes no funcionales: acabados N7 Y N8.

Clase de tolerancia	Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (µm)	Clase de rugosidad					
	0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400							
Designación	Descripción											
f	fina					±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	0.2	N4

	Fecha	Nombre	Firma	Material
	Dibujado	21/04/22		Alejandro Domingo Alonso
	Revisado			Tratamiento térmico
		Vicente Adán Roca		Templado y revenido
Conjunto: Subconjunto placa matriz				
Título: Soporte de doblado				
				1-01-05
				Escala:
				1:1



Por claridad del dibujo, la tolerancia de los orificios no circulares en todo su perímetro es la indicada para una de sus caras.

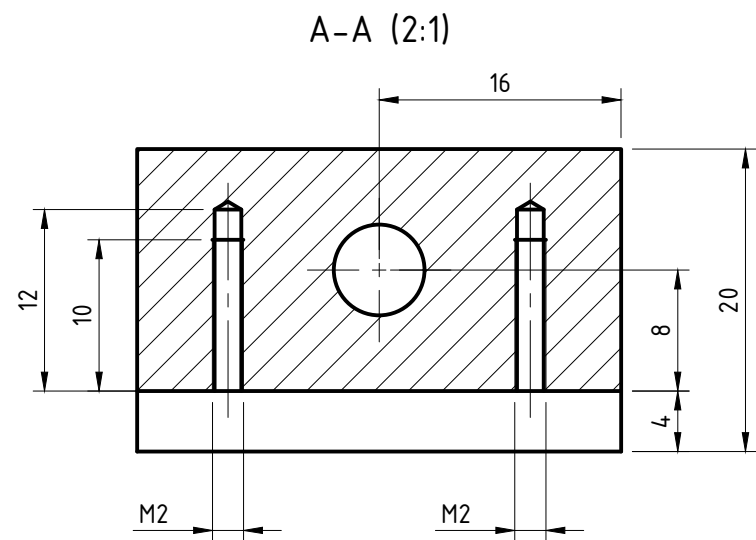
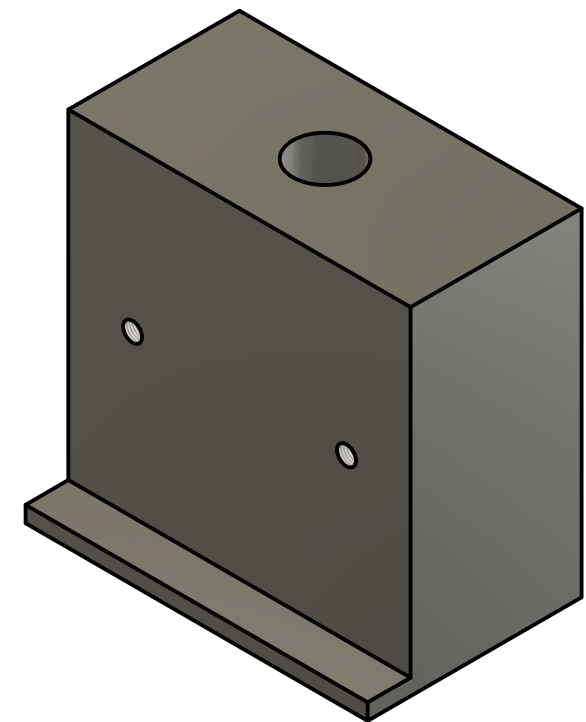
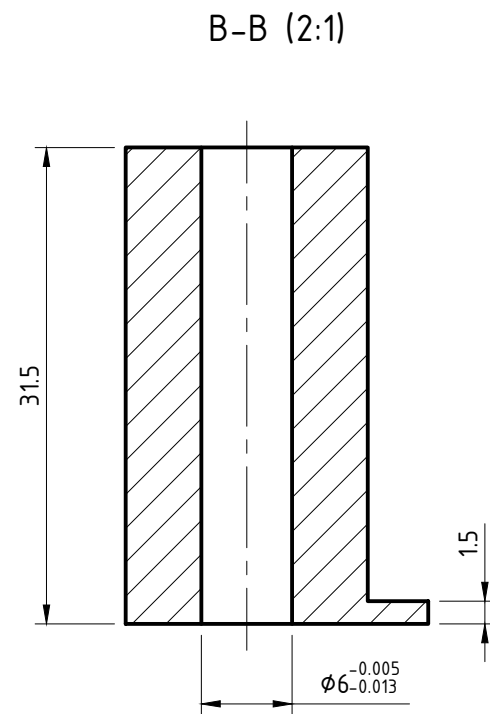
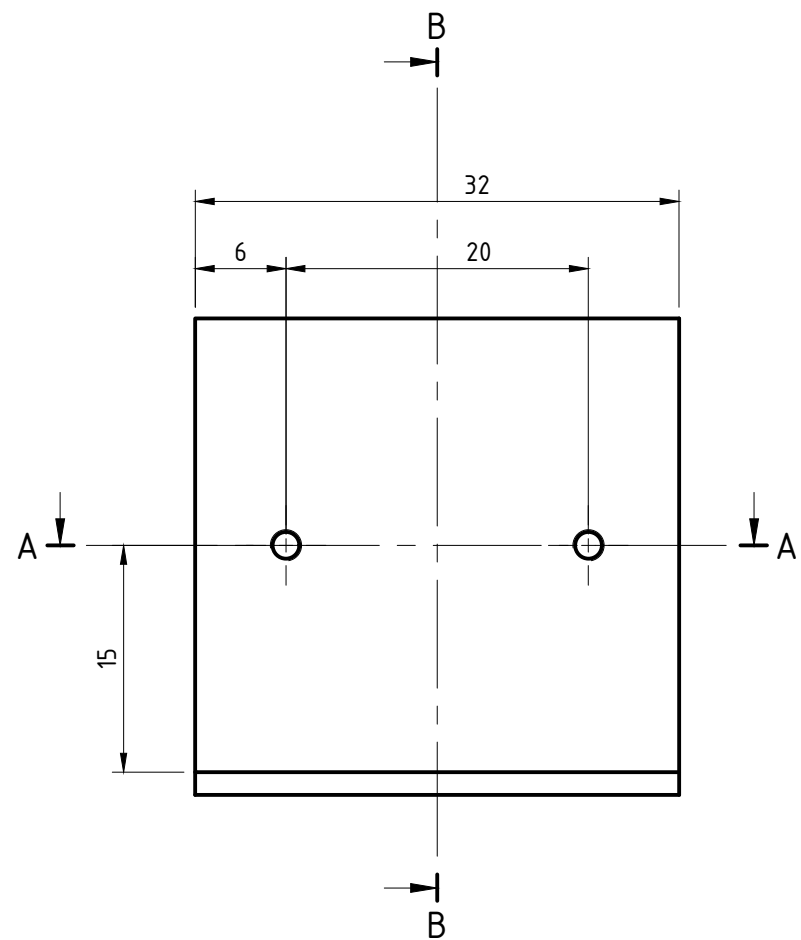
Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Para cantos de placas y otras partes no funcionales: acabados N7 Y N8.

Clase de tolerancia	Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)				
	0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400
Designación	f	fina			
Descripción					
	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2

Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad
3.2	N8
1.6	N7
0.8	N6
0.4	N5
0.2	N4

Fecha	Nombre	Firma	Material
21/04/22	Alejandro Domingo Alonso		F. 5210
Revisado	Vicente Adán Roca		Tratamiento térmico Templado y revenido
Conjunto: Subconjunto placa matriz			 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
Título: Matriz de corte final (M5)			
Plano Nº 1-01-06		Escala: 1:1	

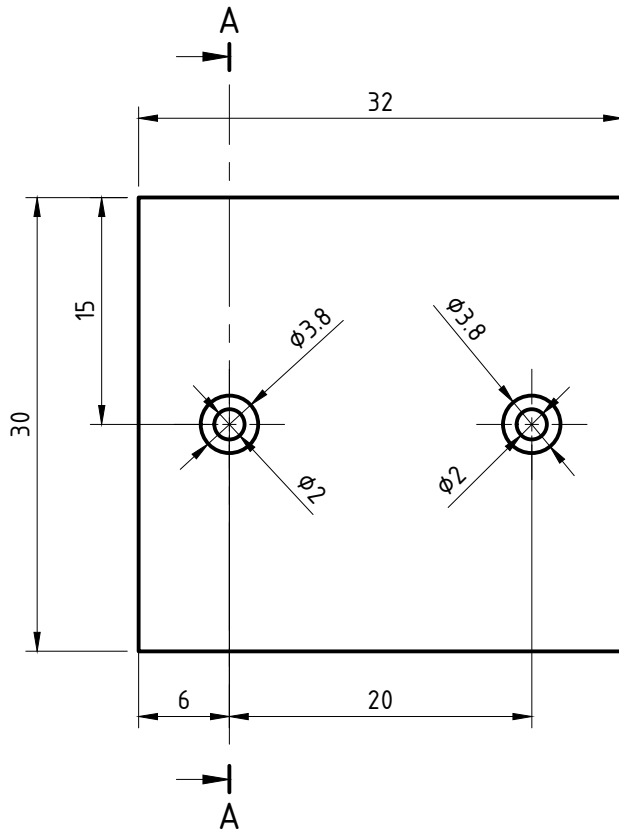
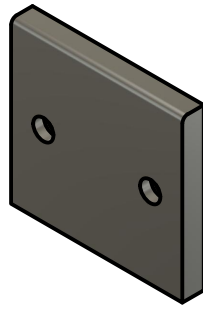


Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

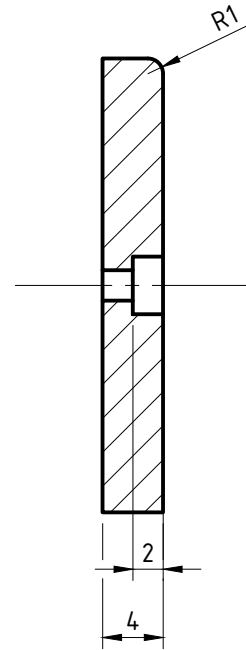
Para cantos de placas y otras partes no funcionales: acabados N7 Y N8.

	Fecha	Nombre	Firma 	Material
	Dibujado	21/04/22		Alejandro Domingo Alonso
	Revisado		Vicente Adán Roca	Tratamiento térmico
Conjunto: Subconjunto placa matriz				
Título: Tacos de reacción				
		Plano Nº	Escala:	
		1-01-07	2:1	

Clase de tolerancia	Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad
	0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400		
Designación	Descripción						
f	fina					±0.05	±0.05
		±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	0.2	N4

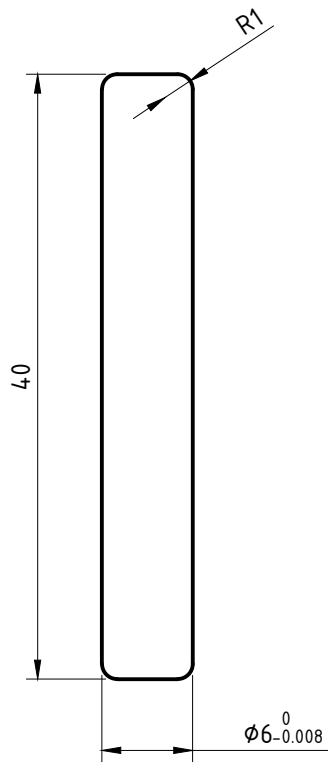


A-A (2:1)



Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	3.2	N8
Designación	Descripción					1.6	N7	
f	fina	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	0.8	N6	
						0.4	N5	
						0.2	N4	
	Fecha	Nombre		Firma		Material Goma poliuretánica (adiprene)		
Dibujado	21/04/22	Alejandro Domingo Alonso				Tratamiento térmico		
Revisado		Vicente Adán Roca						
Conjunto: Subconjunto placa matriz								
Título: Placas de desgaste								Plano Nº 1-01-08



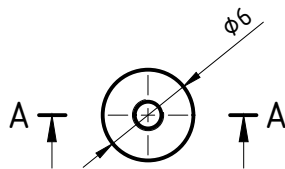
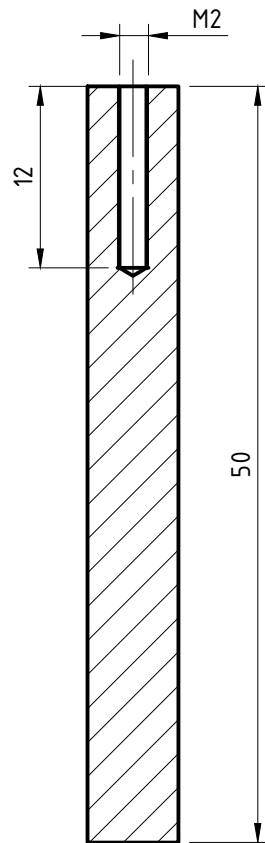
Acabado superficial 1.6 = N7

Elemento normalizado MEUSBURGER E 1301

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	3.2	N8
Designación	Descripción					1.6	N7	
f	fina	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	0.8	N6	
						0.4	N5	
						0.2	N4	

	Fecha	Nombre	Firma 	Material	
	Dibujado	Alejandro Domingo Alonso		Tratamiento térmico	
	Revisado	Vicente Adán Roca			
Conjunto: Subconjunto placa matriz					
Título:	Pasadores		Plano Nº		Escala:
				1-01-09	2:1

A-A (2:1)



Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	3.2	N8
Designación	Descripción					1.6	N7	
f	fina	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	0.8	N6	
						0.4	N5	
						0.2	N4	

	Fecha	Nombre	Firma	Material
Dibujado	21/04/22	Alejandro Domingo Alonso		F. 5210
Revisado		Vicente Adán Roca		Tratamiento térmico Templado y revenido
Conjunto: Subconjunto placa matriz				
Título:	Pilar del soporte de doblado			Plano Nº 1-01-10
				Escala: 2:1

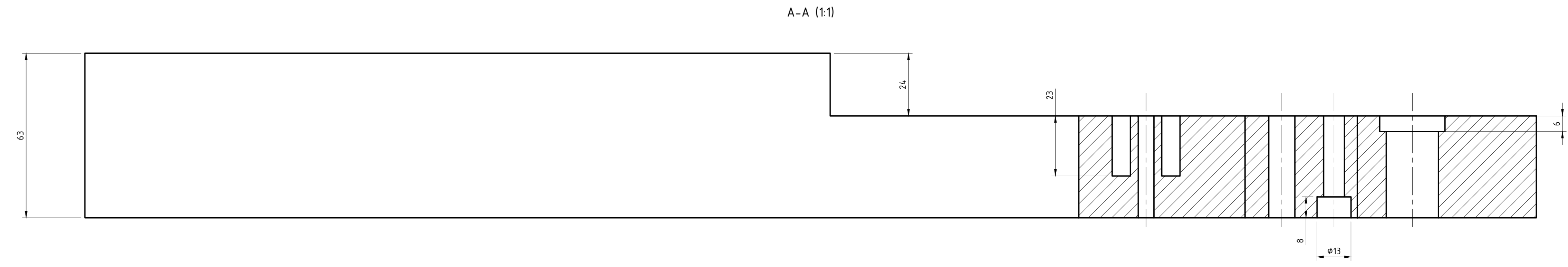
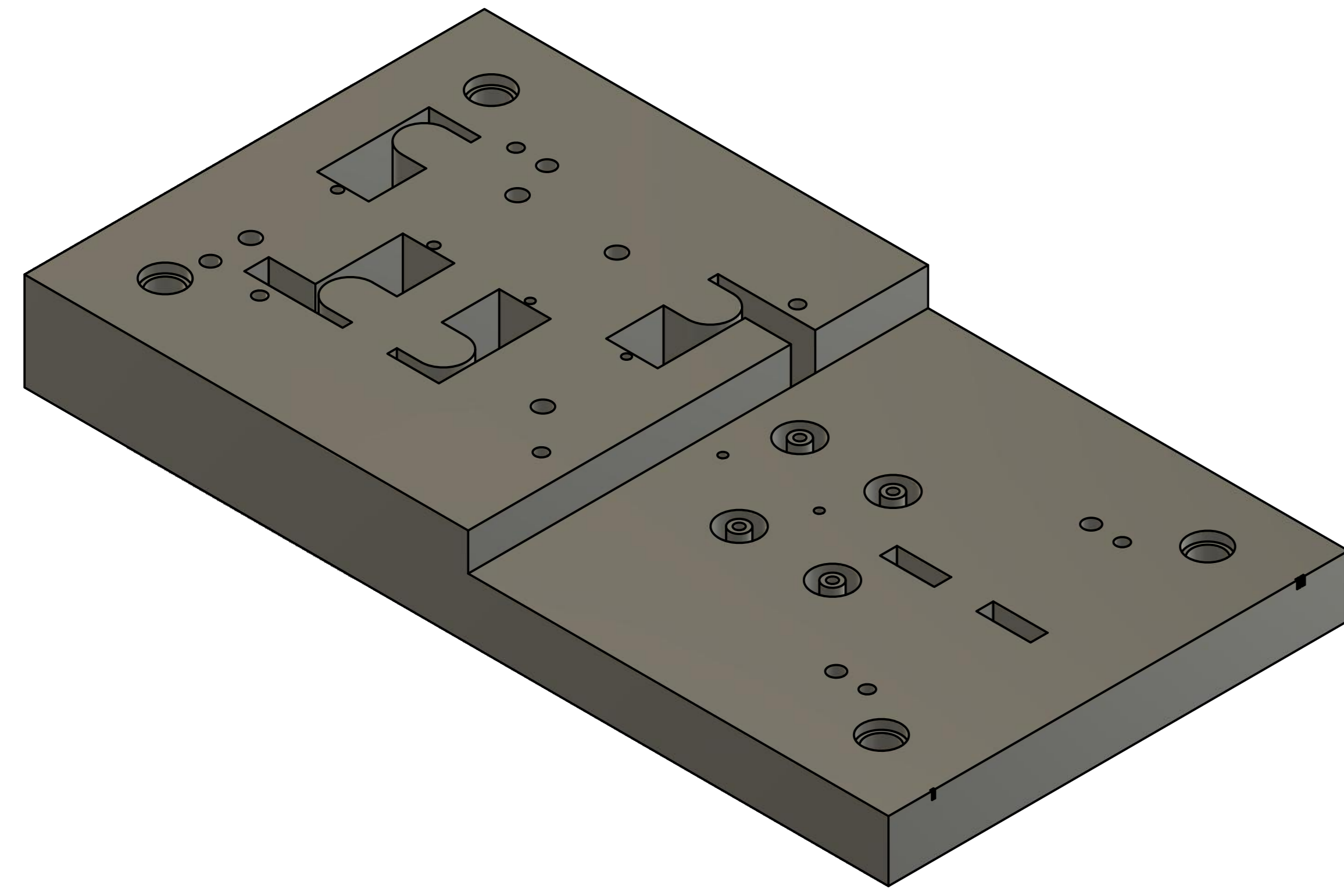
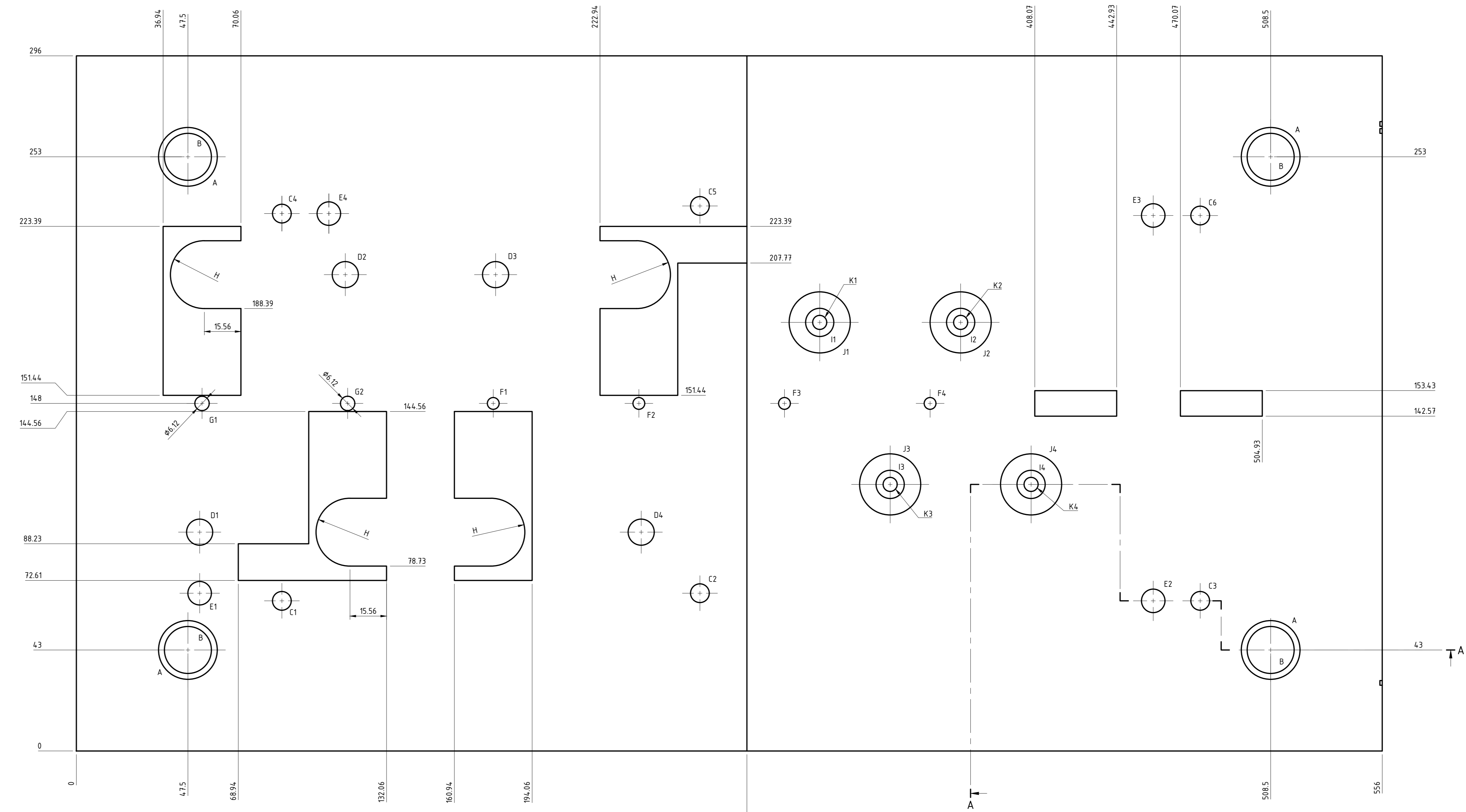


Tabla de posicionamiento de agujeros

	X	Y
C1	87.5	63.92
C2	265.5	63.17
C3	478.5	63.92
C4	87.5	228.83
C5	265.5	232.08
C6	478.5	228
D1	52.5	63.17
D2	114.5	202.83
D3	178.5	202.83
D4	240.5	93.17
E1	52.5	63.17
E2	458.5	63.92
E3	458.5	228
E4	107.5	228.83
F1	177.5	14.8
F2	239.5	14.8
F3	301.5	14.8
F4	363.5	14.8
G1	53.5	14.8
G2	115.5	14.8
H = J1 = K1	316.5	182.5
I2 = J2 = K2	376.5	182.5
I3 = J3 = K3	346.5	115.5
I4 = J4 = K4	406.5	115.5

Tabla de valores

	φ (mm)	R (mm)	Tolerancia
A (x4)	25		
B (x4)	20		
C (x6)	8		
D (x4)	11.12		
E (x4)	10		K7 (Pasadores)
F (x4)	5		
G (x2)	6.12		
H (x4)		14.44	
I (x4)	12		
J (x4)	26		
K (x4)	6		

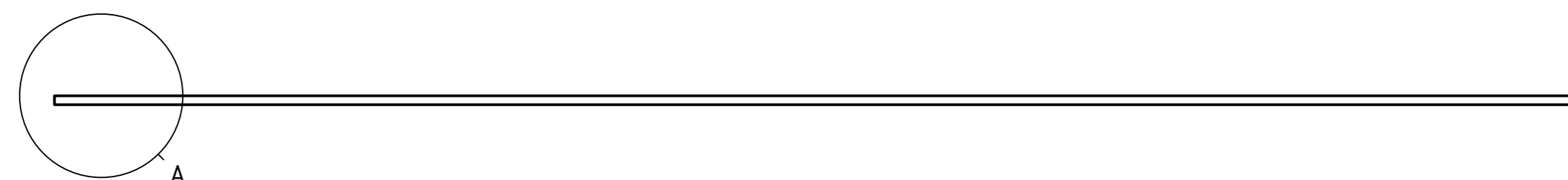
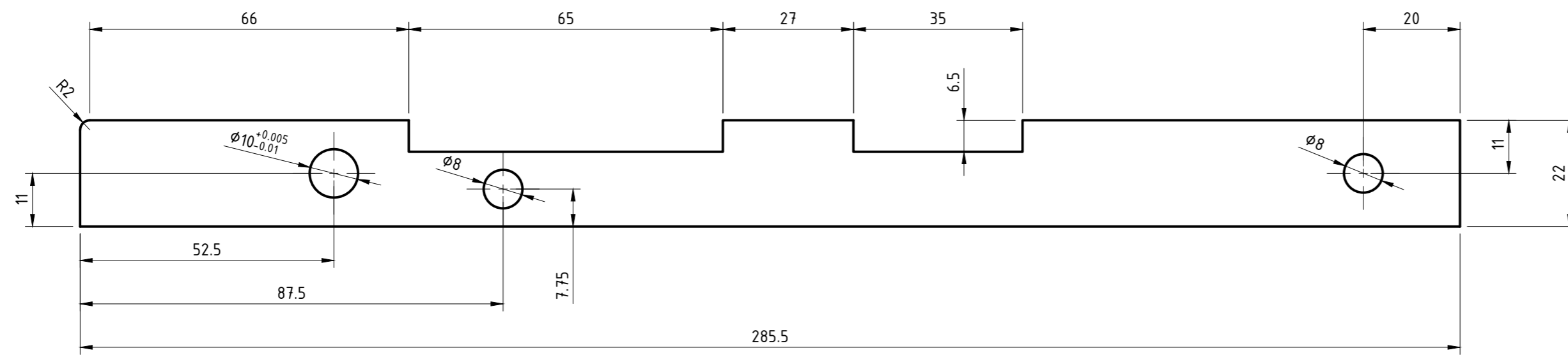
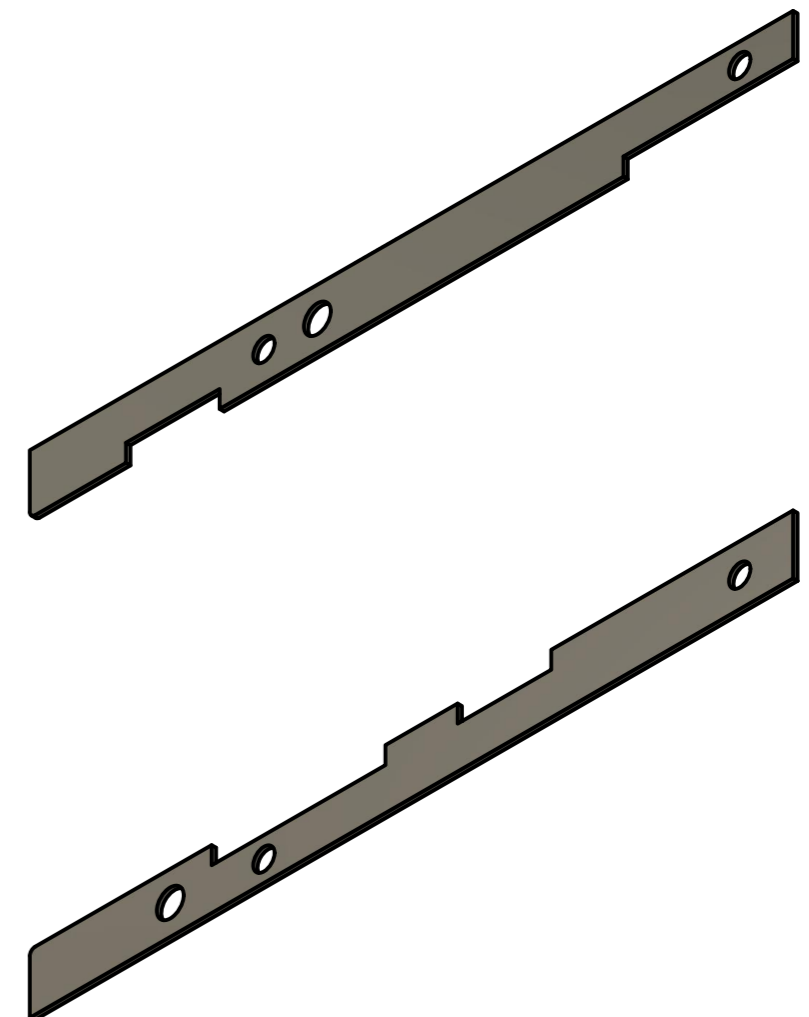
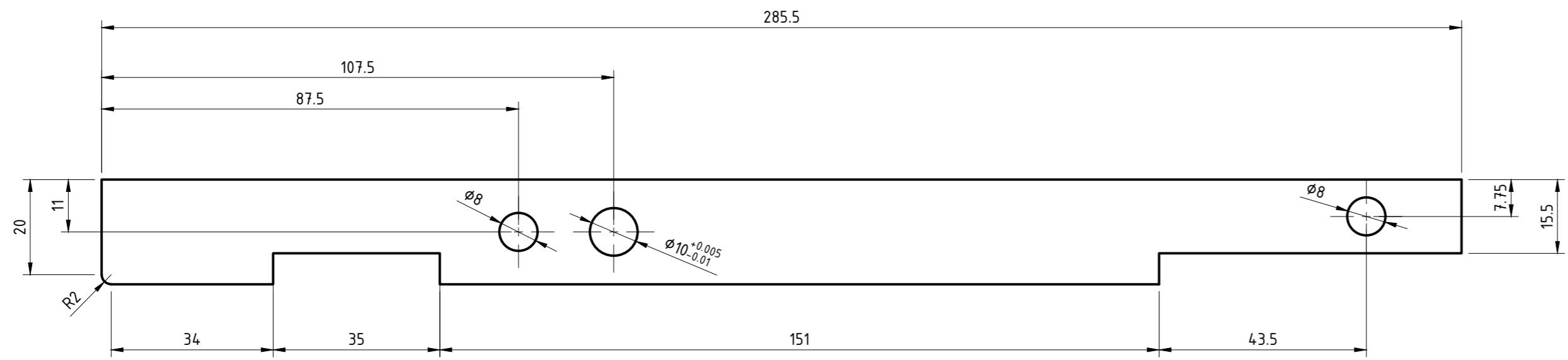


Todos los huecos de la pieza son pasantes excepto los 4 anillos comprendidos entre las circunferencias "I" y "J" como se muestra en la vista de sección

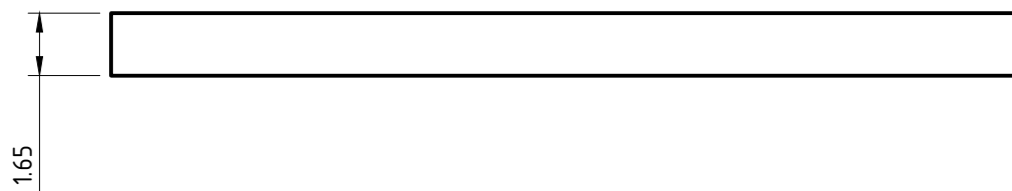
Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde NL a N6.

Para cantos de placas y otras partes no funcionales: acabados N7 Y N8.

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad	Fecha	Nombre	Firma	Material	
Designación	Descripción	0,5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	3,2	N8	Dibujado	21/04/22	Alejandro Domingo Alonso	F. 116.0 / 1.191	
		f	fina	+0,05	+0,1	+0,15	+0,2	1,6	N7	Revisado		Vicente Adán Roca	Tratamiento térmico
							0,8	N6	Conjunto: Ensamblaje principal			Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
							0,4	N5	Título: Placa base inferior				Piano nº
							0,2	N4					Escala
												1:1	



Detalle A
(Escala 5:1)



Los agujeros de $\phi 10$ tienen una tolerancia H7

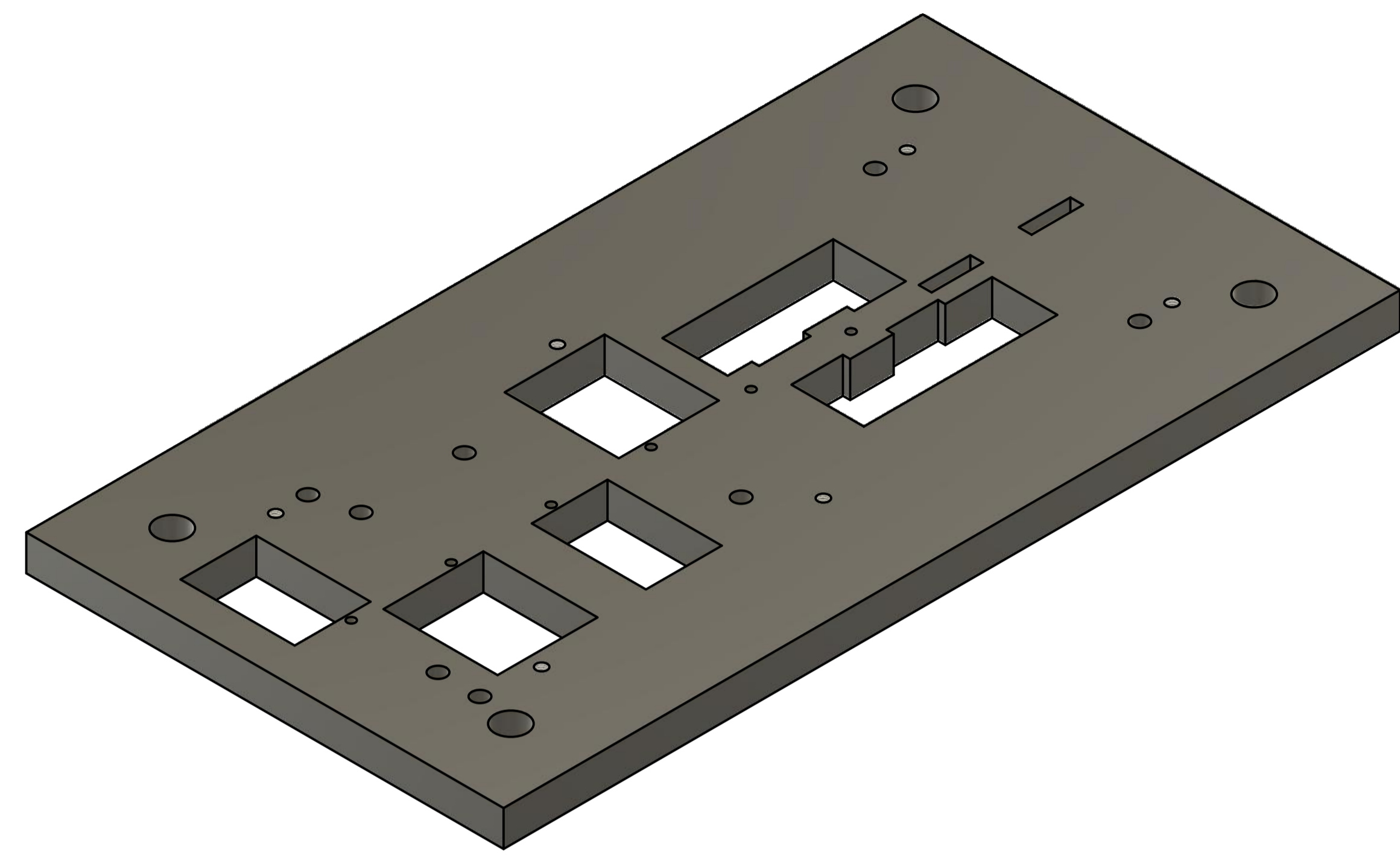
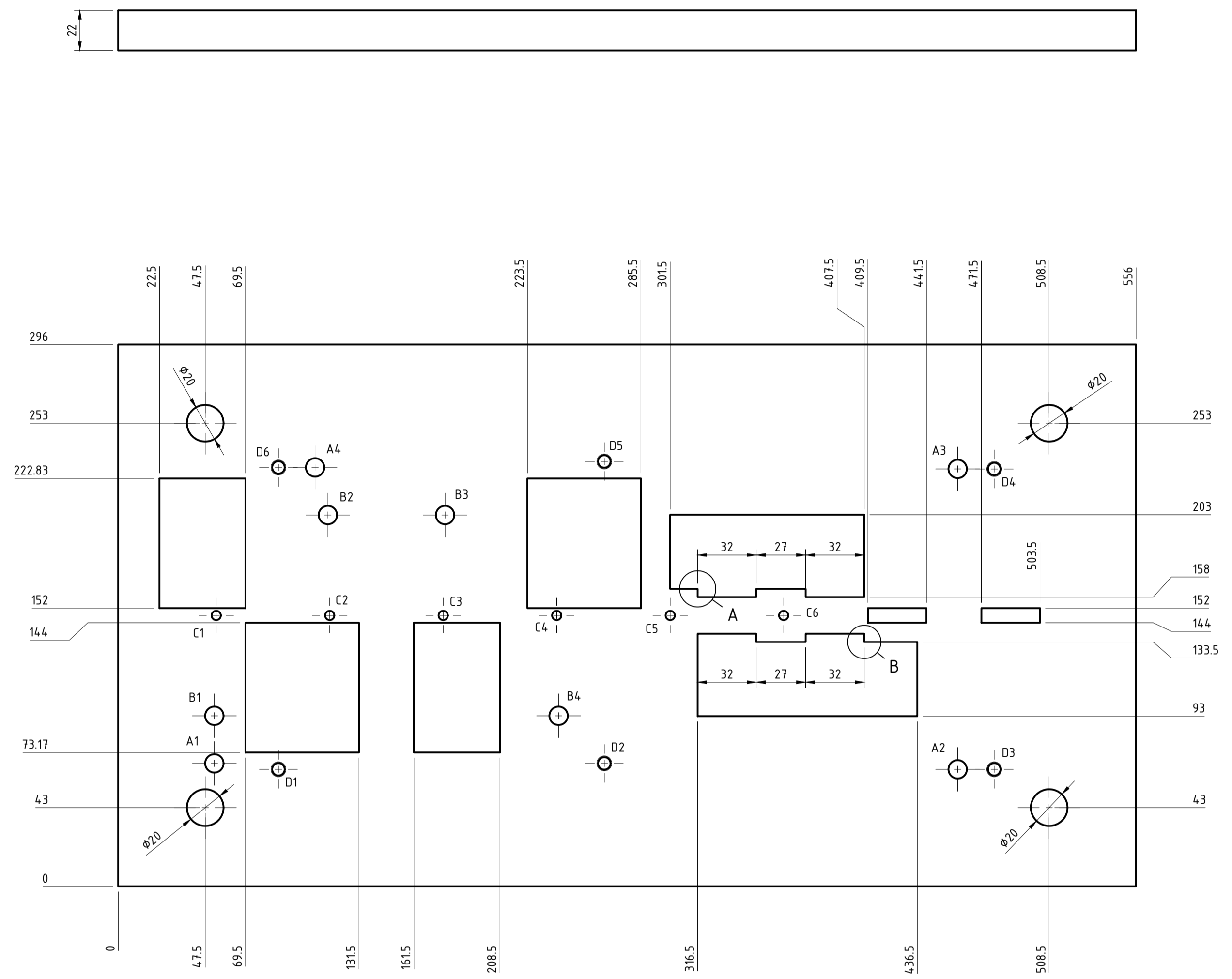
Todos los agujeros son pasantes

Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Para cantos de placas y otras partes no funcionales: acabados N7 Y N8.

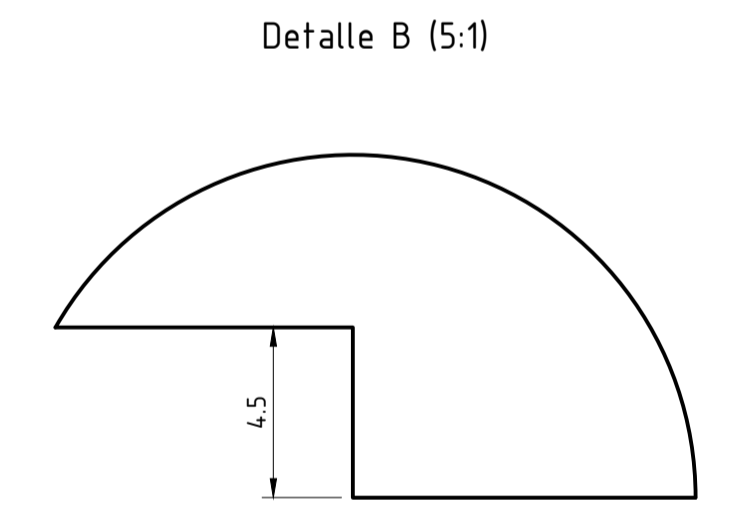
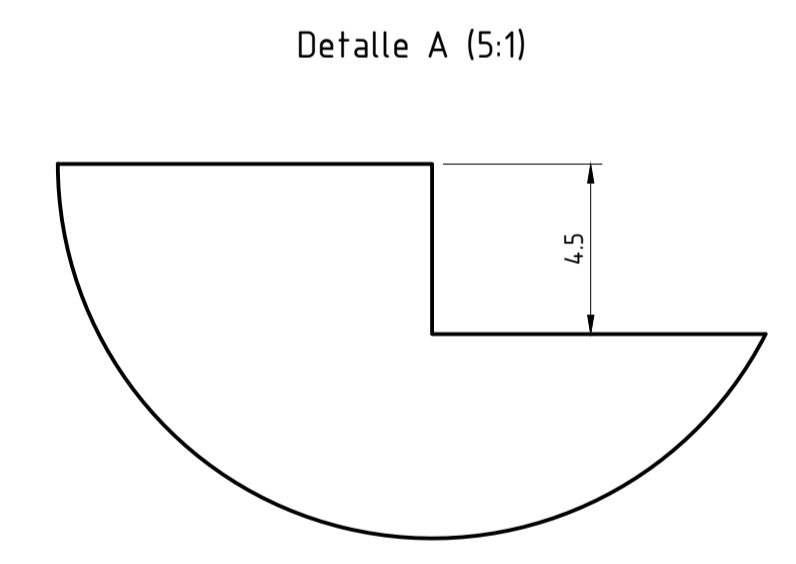
Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)				
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400
Designación	Descripción	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2
f	fina					

Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad	Dibujado	Fecha	Nombre	Firma	Material	
3.2	N8		21/04/22	Alejandro Domingo Alonso		F. 1140 / 1.1191	
1.6	N7	Revisado		Vicente Adán Roca		Tratamiento térmico Nitrurado	
0.8	N6	Conjunto: Ensamblaje principal					
0.4	N5	Título: Reglés guía					
0.2	N4					Plano Nº 1-03-00	Escala: 1:1



	φ (mm)	Tolerancia
A (x4)	10	A1, A2, A3 Y A4 = K7 (pasadores)
B (x4)	10	
C (x6)	5	
D (x6)	M8x1.25	

	X	Y
A1	52.5	67.17
A2	458.5	63.92
A3	458.5	228
A4	107.5	228.83
B1	52.5	93.17
B2	114.5	202.83
B3	178.5	202.83
B4	240.5	93.17
C1	53.5	148
C2	115.5	148
C3	177.5	148
C4	239.5	148
C5	301.5	148
C6	363.5	148
D1	87.5	63.92
D2	265.5	67.17
D3	478.5	63.92
D4	478.5	228
D5	265.5	232.08
D6	87.5	228.83



Todos los huecos de la pieza son pasantes

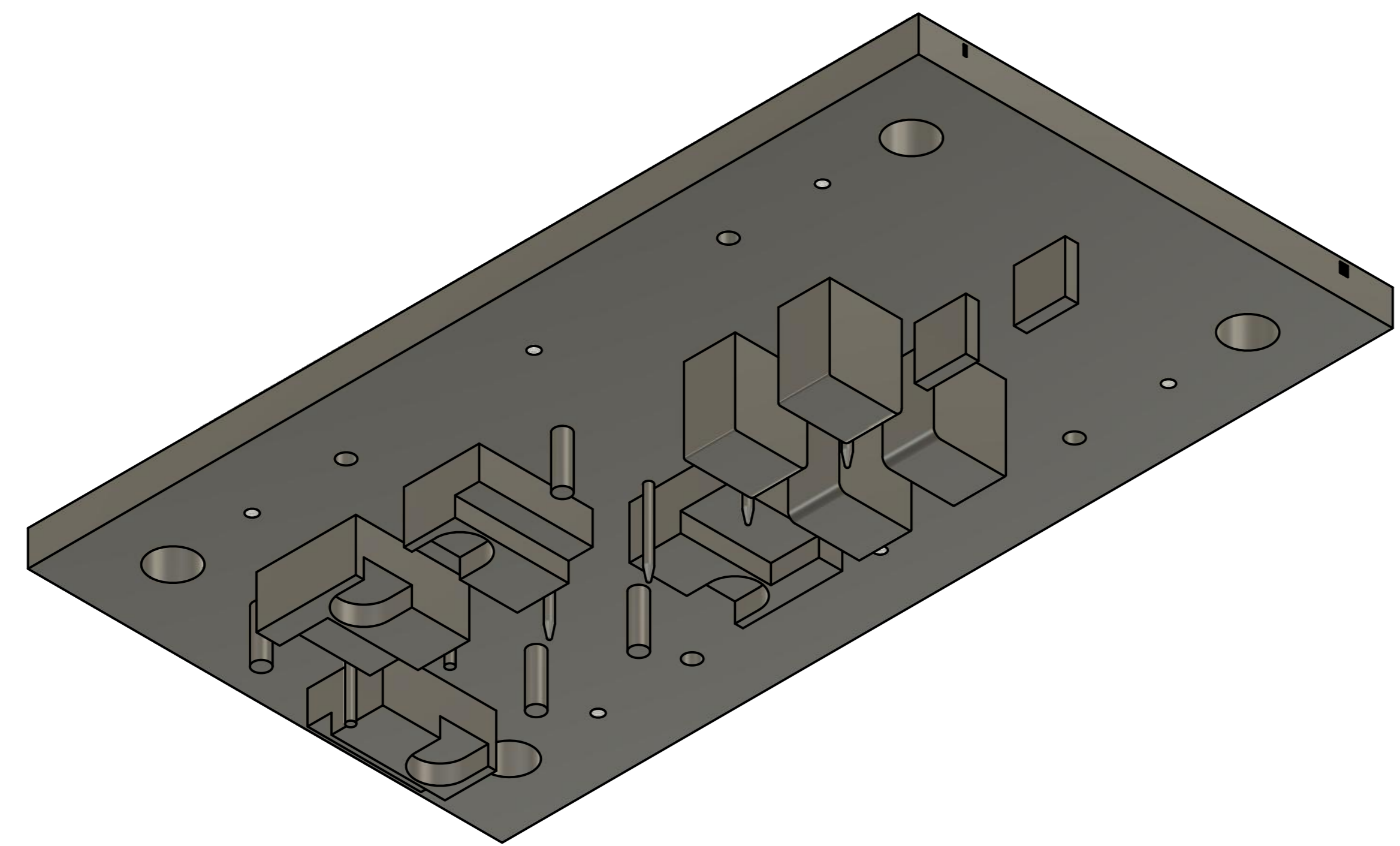
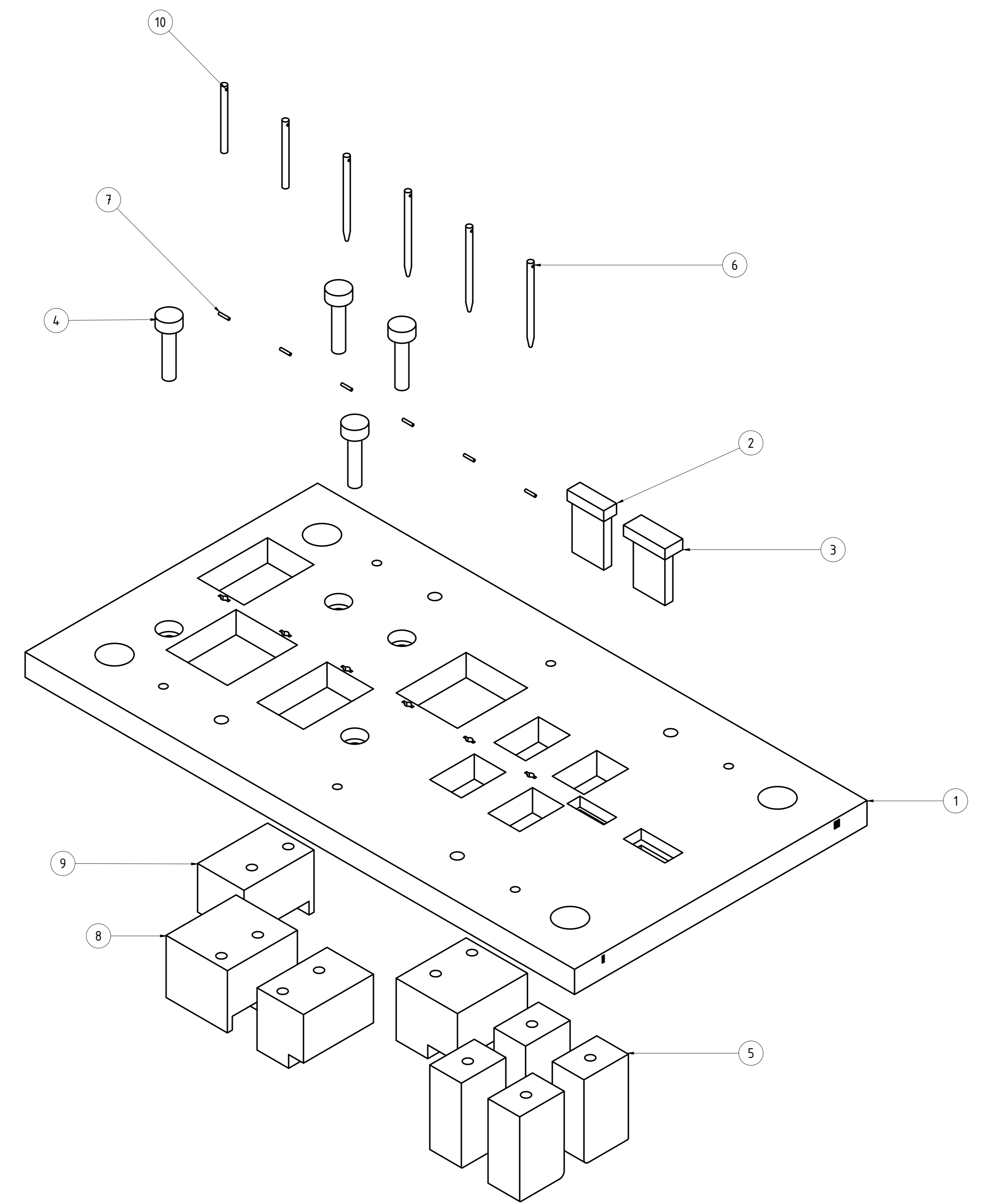
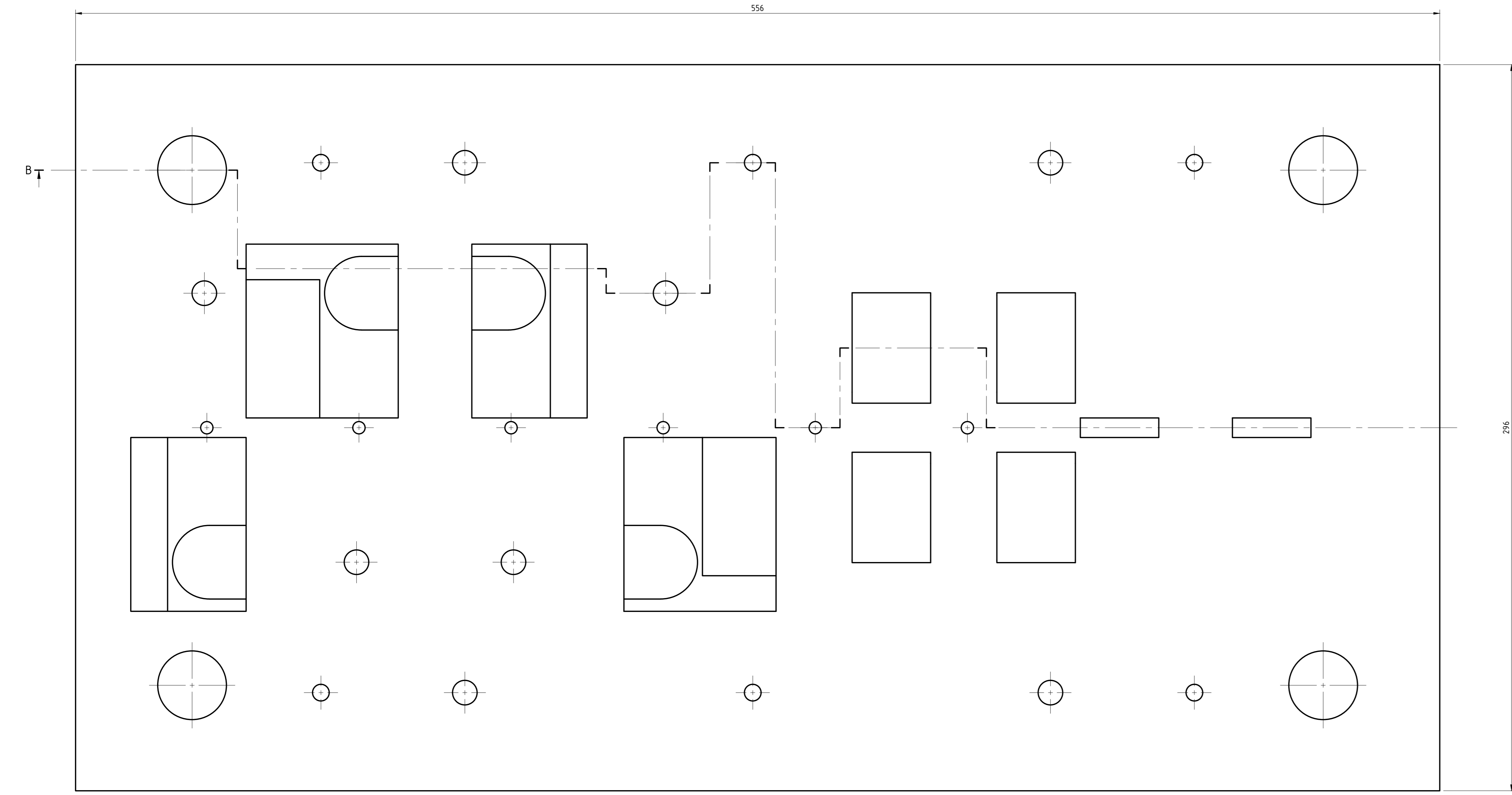
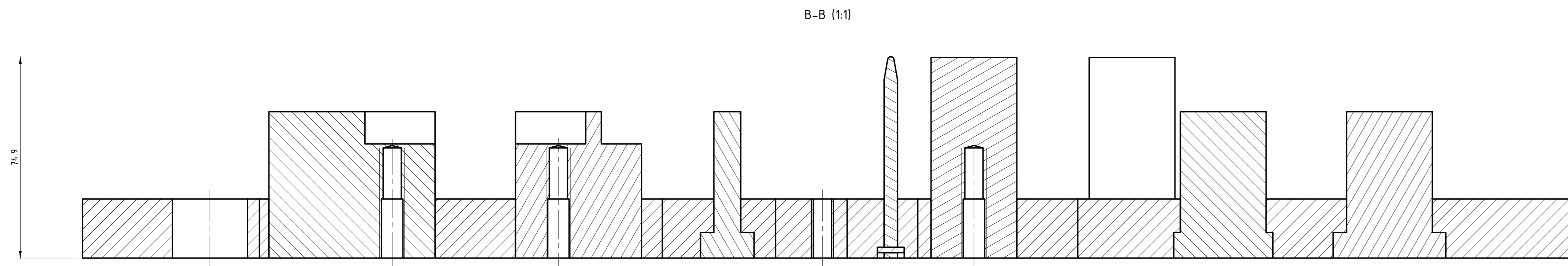
Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Para cantos de placas y otras partes no funcionales: acabados N7 Y N8.

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)				
Designación	Descripción	0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400
f	fina	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2

Valor de la rugosidad Ra (µm)	Clase de rugosidad	Fecha	Nombre	Firma	Materia
3.2	N8	Dibujado 21/04/22	Alejandro Domingo Alonso		F. 114.0 / 1.1191
1.6	N7	Revisado	Vicente Adán Roca		Tratamiento térmico Nitruado
0.8	N6	Conjunto: Ensamblaje principal			
0.4	N5	Título: Placa guía			
0.2	N4				

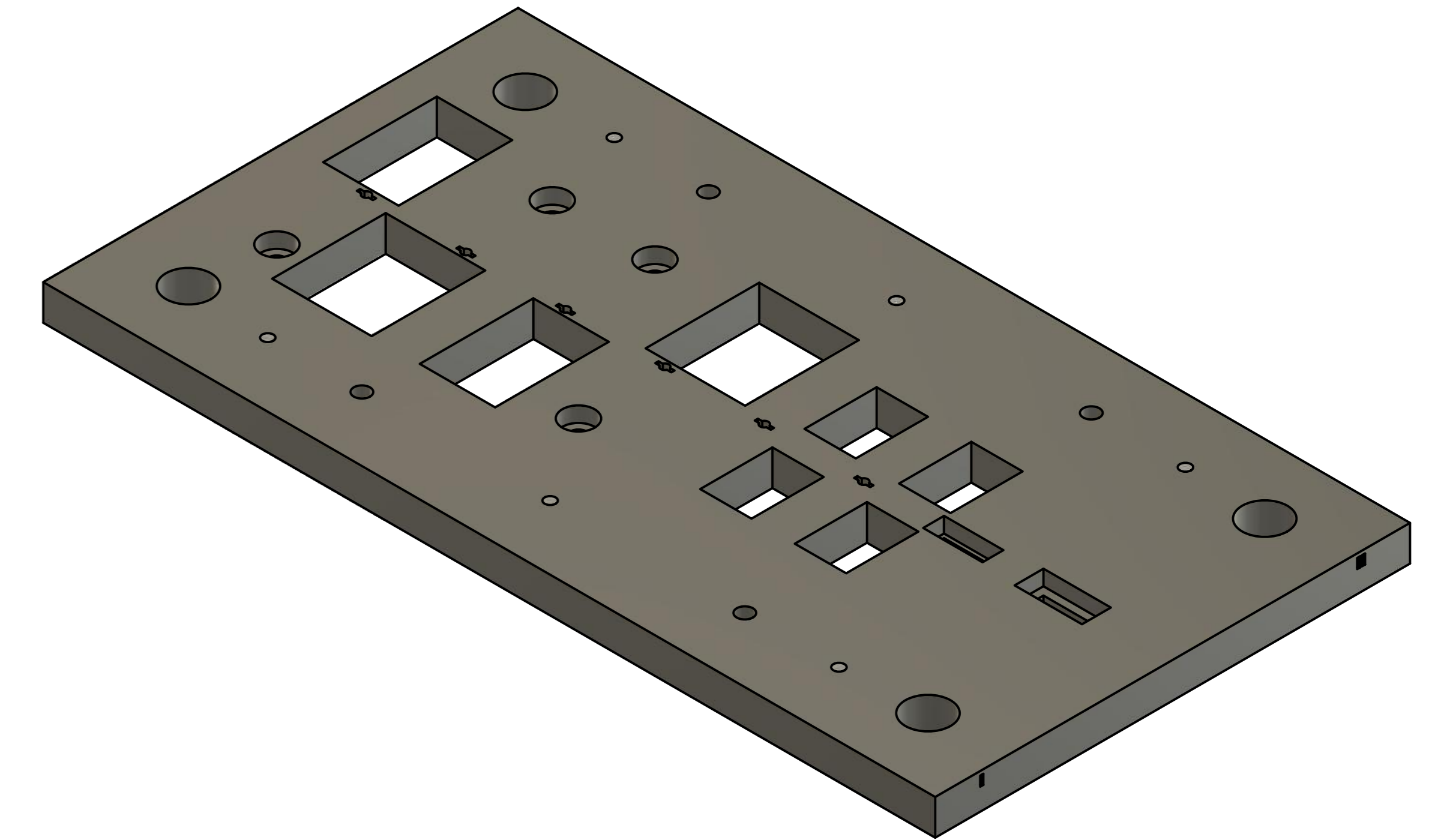
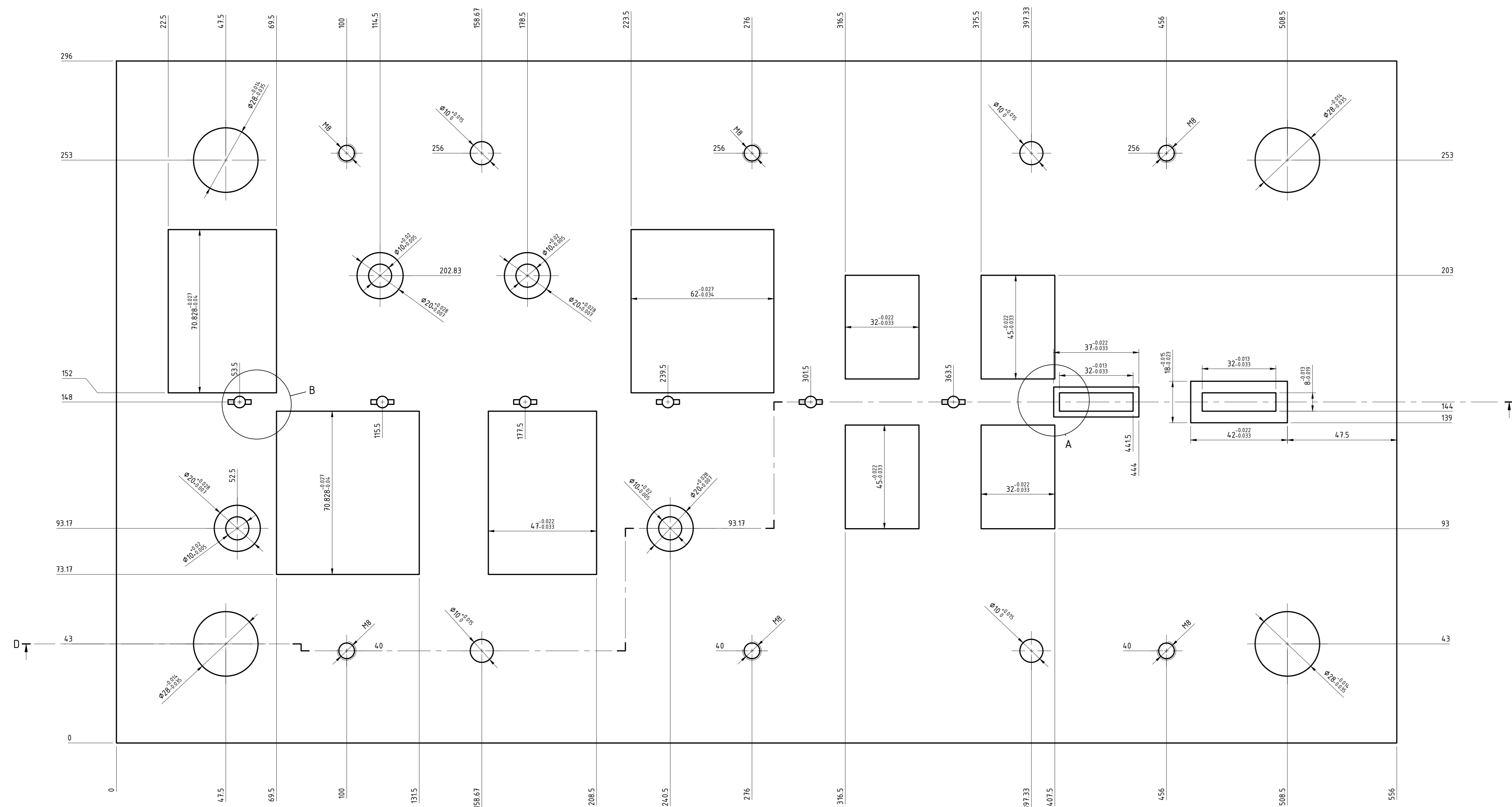
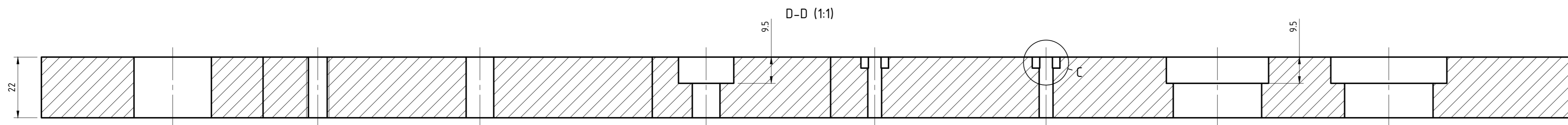
Plano Nº	Escala
1-04-00	1:2



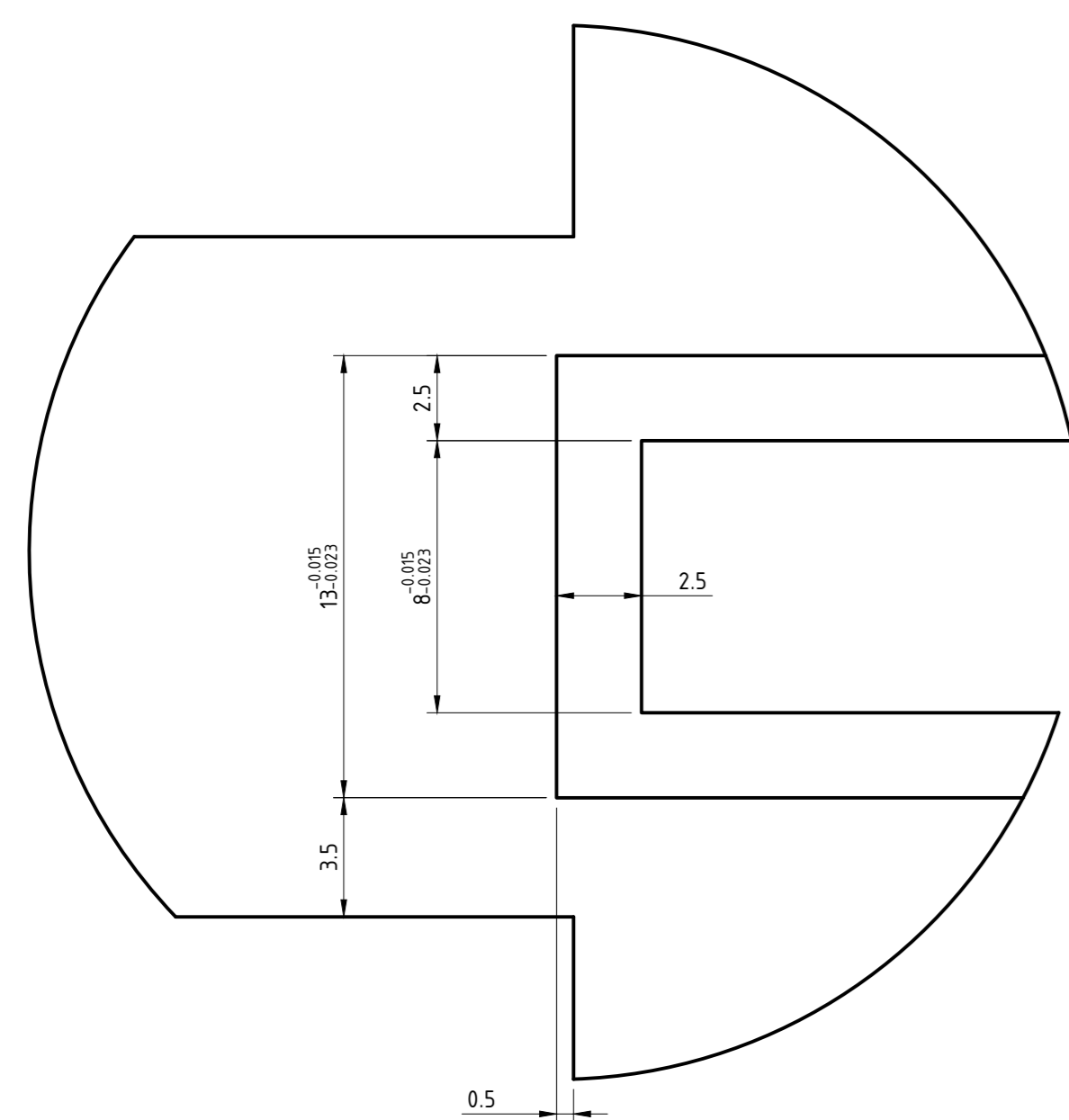
Elemento	Cantidad	Nombre	Material
10	2	Punzón de corte tipo 6	F. 5210
9	2	Punzón de corte tipo 5	F. 5210
8	2	Punzón de corte tipo 4	F. 5210
7	6	Pasador para centrador y punzón	ISO 8734 / DIN 6325
6	4	Centrador	F. 1140 / 1.1191
5	4	Punzón de doblado	F. 5210
4	4	Punzón de corte tipo 3	F. 5210
3	1	Punzón de corte tipo 2	F. 5210
2	1	Punzón de corte tipo 1	F. 5210
1	1	Placa portapunzones	F. 1140 / 1.1191

Lista de piezas			
Fecha	Nombre	Firma	Material
21/04/22	Alejandro Domingo Alonso		Tratamiento térmico
	Vicente Adán Roca		

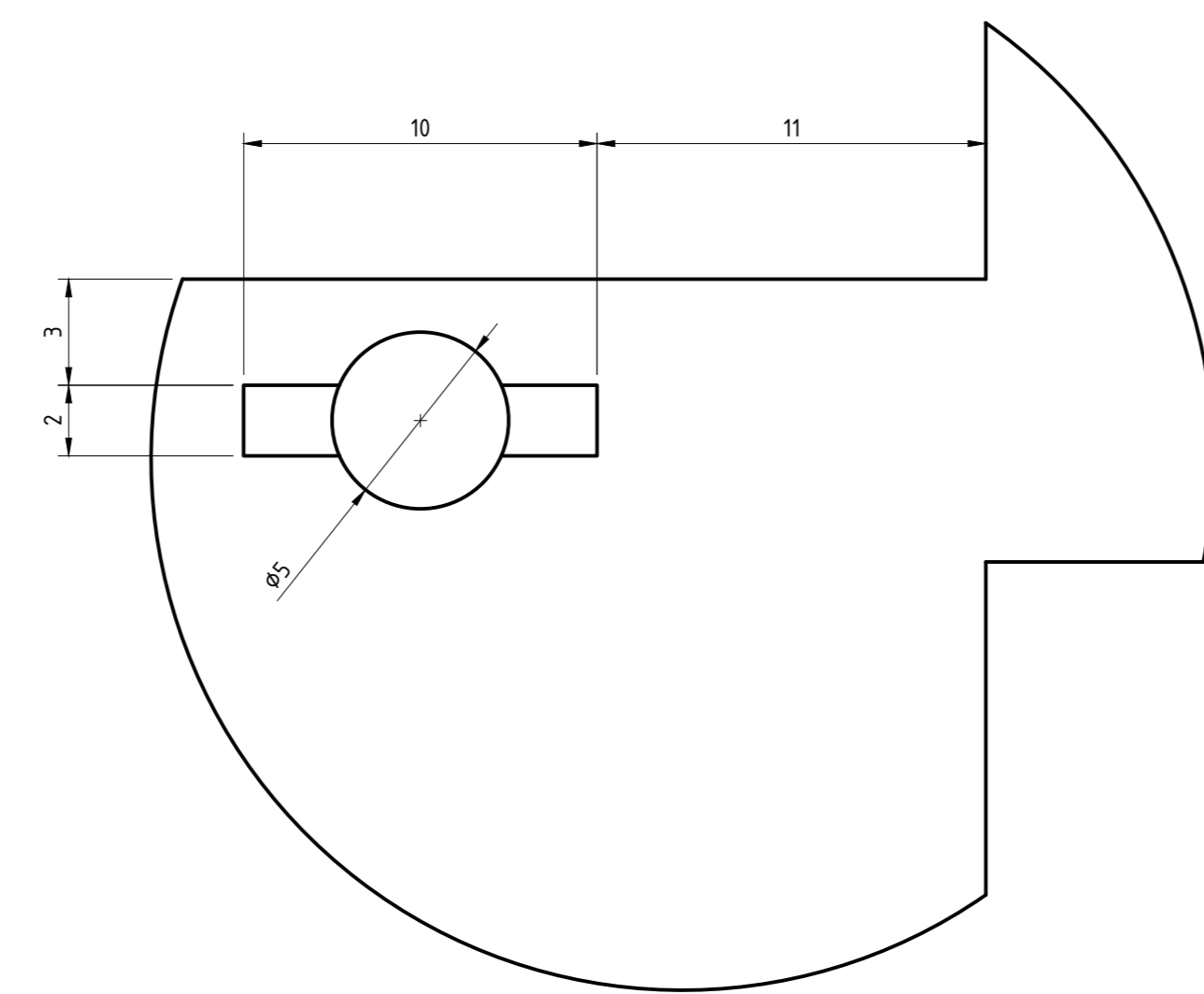
Conjunto:		Escala	
Ensamblaje principal		1:05-00	
Título: Plano de subconjunto - placa portapunzones		Escala: 1:1	



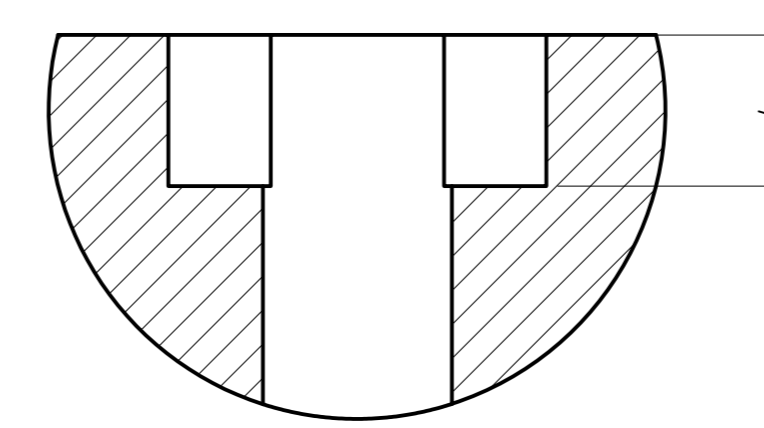
Detalle A (5:1)



Detalle B (5:1)



Detalle C (5:1)



Por claridad del dibujo, la tolerancia de los orificios no circulares en todo su perímetro es la indicada para una de sus caras.

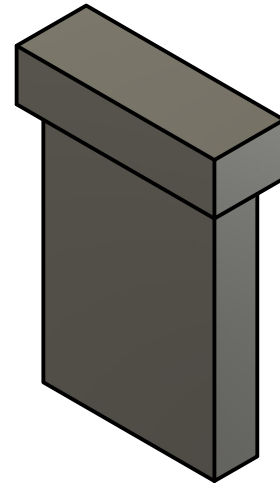
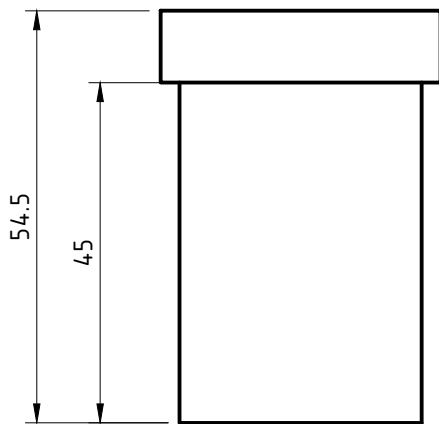
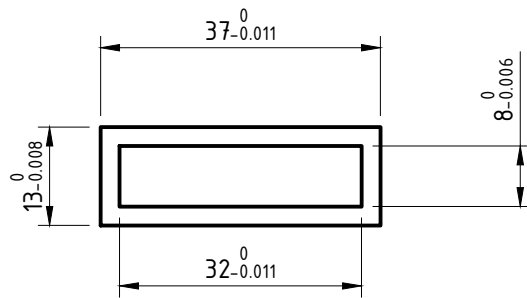
Todos los huecos de la pieza son pasantes.

Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde NL a N6.

Para cantos de placas y otras partes no funcionales: acabados N7 y N8.

		Fecha	Nombre	Firma	Material
Dibujado		21/04/22	Alejandro Domingo Alonso		F. 11L0 / 1191
Revisado			Vicente Adán Roca		Tratamiento térmico
Conjunto		Subconjunto placa portapunzones			
Título		Placa portapunzones			
Plano nº		1-05-01			Esca
Escala		1:1			

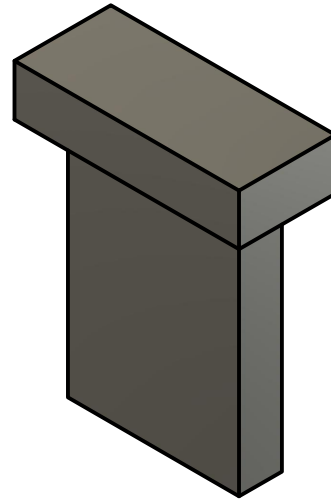
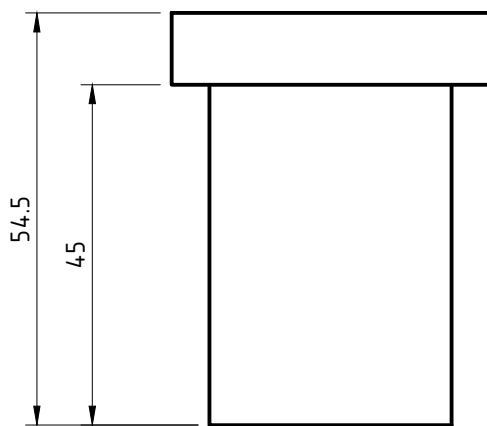
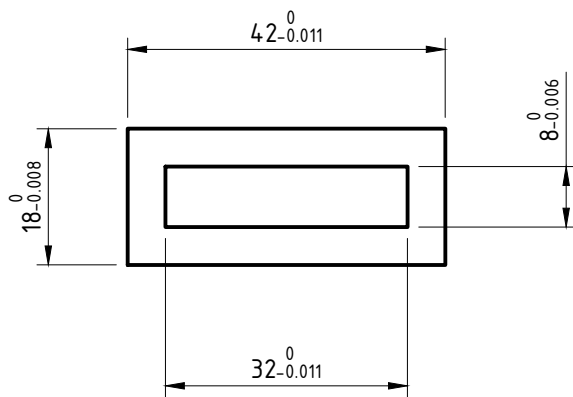
Clase de tolerancia	Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (µm)	Clase de rugosidad
	0,5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 100	más de 100 hasta 400		
F	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	3,2	N8
						1,6	N7
						0,8	N6
						0,4	N5
						0,2	N4



Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	3.2	N8
Designación	Descripción					1.6	N7	
f	fina	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	0.8	N6	
						0.4	N5	
						0.2	N4	

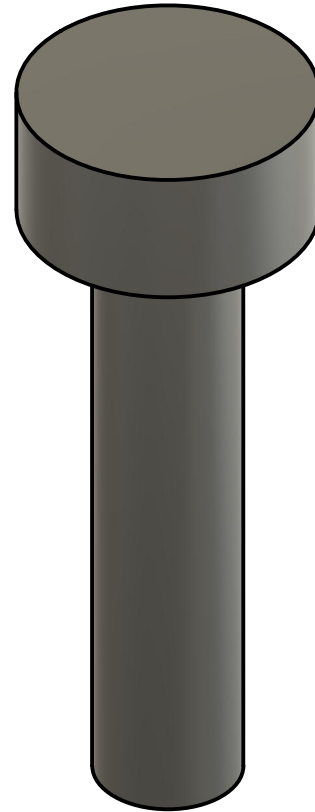
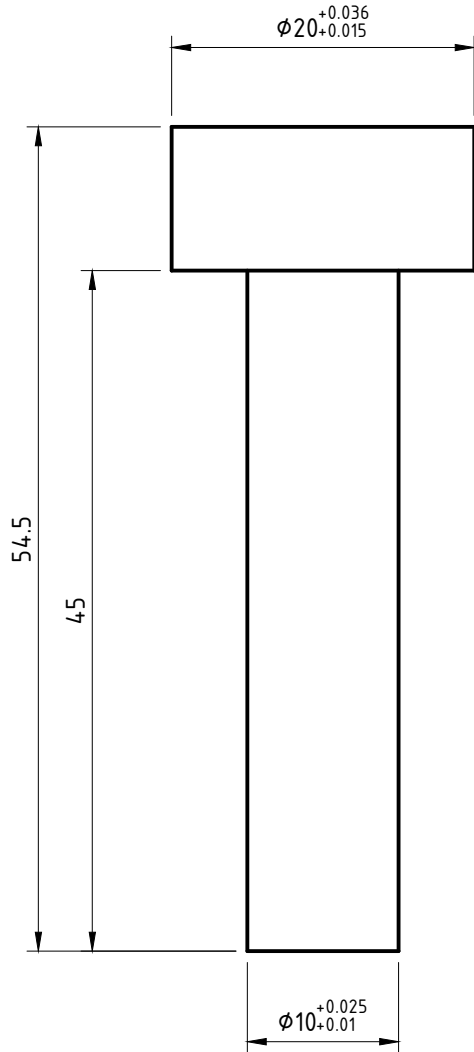
	Fecha	Nombre	Firma	Material
Dibujado	21/04/22	Alejandro Domingo Alonso		F. 5210
Revisado		Vicente Adán Roca		Tratamiento térmico Templado y revenido
Conjunto: Subconjunto placa portapunzones				
Título: Punzón de corte tipo 1				Plano Nº 1-05-02
				Escala: 1:1



Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	3.2	N8
Designación	Descripción					1.6	N7	
f	fina	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	0.8	N6
							0.4	N5
							0.2	N4

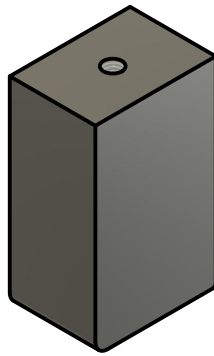
	Fecha	Nombre	Firma	Material
Dibujado	21/04/22	Alejandro Domingo Alonso		F. 5210
Revisado		Vicente Adán Roca		Tratamiento térmico Templado y revenido
Conjunto: Subconjunto placa portapunzones				
Título: Punzón de corte tipo 2				Plano Nº 1-05-03
				Escala: 1:1



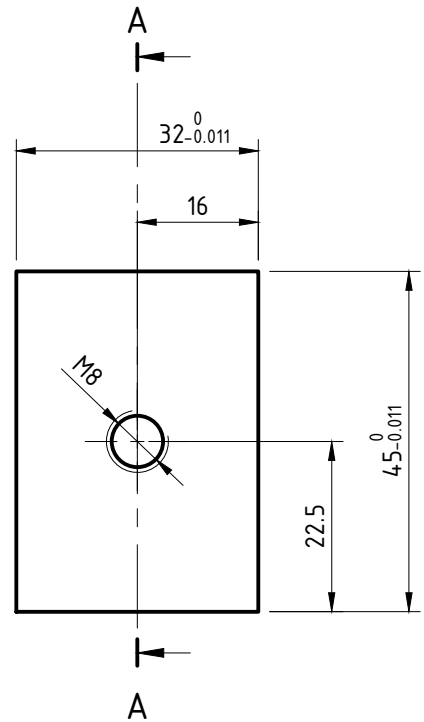
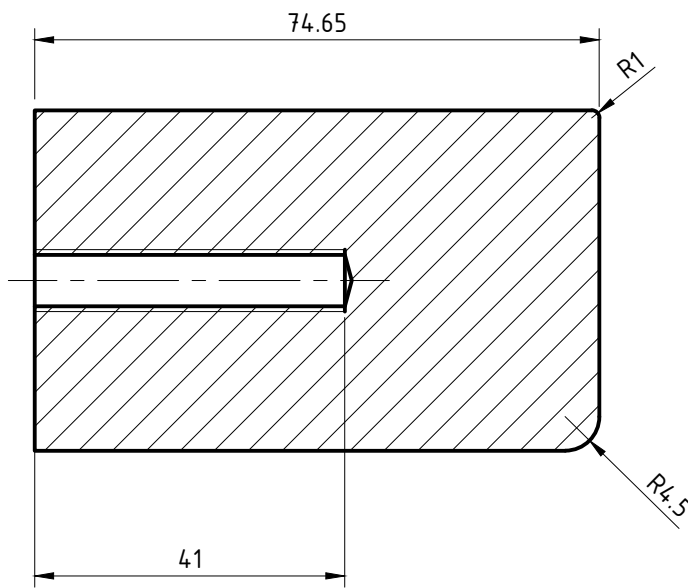
Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	3.2	N8
Designación	Descripción					1.6	N7	
f	fina	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	0.8	N6	
						0.4	N5	
						0.2	N4	

	Fecha	Nombre	Firma	Material
Dibujado	21/04/22	Alejandro Domingo Alonso		F. 5210
Revisado		Vicente Adán Roca		Tratamiento térmico Templado y revenido
Conjunto: Subconjunto placa portapunzones				
Título: Punzón de corte tipo 3				Plano Nº 1-05-04
				Escala: 2:1

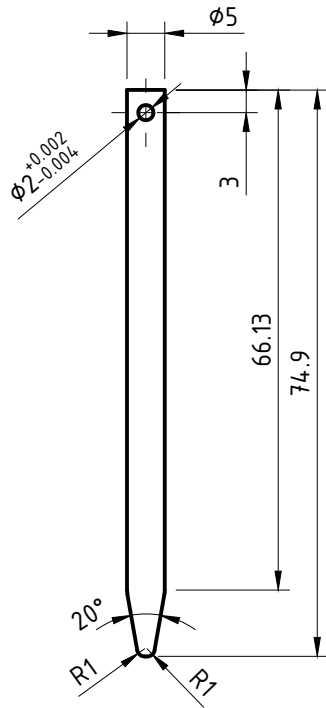


A-A (1:1)



Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	3.2	N8
Designación	Descripción					1.6	N7	
f	fina	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	0.8	N6	
						0.4	N5	
						0.2	N4	
	Fecha	Nombre		Firma		Material		
Dibujado	21/04/22	Alejandro Domingo Alonso				F. 5210		
Revisado		Vicente Adán Roca				Tratamiento térmico Templado y revenido		
Conjunto: Subconjunto placa portapunzones								
Título:		Punzón de doblado				Plano Nº	Escala:	
						1-05-05	1:1	

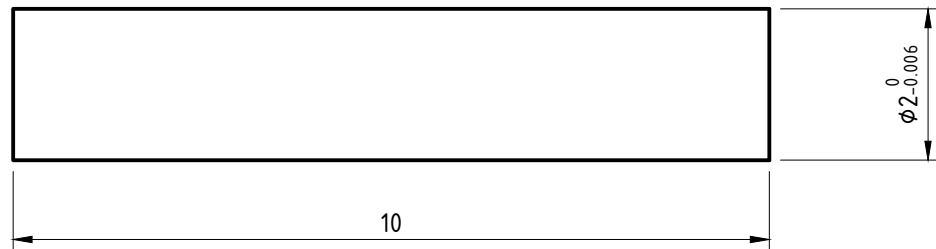
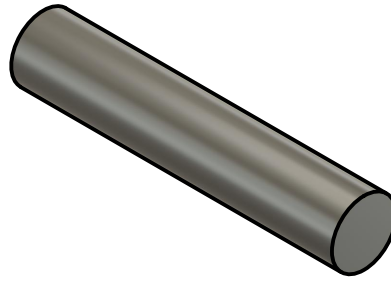


El hueco de la pieza es pasante.

Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (µm)	Clase de rugosidad
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	3.2	N8
Designación	Descripción					1.6	N7	
f	fina	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	0.8	N6	
						0.4	N5	
						0.2	N4	

	Fecha	Nombre	Firma 	Material
	Dibujado	Alejandro Domingo Alonso		Tratamiento térmico
	Revisado	Vicente Adán Roca		
Conjunto: Subconjunto placa portapunzones				Plano Nº 1-05-06
Título: Centrador				Escala: 1:1

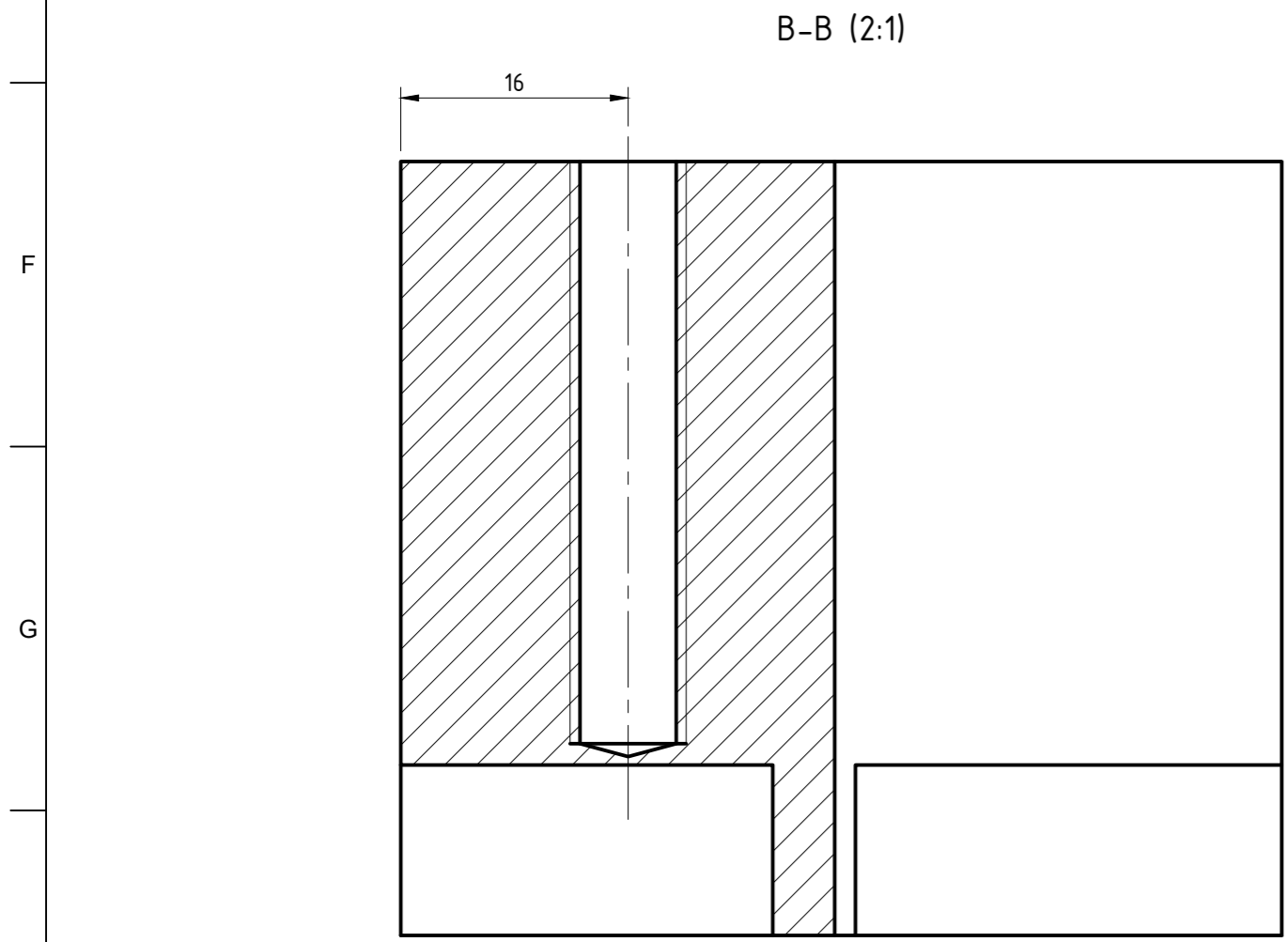
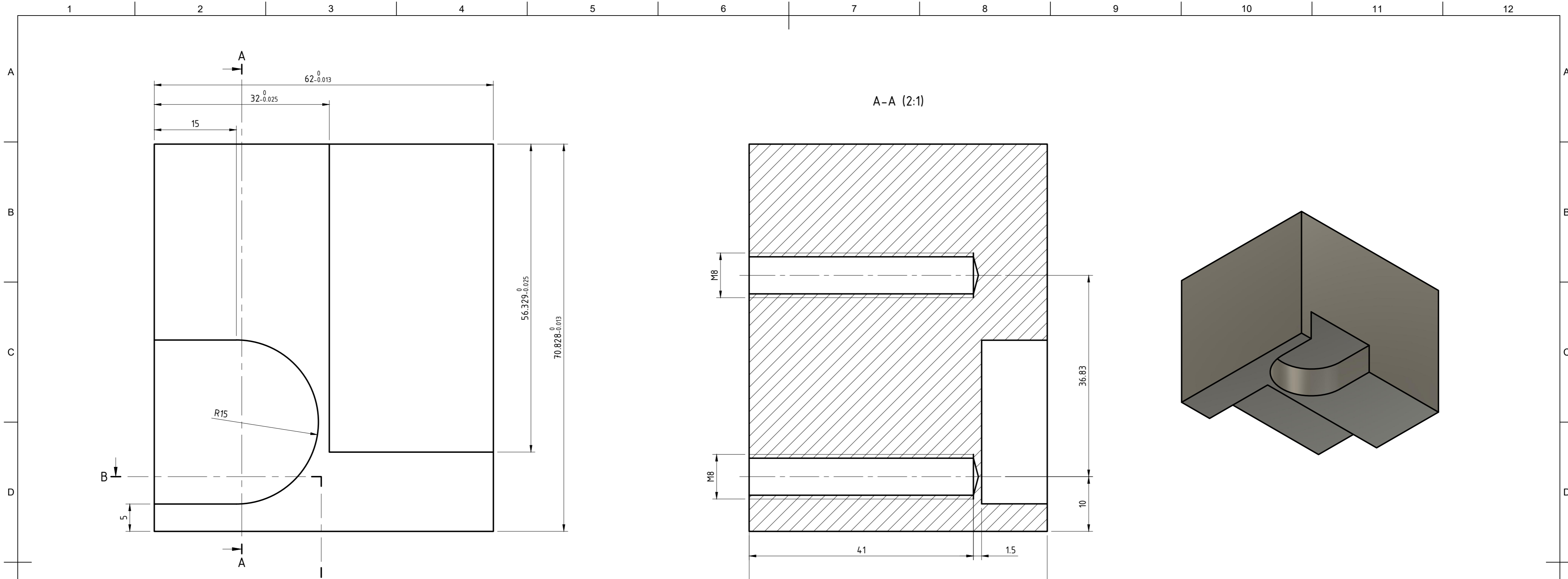


Acabado superficial 1.6 = N7

Elemento normalizado MEUSBURGER E 1301

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	3.2	N8
Designación	Descripción					1.6	N7	
f	fina	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	0.8	N6	
						0.4	N5	
						0.2	N4	

	Fecha	Nombre	Firma 	Material	
	Dibujado	21/04/22		Alejandro Domingo Alonso	ISO 8734 / DIN 6325
	Revisado			Vicente Adán Roca	Tratamiento térmico
Conjunto: Subconjunto placa portapunzones					
Título: Pasador para centrador		Plano Nº 1-05-07			Escala: 10:1



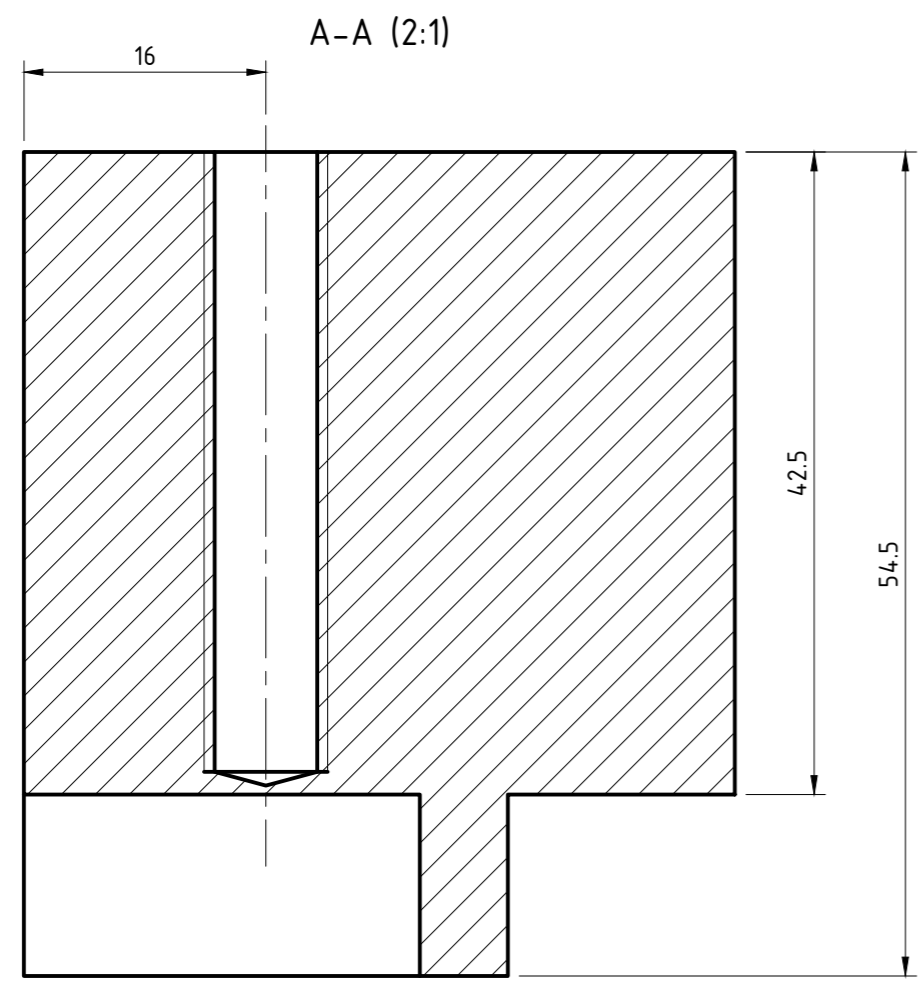
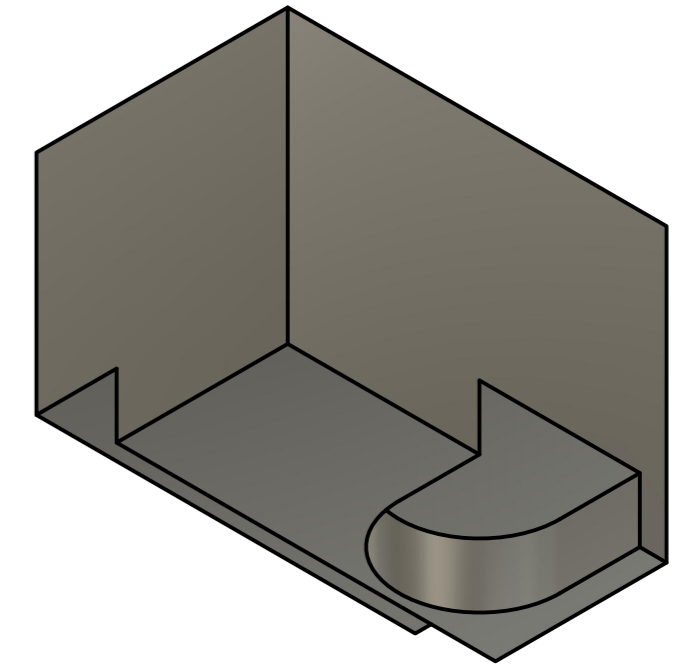
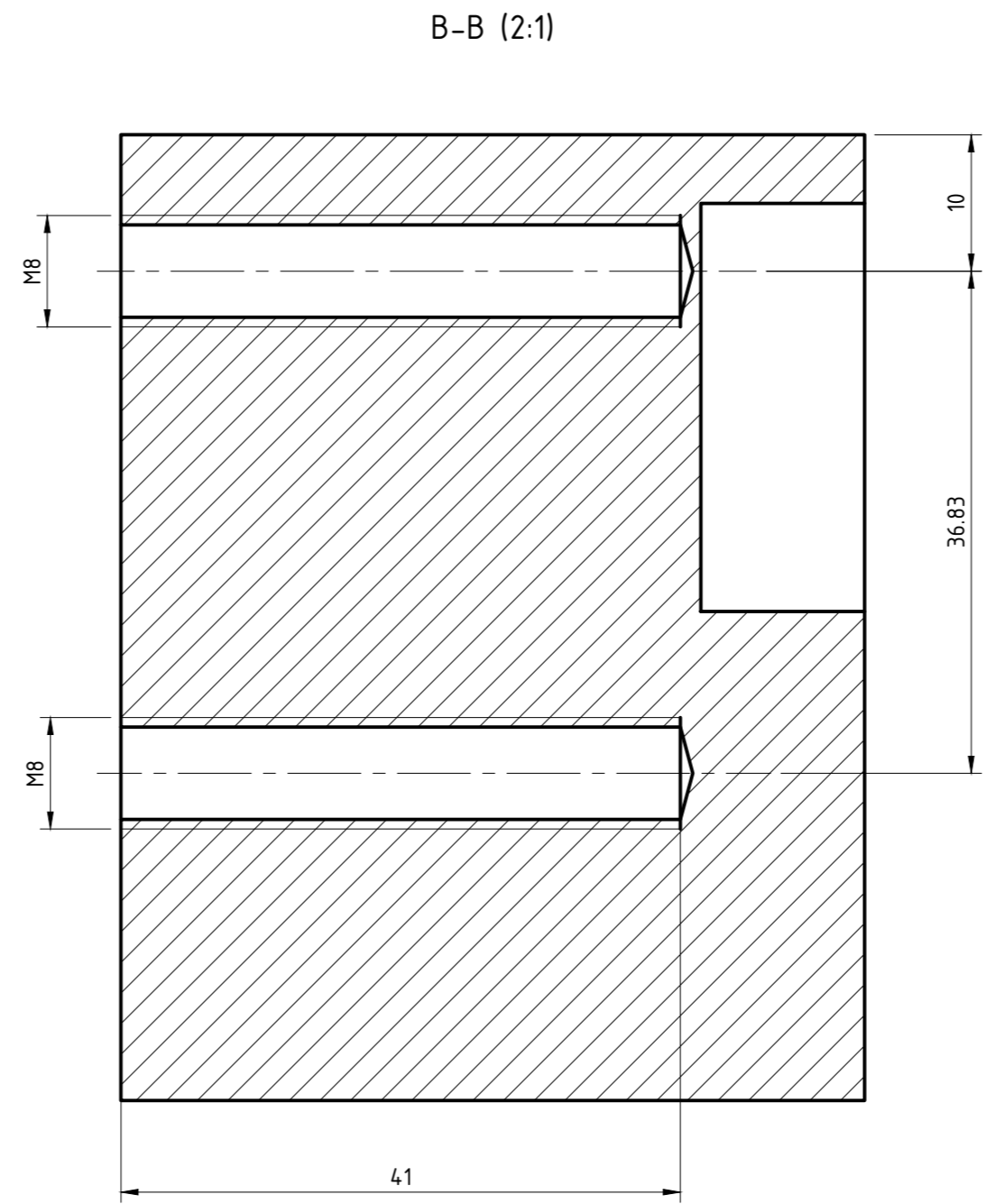
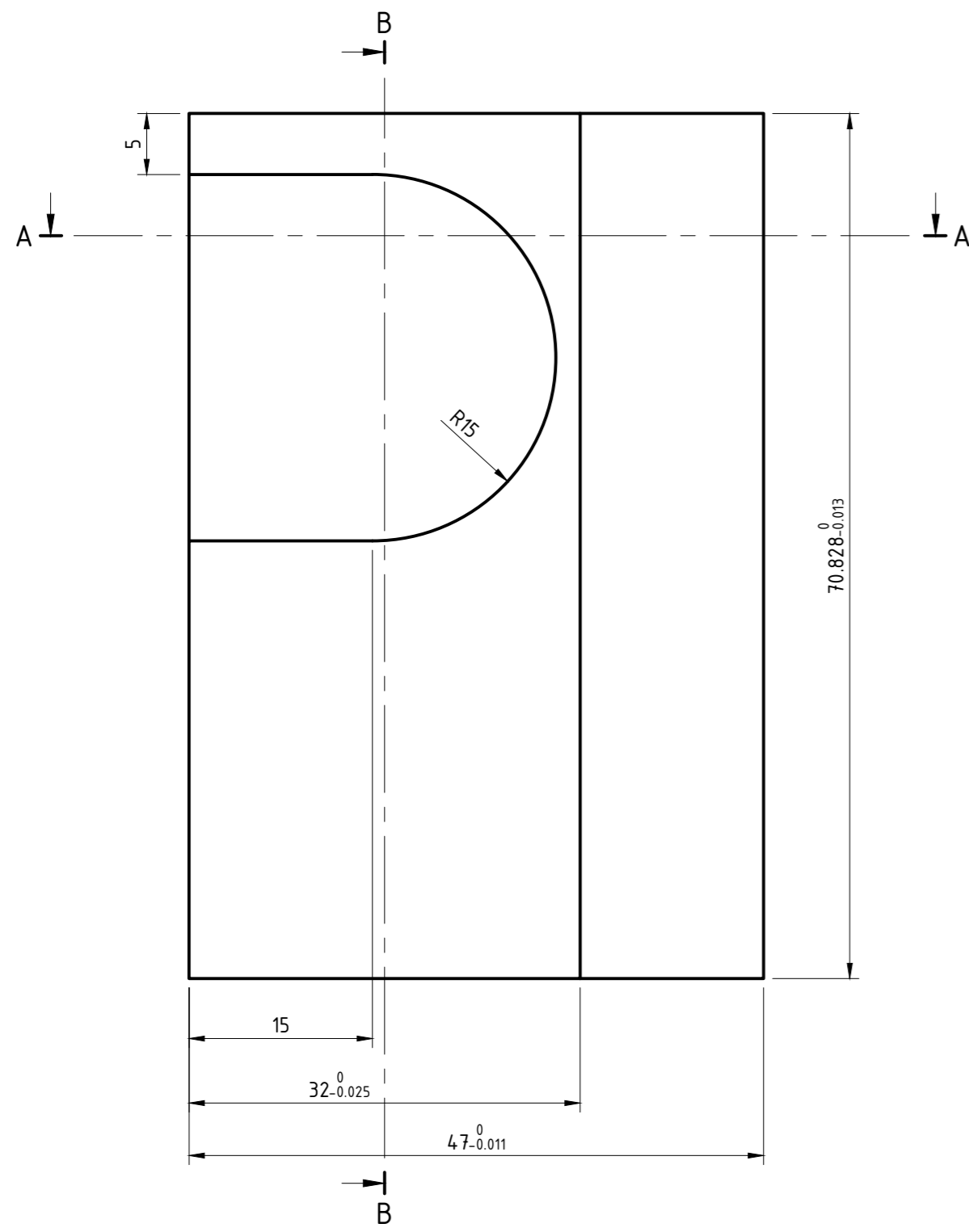
Ambas roscas son M8

Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Case de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)				
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400
Designación	Descripción	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2
f	fina					

Valor de la rugosidad Ra (µm)	Clase de rugosidad
3.2	N8
1.6	N7
0.8	N6
0.4	N5
0.2	N4

	Fecha	Nombre	Firma	Material
	21/04/22	Alejandro Domingo Alonso		F. 5210
Dibujado	Revisado	Conjunto:		Tratamiento térmico
	Vicente Adán Roca	Subconjunto placa portapunzones		Templado y revenido
Título:				
Punzón de corte tipo 4				
			Plano Nº	Escala:
			1-05-08	2:1

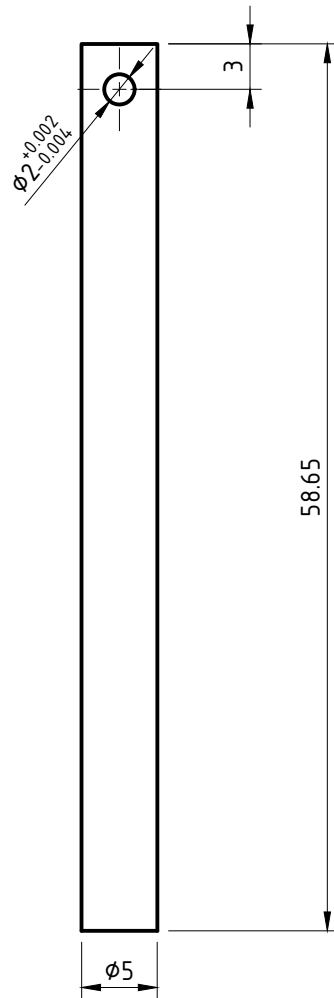


Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Ambas roscas son M8

Clase de tolerancia	Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (µm)	Clase de rugosidad
	0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400		
Designación	f	fina					
	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	0.2	N4

	Fecha	Nombre	Firma	Material
Dibujado	21/04/22	Alejandro Domingo Alonso		F. 5210
Revisado		Vicente Adán Roca		Tratamiento térmico Templado y revenido
Conjunto:				
Subconjunto placa portapunzones				
Título:				Plano Nº
Punzón de corte tipo 5				1-05-09
				Escala:
				2:1

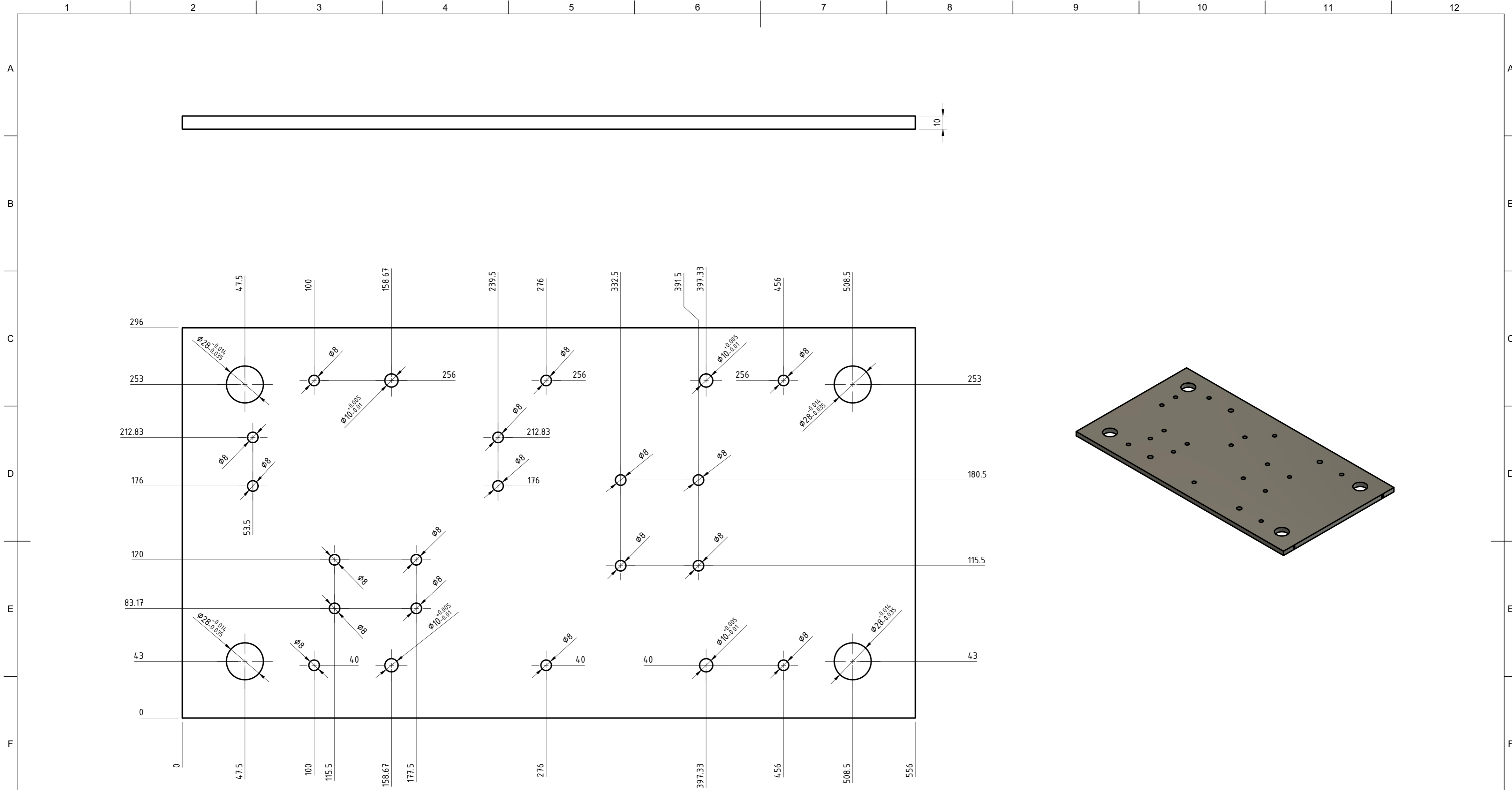


El hueco de la pieza es pasante.

Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Clase de rugosidad		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra(μ)	Clase de rugosidad
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	3.2	N8
Designación	Descripción					1.6	N7	
f	fina	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	0.8	N6	
						0.4	N5	
						0.2	N4	

	Fecha	Nombre	Firma 	Material	F. 5210	
	Dibujado	21/04/22		Alejandro Domingo Alonso	Tratamiento térmico	Templado y revenido
	Revisado			Vicente Adán Roca		
Conjunto: Subconjunto placa portapunzones			Título: Punzón de corte tipo 6	Plano Nº 1-05-10		

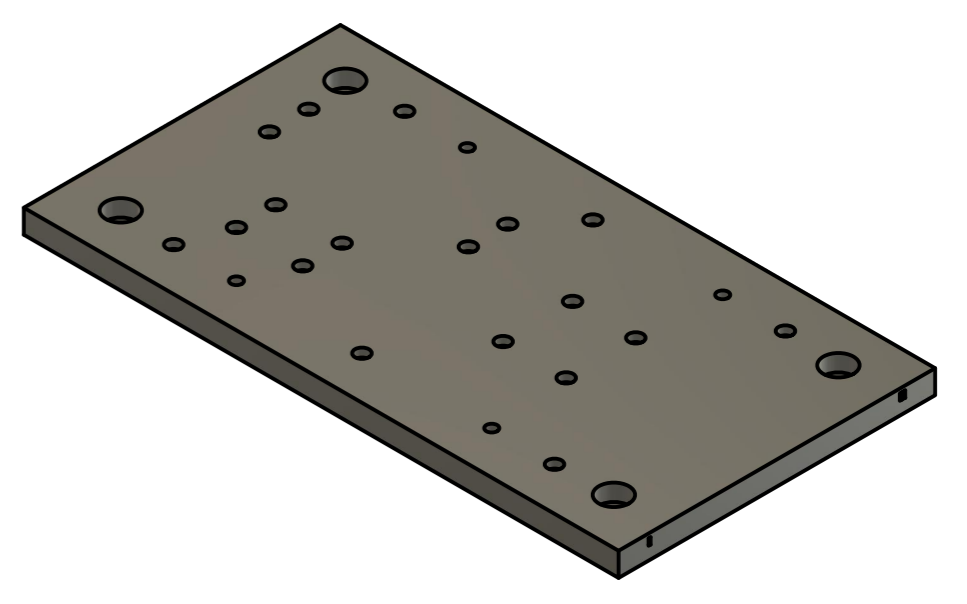
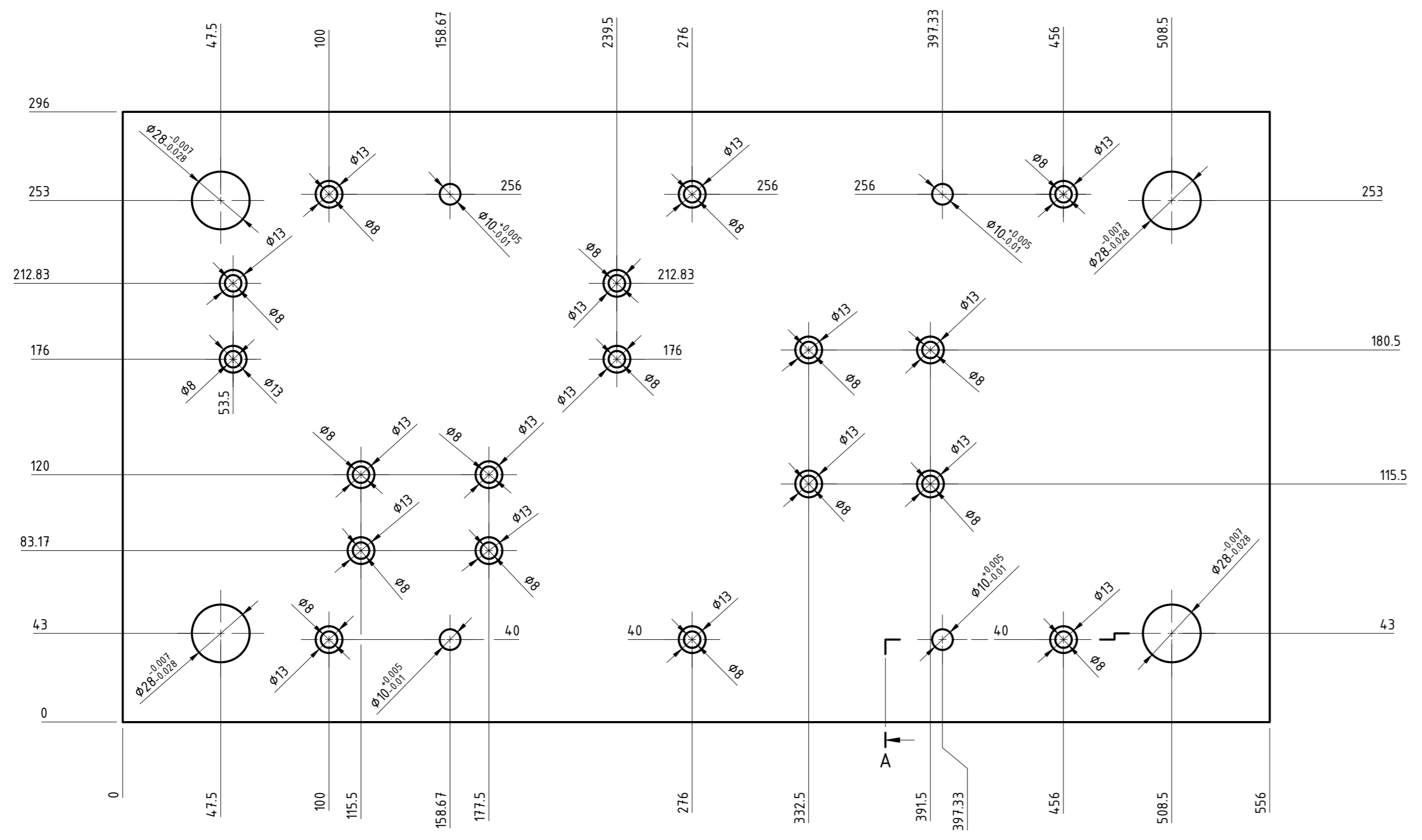
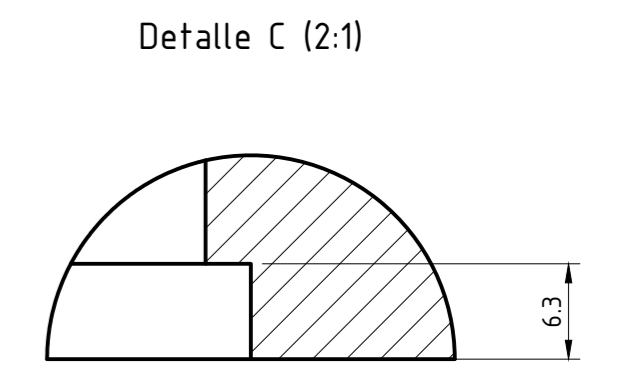
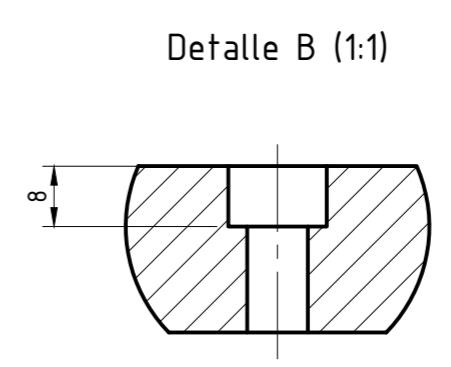
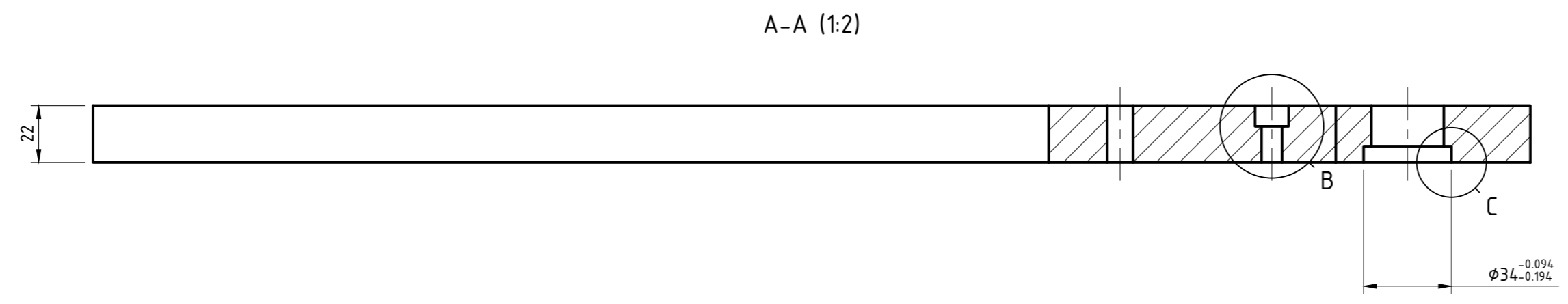


Todos los huecos de la pieza son pasantes

Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Para cantos de placas y otras partes no funcionales: acabados N7 Y N8.

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad	Fecha	Nombre	Firma	Material
Designación	Descripción	0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	3.2	N8	Dibujado	21/04/22	Alejandro Domingo Alonso	F. 5210
		f	fina	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	1.6	Revisado		Vicente Adán Roca
							0.8	N6	Conjunto: Ensamblaje principal			
							0.4	N5	Título: Placa sufridera superior			
							0.2	N4				Escala: 1:2



Todos los huecos de la pieza son pasantes

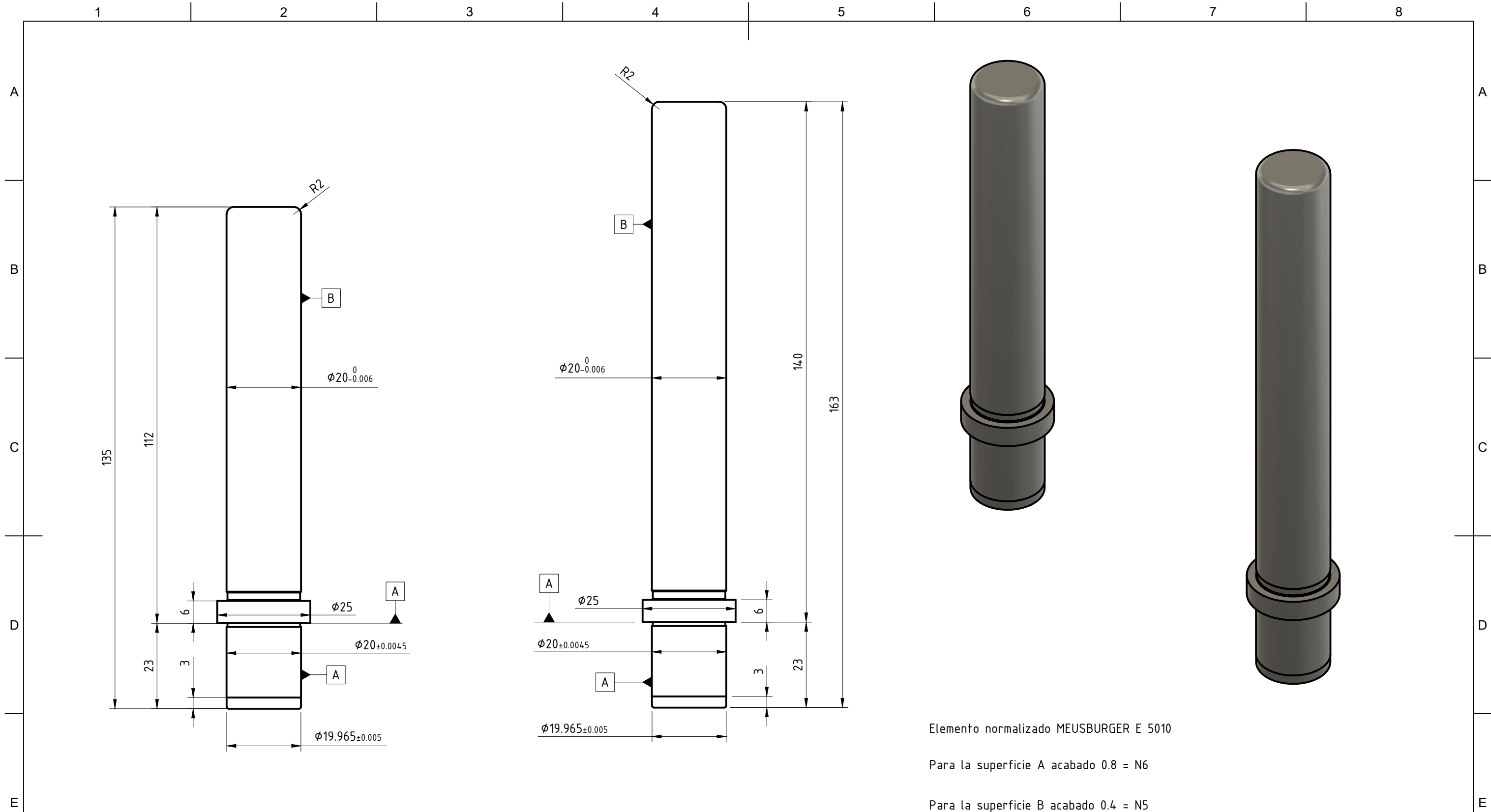
Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Para cantos de placas y otras partes no funcionales: acabados N7 Y N8.

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)				
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400
Designación	Descripción	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2
f	fina					

Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad
3.2	N8
1.6	N7
0.8	N6
0.4	N5
0.2	N4

	Fecha	Nombre	Firma	Material
Dibujado	21/04/22	Alejandro Domingo Alonso		F. 1140 / 1.1191
Revisado		Vicente Adán Roca		Tratamiento térmico
Conjunto:	Ensamblaje principal			
Título:	Placa base superior			
	Plano Nº	Escala:		
	1-07-00	1:2		



Elemento normalizado MEUSBURGER E 5010

Para la superficie A acabado 0.8 = N6

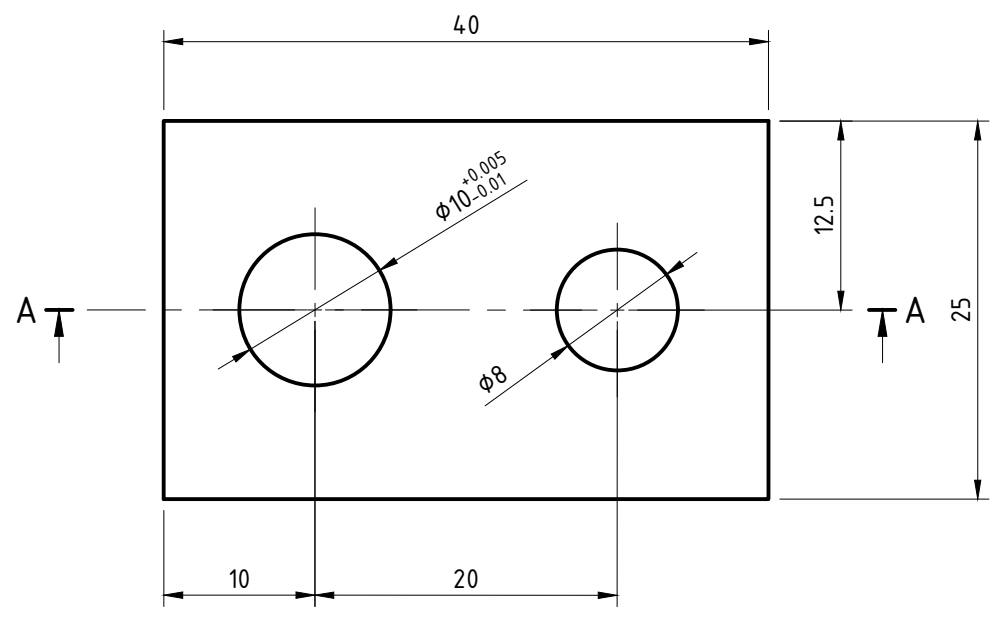
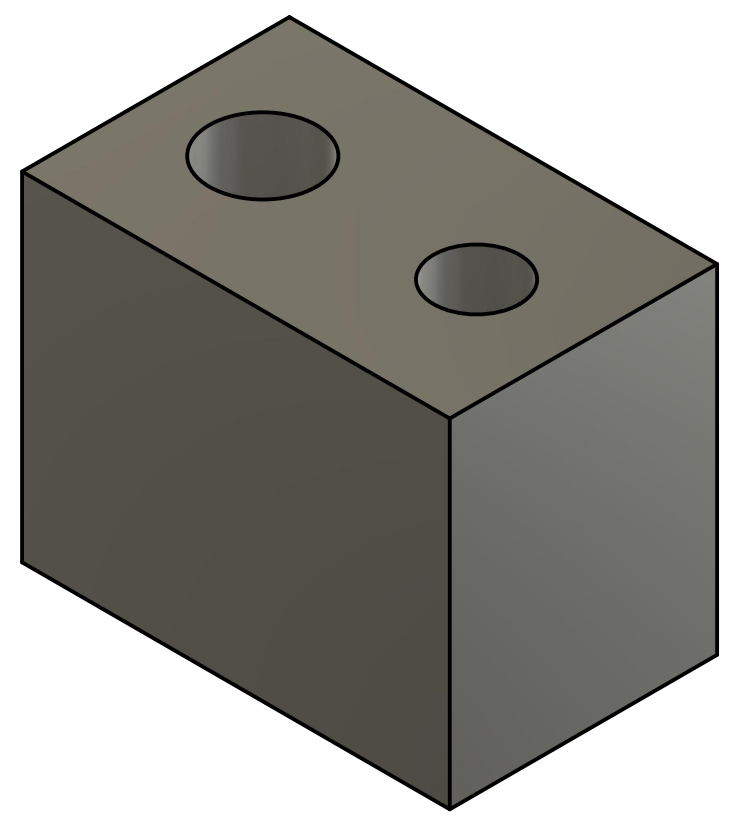
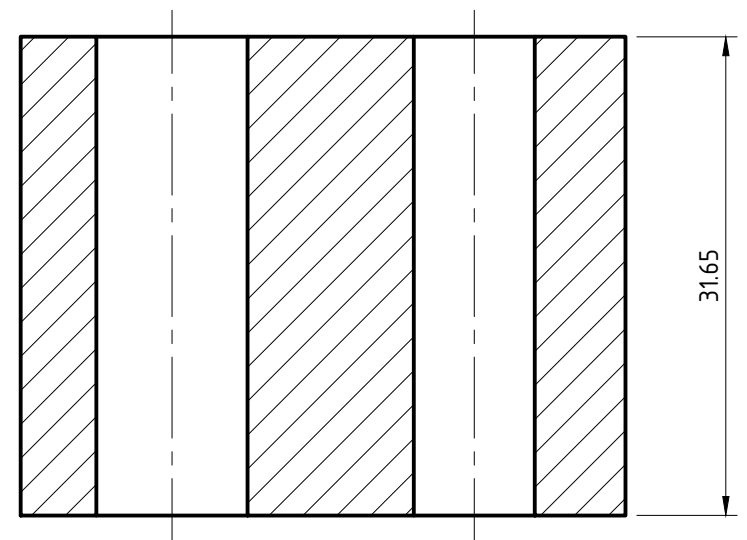
Para la superficie B acabado 0.4 = N5

Clase de tolerancia	Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)				
	0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400
Designación	f	fina	fina	fina	fina
Descripción	fina	fina	fina	fina	fina
	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2

Valor de la rugosidad Ra (µm)	Clase de rugosidad
3.2	N8
1.6	N7
0.8	N6
0.4	N5
0.2	N4

	Fecha	Nombre	Firma	Material
	Dibujado	Alejandro Domingo Alonso		1.1213
	Revisado	Vicente Adán Roca		Tratamiento térmico
Conjunto:				
Título:				
Ensamblaje principal				1-08-00
Columnas guía				Escala:
				1:1

A-A (2:1)



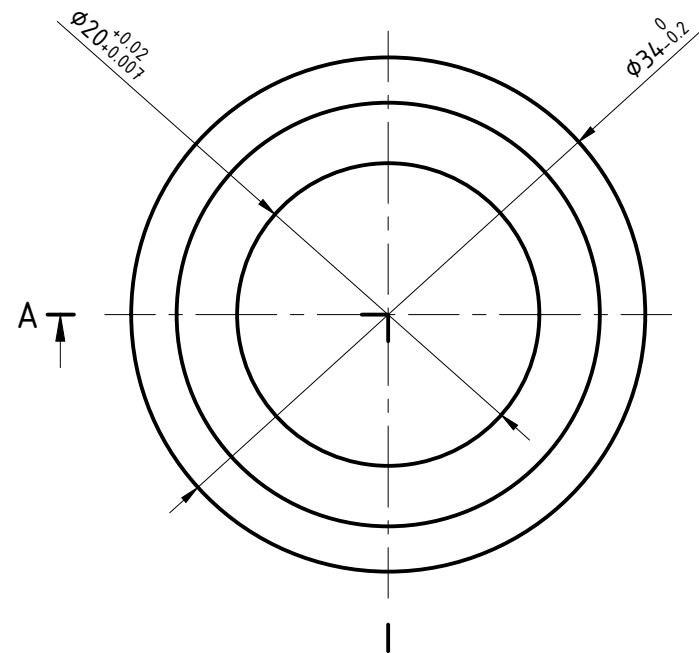
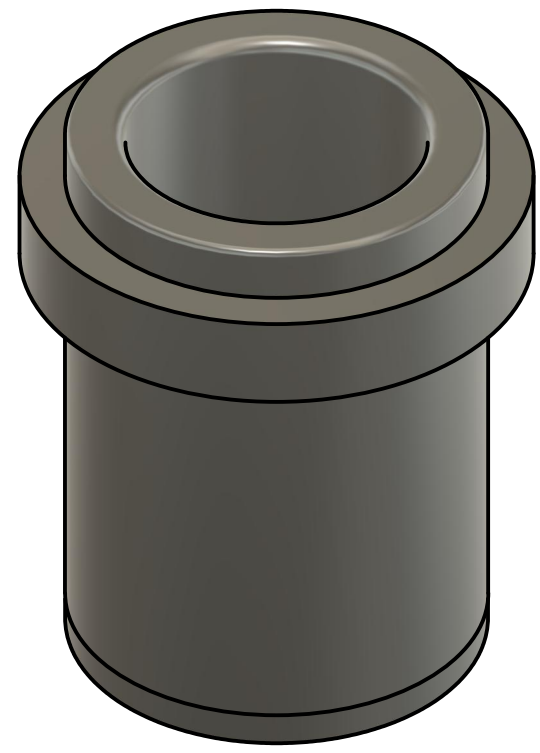
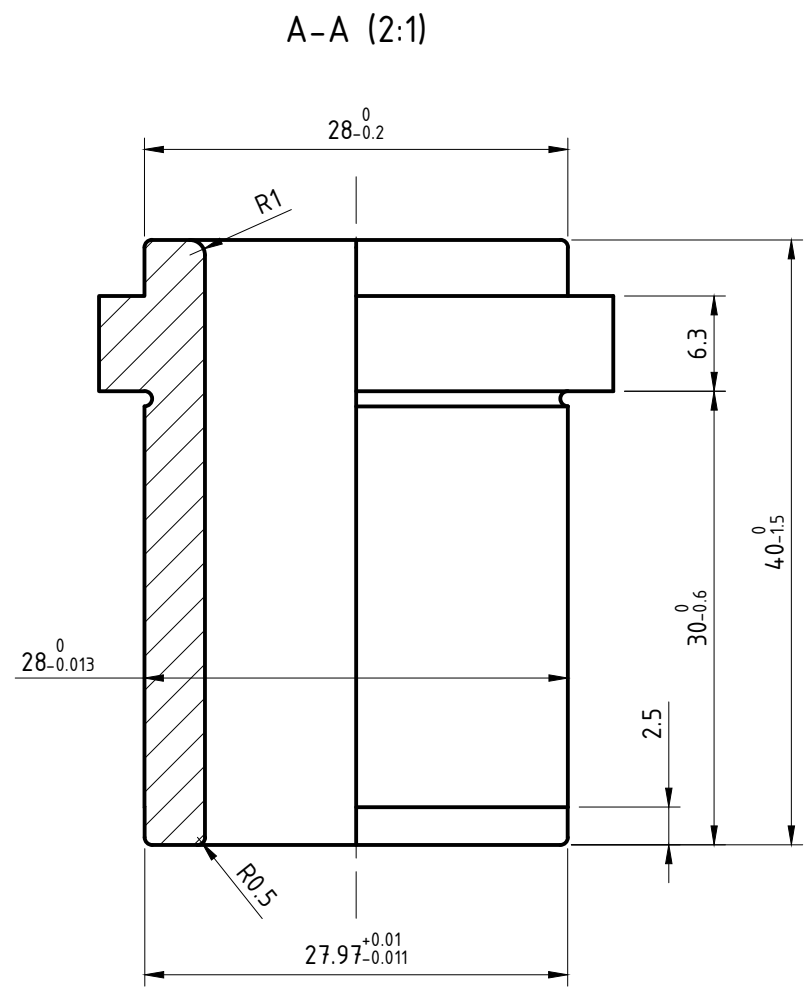
Para todas las superficies, sobre todo las de trabajo o contacto con otras superficies de trabajo: Grado de precisión fino y acabado superficial desde N4 a N6.

Para cantos de placas y otras partes no funcionales: acabados N7 Y N8.

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)				
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400
f	fina	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2

Valor de la rugosidad Ra (µm)	Clase de rugosidad
3.2	N8
1.6	N7
0.8	N6
0.4	N5
0.2	N4

	Fecha	Nombre	Firma	Material
	Dibujado	Alejandro Domingo Alonso		Material
Revisado	Vicente Adán Roca			Tratamiento térmico
Conjunto: Ensamblaje principal				Nitrurado
Título: Pilares				
Plano Nº		Escala:		
1-09-00		2:1		



Recubrimiento interior de bronce con acabado 1.2 = N6/N7

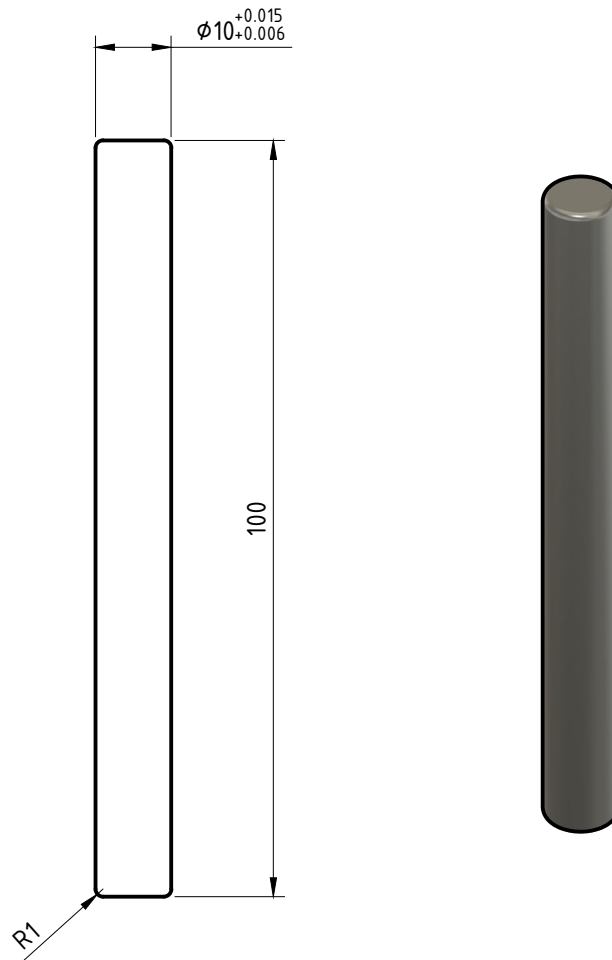
Acabado exterior en $\phi 28h6$ de 1.6 = N7

Elemento normalizado MEUSBURGER E 5132

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)				
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400
Designación	Descripción	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2
f	fina	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2

Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad
3.2	N8
1.6	N7
0.8	N6
0.4	N5
0.2	N4

	Fecha	Nombre	Firma	Material
	Dibujado	Alejandro Domingo Alonso		F. 1140 / 1.1191
	Revisado	Vicente Adán Roca		Tratamiento térmico
Conjunto: Ensamblaje principal				
Título: Casquillos guía				
				1-10-00
				Escala:
				2:1

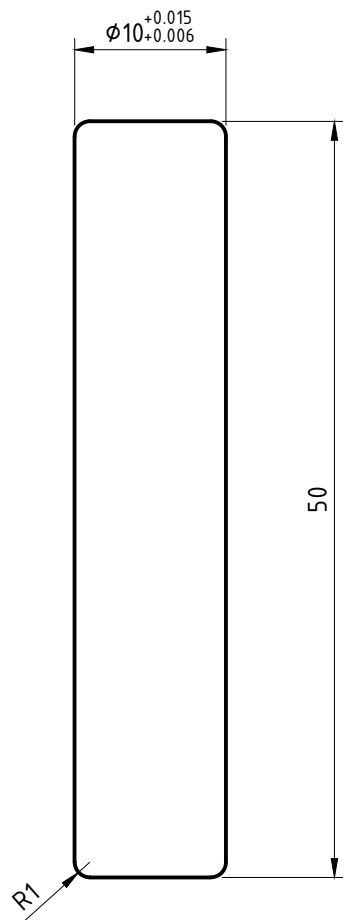


Elemento normalizado MEUSBURGER E 1300

Acabado superficial 1.6 = N7

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	3.2	N8
Designación	Descripción					1.6	N7	
f	fina	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	0.8	N6	
						0.4	N5	
						0.2	N4	

	Fecha	Nombre	Firma 	Material
	Dibujado	Alejandro Domingo Alonso		Tratamiento térmico
	Revisado	Vicente Adán Roca		
Conjunto: Ensamblaje principal				Plano Nº 1-11-00
Título: Pasadores inferiores				Escala: 1:1



Elemento normalizado MEUSBURGER E 1300

Acabado superficial 1.6 = N7

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (mm)					Valor de la rugosidad Ra (μm)	Clase de rugosidad
		0.5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	3.2	N8
Designación	Descripción					1.6	N7	
f	fina	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	0.8	N6	
						0.4	N5	
						0.2	N4	

	Fecha	Nombre	Firma 	Material
	Dibujado	Alejandro Domingo Alonso		Tratamiento térmico
	Revisado	Vicente Adán Roca		
Conjunto: Ensamblaje principal				Plano Nº 1-12-00
Título: Pasadores superiores				Escala: 2:1



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



DISEÑO DE UNA MATRIZ PROGRESIVA DE DEFORMACIÓN METÁLICA

Documento N.º 3: Pliego de condiciones

JUNIO DE 2022

AUTOR: DOMINGO ALONSO, ALEJANDRO

Tutor UPV: ADÁN ROCA, VICENTE

Cotutor externo: ESTELLÉS PUCHOL, JUAN

Contenido del pliego de condiciones

1. Objeto y descripción del pliego	108
1.1 Vigencia	108
1.2 Pliegos oficiales.....	108
1.3 Modificaciones.....	108
1.4 Dirección e inspección.....	109
2. Especificaciones facultativas	109
3. Especificaciones técnicas.....	109
3.1 Materiales.....	109
3.1.1 Descripción.....	109
3.1.1.1 Acero 1.2379 / F – 5210 o equivalente.....	109
3.1.1.2 Acero 1.1191 / F – 1140 o equivalente.....	110
3.1.2 Control de calidad	110
3.2 Ejecución.....	110
3.2.1 Descripción.....	110
3.2.2 Control de calidad	110
3.3 Pruebas.....	111
3.3.1 Descripción.....	111
3.3.2 Control de calidad	111
4. Libro de órdenes	112

1. Objeto y descripción del pliego

El objeto de este documento es fijar las condiciones generales y particulares que debe cumplir la matriz progresiva de deformación metálica para la obtención de piezas de chapa de acero con el fin de que se establezcan los principales requisitos para su correcta funcionalidad, calidad, durabilidad y seguridad.

El ámbito de aplicación de este documento se extiende a todos los sistemas mecánicos que forman parte del troquel.

En casos particulares se podrán adoptar, por propia naturaleza de este o del desarrollo tecnológico, soluciones distintas a las presentadas en este documento, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

1.1 Vigencia

Este Pliego de Condiciones, con todos sus articulados, estará en vigor durante la ejecución del proyecto y hasta la terminación de este, entendiéndose que las partes a que hace referencia se aceptarán en todos sus puntos por el adjudicatario del proyecto. Frente a posibles discrepancias, el orden de prioridad de los documentos básicos del Proyecto será el siguiente:

- 1).- Planos.
- 2).- Pliego de Condiciones.
- 3).- Presupuesto.
- 4).- Memoria.

1.2 Pliegos oficiales

En lo que se refiere al ámbito nacional, la normativa que hace referencia a las máquinas es la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición) y el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Además, la normativa que controla el suministro en cuanto a condiciones técnicas se refiere para flejes es la norma UNE-EN 10139:2016+A1 condiciones técnicas de suministro para flejes de acero bajo en carbono, no recubiertos para conformado en frío.

1.3 Modificaciones

Durante la ejecución del proyecto, se podrán realizar cuantas modificaciones se estimen oportunas, siempre que las mismas sean aprobadas por el responsable de la Dirección del Proyecto, y en todo momento, de acuerdo con la entidad contratante.

1.4 Dirección e inspección

La dirección de la fabricación, montaje y uso en pruebas de la matriz progresiva estará a cargo del responsable de la dirección del proyecto, pudiendo éste delegar en personal a cargo de la ejecución práctica de la instalación.

2. Especificaciones facultativas

Las funciones de director de proyecto son las de revisión del trabajo realizado, programación de los trabajos, reconocimiento de los materiales utilizados y autorizaciones referentes al proyecto. En el caso de que los materiales no fueran especificados, los que se utilicen deberán cumplir los requisitos mínimos de funcionamiento y tolerancia que se requiere, siendo obligatorio que sean normalizados y sometidos a la aprobación del director de la obra.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto que ha servido de base a la contratación y a las modificaciones que hayan sido aprobadas. En caso de dudas u omisiones, o con motivo de reforma del presupuesto, se formará un comité entre proyectistas, director de proyecto y, si se cree oportuno, el contratista, para decidir la solución más adecuada y económica.

3. Especificaciones técnicas

3.1 Materiales

3.1.1 Descripción

El material utilizado para la fabricación de la matriz progresiva dependerá de la función a realizar por parte de cada uno de los elementos durante el proceso de conformado de la pieza objetivo.

3.1.1.1 Acero 1.2379 / F – 5210 o equivalente

Este material será principalmente utilizado en aquellos componentes que tengan que soportar grandes cargas de trabajo y algunos de los que estén en contacto con la banda a lo largo del proceso. Además, a estos componentes se les aplicará un proceso de tratamiento térmico que; en caso de no especificar otro, será un templado y revenido.

Dichos componentes serán la placa sufridera; a la cual se le otorgará una dureza de 55 ± 1 HRC, los punzones de corte y doblado y a las matrices de corte y doblado a los cuales se les otorgará una dureza de 60 ± 1 HRC.

3.1.1.2 Acero 1.1191 / F – 1140 o equivalente

Este será empleado para el resto de los componentes los cuales no están en contacto directo con la banda y/o no tienen que soportar un trabajo muy demandante. Dichos componentes no recibirán ningún tratamiento térmico. El caso de la placa sufridera es una excepción ya que a pesar de no estar en contacto con la banda sí que precisa de unas buenas condiciones mecánicas para soportar toda la carga del troquel y por ello no se incluye en este conjunto.

3.1.2 Control de calidad

Los materiales empleados para la fabricación de los componentes de la matriz deberán de pasar un control de calidad en el que deberán de cumplir una serie de requisitos. Como los materiales que se emplearán para nuestro proyecto son el F - 1140 y el F - 5210 la normativa aplicada para este caso es la UNE-EN ISO 683-1 la cual se enfoca en los aceros no aleados para temple y revenido.

3.2 Ejecución

3.2.1 Descripción

La fabricación de la matriz está condicionada por el uso de los componentes especificados durante el proceso de diseño y redacción del proyecto, así como los precios establecidos en el presupuesto en la fecha citada. Teniendo en cuenta esto, se deberán utilizar los componentes normalizados que posea el proyecto igual que la obtención de los componentes mecanizados se hará mediante la compra del material y realizándole los procesos de mecanizado especificados y necesarios.

3.2.2 Control de calidad

A la hora de la fabricación de los componentes de la matriz, estos deberán de cumplir con las especificaciones del diseño lo que crea una necesidad de cumplir con unos requisitos específicos. Además, estos componentes deberán de cumplir con un control de calidad impuesto por las propias máquinas herramienta que los mecaniza. Por ello, dichas máquinas herramienta deberán de estar completamente en disposición de su uso para garantizar la calidad de su trabajo y además, se empleará la norma UNE-EN ISO 16090-1 para especificar los requisitos de seguridad en las máquinas herramienta.

3.3 Pruebas

3.3.1 Descripción

Una vez se tenga en posesión de todos y cada uno de los componentes de la matriz y habiendo cumplido con todas las especificaciones de dimensionado y de material se procederá al montaje de esta. Este montaje se deberá hacer como se especifica en el documento de la memoria del proyecto. Las placas que poseen la marca de montaje deberán de ser alineadas verticalmente para poder verlas todas desde una sola dirección y sentido.

Una vez montada la matriz, ésta deberá de pasar por una serie de pruebas que aseguren su funcionalidad, seguridad y calidad de su trabajo. Primeramente, deberá pasar la prueba de correcto ensamblaje revisando todas y cada una de las uniones de las que está compuesta. Una vez que esta prueba haya sido superada con éxito se pasará a la de desplazamiento vertical de la parte superior, la cual tiene que permitir su movimiento sin roces ni impedimentos. Finalizado este proceso de pruebas se pasará al ensayo de la matriz con material para ensayos para poder verificar el correcto funcionamiento del troquel quedando listo para su uso.

3.3.2 Control de calidad

Cuando ya se tienen todos los componentes disponibles para el montaje de la matriz y una vez montada deberá ser necesario el empleo de un control de calidad en las pruebas a las que son sometidas todas y cada una de las partes de la matriz, así como el conjunto. Además de tener que quedar constancia de todos los resultados de las pruebas y controles realizados, siempre habrá un superior supervisando el correcto procedimiento del control.

Finalmente, cuando ya sea permitido el uso de la matriz se deberá de realizar un control de calidad a las piezas generadas ya que tienen que cumplir con una serie de requisitos físicos. Por ello, se empleará la norma UNE-EN10131 para el control de las tolerancias dimensionales y de forma de las piezas obtenidas.

4. Libro de órdenes

Para el seguimiento de las instalaciones y anotar las aclaraciones o los detalles del proyecto, deberá existir en obra un LIBRO DE ÓRDENES, con hojas numeradas correlativamente en el que se anotarán, asimismo, las modificaciones al proyecto (si las hubiera) para conocimiento de la propiedad y de la empresa habilitada que realice la fabricación de la matriz.

**VALENCIA, a CATORCE de JUNIO de DOS MIL VEINTIUNO
GRADUADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
ALEJANDRO DOMINGO ALONSO**

Firmado por ALEJANDRO
DOMINGO ALONSO -
NIF:***1398** el día
01/07/2022 con un
certificado emitido por
ACCVCA-120





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DISEÑO DE UNA MATRIZ PROGRESIVA DE DEFORMACIÓN METÁLICA

Documento N.º 4: Presupuesto

JUNIO DE 2022

AUTOR: DOMINGO ALONSO, ALEJANDRO

Tutor UPV: ADÁN ROCA, VICENTE

Cotutor externo: ESTELLÉS PUCHOL, JUAN

Contenido del presupuesto

1. Costes de elementos normalizados.....	115
2. Costes de elementos mecanizados.....	116
2.1 Costes de los materiales.....	116
2.2 Costes de fabricación	118
2.3 Costes de tratamientos térmicos.....	119
2.4 Costes totales de los elementos mecanizados	121
3. Costes de ingeniería y oficina técnica.....	121
4. Costes de puesta en marcha	122
5. Total del presupuesto	122

1. Costes de elementos normalizados.

En el diseño de nuestra matriz hemos intentado utilizar el máximo número de elementos normalizados debido al ahorro de tiempo y sencillez que aporta el hecho de poder comparar un elemento con una garantía de calidad y no tener que estar mecanizándolo en una situación de emergencia.

Algunas de las ventajas de incorporar estos elementos mecanizados son:

- Ahorro de mecanizado
- Garantía de calidad
- Amplio mercado

Las siguientes tablas muestran todos los elementos normalizados que posee la matriz progresiva con sus respectivos importes:

Costes elementos normalizados 1			
Descripción	Cantidad (uds)	Precio (€) / ud	Importe (€)
Casquillos guía (Meusburger E 5132)	4	24,91	99,64
Columnas guía (Meusburger E 5010 - 163 mm)	2	29,10	58,20
Columnas guía (Meusburger E 5010 - 135 mm)	2	24,70	49,40
Pasadores superiores (Meusburger E 1300 - 100 mm)	4	0,87	3,48
Pasadores inferiores (Meusburger E 1300 - 50 mm)	4	1,63	6,52
Pasadores placa porta punzones (Meusburger E 1301 - 10 mm)	6	0,23	1,38
Pasadores placa matriz (Meusburger E 1301 - 40 mm)	6	0,34	2,04
Muelles (Meusburger E 1546 – 25 mm / Lo = 64 mm)	4	12,00	48,00
Placas de desgaste (GIERREGOMMA 520x3050x4 mm)	1	168,06	168,06
Importe total (€)			436,72

Costes elementos normalizados 2				
Descripción	Packs	uds/pack	Precio (€) / pack	Importe (€)
Tornillo de cabeza hueca de acero inoxidable 18-8 (McMASTER - CARR 91292A325)	1	10	10,48	10,48
Tornillo de cabeza hueca de acero aleado (McMASTER-CARR - 91290A446)	1	50	17,11	17,11
Tornillo de cabeza hueca de acero inoxidable 18-8 (McMASTER-CARR 91292A033)	1	25	4,27	4,27

Tornillo de cabeza hueca de acero inoxidable 18-8 (McMASTER-CARR 91292A210)	1	10	10,53	10,53
Tornillo de cabeza hueca de acero inoxidable (McMASTER-CARR 92290A019)	1	50	7,09	7,09
			Importe total (€)	49,48

Por lo tanto, el coste total de los elementos normalizados ascendería a un total de:

Total costes elementos normalizados	
Total 1 (€)	436,72
Total 2 (€)	49,48
Total (€)	486,20

El precio de los componentes normalizados empleados en este proyecto está sujeto al precio público impuesto por cada fabricante indicado en cada componente (MEUSBURGER, McMASTER-CARR y GIERREGOMMA) a fecha actual de redacción del trabajo. Esto indica que puede variar según la fecha de documentación.

2. Costes de elementos mecanizados

A continuación, se expone el coste de todos los elementos de la matriz que han de ser mecanizados. Este apartado se dividirá en tres fases y como consecuencia tres costes:

- Costes de los materiales
- Costes de fabricación
- Costes del tratamiento térmico

2.1 Costes de los materiales

El coste de la materia prima de cada uno de los componentes de la matriz no normalizados.

Costes de materiales						
Elemento	Material	Dimensiones	Peso (kg)	Precio (€/kg)	Cantidad (uds)	Importe (€)
Matriz de corte (M1)	F - 5210	296x146,5x20	6,762	6,00	1	40,57
Matriz de corte (M2)	F - 5210	296x62x20	2,862	6,00	1	17,17
Matriz de corte (M3)	F - 5210	296x77x20	3,554	6,00	1	21,33
Matriz de corte y doblado (M4)	F - 5210	296x270,5x14	8,740	6,00	1	52,44

Soporte de doblado	F - 5210	40x120x5	0,374	6,00	2	2,25
Pilar del soporte de doblado	F - 5210	$2 \times \pi \times (3)^2 \times 50$	0,022	6,00	2	0,13
Matriz de corte final (M5)	F - 5210	30x248x17	0,986	6,00	1	5,92
Tacos de reacción	F - 1140	20x31,5x32	0,629	3,00	4	1,89
Base inferior	F - 1140	296x556x63	80,842	3,00	1	242,52
Regles guía	F - 1140	285,5x22x1,65	0,162	3,00	2	0,48
Placa guía	F - 1140	296x556x22	28,230	3,00	1	84,69
Placa porta punzones	F - 1140	296x556x22	28,230	3,00	1	84,69
Punzón de corte tipo 1	F - 5210	37x13x54,5	0,204	6,00	1	1,23
Punzón de corte tipo 2	F - 5210	42x18x54,5	0,321	6,00	1	1,93
Punzón de corte tipo 3	F - 5210	$\varnothing 20 \times 54,5$	0,534	6,00	4	3,20
Punzón de corte tipo 4	F - 5210	62x70,828x54,5	3,732	6,00	2	22,39
Punzón de corte tipo 5	F - 5210	47x70,828x54,5	2,829	6,00	2	16,97
Punzón de corte tipo 6	F - 5210	$\varnothing 5 \times 58,65$	0,018	6,00	2	0,11
Punzón de doblado	F - 5210	32x45x74,65	3,353	6,00	4	20,12
Centrador	F - 1140	$\varnothing 5 \times 74,9$	0,046	3,00	4	0,14
Placa sufridera superior	F - 5210	296x556x10	12,832	6,00	1	76,99
Placa base superior	F - 1140	296x556x22	28,230	3,00	1	84,69
Pilares	F - 1140	40x25x36,65	0,572	3,00	2	1,71
Importe total de materiales (€)						783,57

2.2 Costes de fabricación

El coste de fabricación de cada elemento depende del proceso necesario y el tiempo que se emplee para ello y por esto dividiremos el coste de fabricación en:

- Mecanizado
- Rectificado

El coste de fabricación se muestra en la siguiente tabla:

Costes de fabricación						
Elemento	Cantidad (uds)	Mecanizado (h/ud)	Precio mec. (€/h)	Rectificado (h/ud)	Precio rectific. (€/h)	Importe (€)
Matriz de corte (M1)	1	20	50,00	2	75,00	1.150,00
Matriz de corte (M2)	1	15	50,00	2	75,00	900,00
Matriz de corte (M3)	1	15	50,00	2	75,00	900,00
Matriz de corte y doblado (M4)	1	24	50,00	2	75,00	1.350,00
Soporte de doblado	2	2	50,00	1	75,00	350,00
Pilar del soporte de doblado	2	2	50,00	1	75,00	350,00
Matriz de corte final M5	1	8	50,00	1	75,00	475,00
Tacos de reacción	4	5	50,00	0	75,00	1.000,00
Base inferior	1	15	50,00	3	75,00	975,00
Regles guía	2	2	50,00	1	75,00	350,00
Placa guía	1	16	50,00	3	75,00	1.025,00
Placa porta punzones	1	16	50,00	3	75,00	1.025,00
Punzón de corte tipo 1	1	4	50,00	1	75,00	275,00
Punzón de corte tipo 2	1	4	50,00	1	75,00	275,00

Punzón de corte tipo 3	4	4	50,00	1	75,00	1.100,00
Punzón de corte tipo 4	2	8	50,00	2	75,00	1.100,00
Punzón de corte tipo 5	2	8	50,00	2	75,00	1.100,00
Punzón de corte tipo 6	2	2	50,00	1	75,00	350,00
Punzón de doblado	4	5	50,00	0	75,00	1.000,00
Centrador	4	2	50,00	0	75,00	400,00
Placa sufridera superior	1	10	50,00	3	75,00	725,00
Placa base superior	1	10	50,00	0	75,00	500,00
Pilares	2	2	50,00	0	75,00	200,00
Importe total de fabricación (€)						16.875,00

2.3 Costes de tratamientos térmicos

A continuación, se muestran los costes de los tratamientos térmicos de aquellos componentes que lo requieren:

Costes tratamientos térmicos					
Elemento	Cantidad (uds)	Peso (kg)	Importe temple (3 €/kg)	Importe nitrurado (5 €/kg)	Importe total (€)
Matriz de corte (M1)	1	6,762	20,29	0,00	20,29
Matriz de corte (M2)	1	2,862	8,59	0,00	8,59
Matriz de corte (M3)	1	3,554	10,66	0,00	10,66
Matriz de corte y doblado (M4)	1	8,740	26,22	0,00	26,22
Soporte de doblado	2	0,374	2,25	0,00	2,25

Pilar del soporte de doblado	2	0,022	0,13	0,00	0,13
Matriz de corte final (M5)	1	0,986	2,96	0,00	2,96
Tacos de reacción	4	0,629	0,00	0,00	0,00
Base inferior	1	80,842	0,00	0,00	0,00
Regles guía	2	0,162	0,00	1,62	1,62
Placa guía	1	28,230	0,00	141,15	141,15
Placa porta punzones	1	28,230	0,00	0,00	0,00
Punzón de corte tipo 1	1	0,204	0,61	0,00	0,61
Punzón de corte tipo 2	1	0,321	0,96	0,00	0,96
Punzón de corte tipo 3	4	0,534	6,41	0,00	6,41
Punzón de corte tipo 4	2	3,732	22,39	0,00	22,39
Punzón de corte tipo 5	2	2,829	16,97	0,00	16,97
Punzón de corte tipo 6	2	0,018	0,11	0,00	0,11
Punzón de doblado	4	3,353	40,23	0,00	40,23
Centrador	4	0,046	0,00	0,00	0,00
Placa sufridera superior	1	12,832	38,50	0,00	38,50
Placa base superior	1	28,230	0,00	0,00	0,00
Pilares	2	0,572	0,00	5,72	5,72
Importe total tratamientos térmicos (€)					345,76

2.4 Costes totales de los elementos mecanizados

Total costes elementos mecanizados	
Importe de materiales (€)	783,57
Importe de fabricación (€)	16.875,00
Importe tratamientos térmicos (€)	345,76
Importe total (€)	18.004,33

En este caso, los precios de los materiales, los tratamientos térmicos y los mecanizados ocurre algo parecido como en el caso de los componentes normalizados, no es un precio fijo. Debido a esto y a que cada fabricante impone sus propios precios para sus procesos se ha intentado exponer un precio lo más general posible obtenido entre varias fuentes de información con el fin de poder elegir entre una gran cantidad de empresas y que no discrepe en gran medida el importe final.

3. Costes de ingeniería y oficina técnica

También debemos de tener en cuenta los costes referentes al proyectista para poder llevar a cabo la fabricación de la matriz, el precio base del ingeniero a la hora de realizar cada una de las fases se fijará en 30 €/h. En la tabla siguiente se muestra detalladamente el tiempo empleado en cada fase:

	Concepto	Precio (€/h)	Total (h)	Importe (€)
Costes de ingeniería y oficina técnica	Análisis de la pieza	30,00	8	240,00
	Búsqueda de información	30,00	8	240,00
	Método plan o diseño de la banda	30,00	8	240,00
	Cálculo de fuerzas de corte y doblado	30,00	4	120,00
	Elección de componentes normalizados	30,00	4	120,00
	Diseño básico de los componentes restantes del troquel	30,00	20	600,00
	Diseño en detalle de la parte inferior del troquel	30,00	30	900,00
	Diseño en detalle de la parte superior del troquel	30,00	25	750,00
	Revisión de interferencias	30,00	8	240,00
	Realización de planos de cada componente	30,00	20	1.200,00
	Importe total		155	4.050,00

4. Costes de puesta en marcha

En este apartado se tendrá en cuenta el coste de la puesta en marcha de la matriz progresiva que incluye el ensamblaje de la matriz, los ajustes y las pruebas.

Costes de puesta en marcha			
	Precio (€/h)	Tiempo (h)	Importe (€)
Ensamblaje de la matriz	40,00	20	800,00
Ajustes	40,00	16	640,00
Pruebas	20,00	16	320,00
	Importe total (€)		1.760,00

5. Total del presupuesto

Finalmente establecemos un pequeño resumen del importe total del diseño y fabricación de nuestra matriz progresiva.

Resumen Presupuesto		
Tipo	Importe (€)	Importe (€)
Costes elementos normalizados		486,20
Costes elementos mecanizados		18.004,33
Costes de ing. y O.T.		4.050,00
Costes de puesta en marcha		1.760,00
Presupuesto de Ejecución Material (€)		24.300,53
6,00 % Gastos generales	1.458,03	
13,00 % Beneficio industrial	3.159,07	
Suma de G.G. Y B.I.		4.617,10
21,00 % I.V.A.		5.103,11
Total presupuesto (€)		34.020,74

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de **TREINTA Y CUATRO MIL VEINTE EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (34.020,74)**.

VALENCIA, a CATORCE de JUNIO de DOS MIL VEINTIUNO
GRADUADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
ALEJANDRO DOMINGO ALONSO

