



“DISEÑO DE UNA MATRIZ PARA CORTE DE CHAPA Y CASOS PRÁCTICOS.”

Proyecto Final de Carrera para optar a la titulación de Ingeniería Técnica Industrial,
Especialidad Mecánica.

Realizado por: Aitor Iñigo Huete López

Directora del proyecto: Sonia Val Blasco

Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación
E.I.N.A. (Universidad de Zaragoza)
Convocatoria Mayo 2015



**PROUESTA y ACEPTACIÓN DEL
PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERÍA TÉCNICA**

DATOS PERSONALES

APELLIDOS, Nombre

HUETE LÓPEZ,AITOR IÑIGO

Nº DNI 17766236R Dirección PLAZA PICO DE LA MALADETA 3, 3º IZDA

C.P. 50015 Localidad ZARAGOZA

Provincia ZARAGOZA Teléfono 690340162 NIA: 577690

Firma:

DATOS DEL PROYECTO FIN DE CARRERA

INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL, Especialidad MECÁNICA

TITULO DISEÑO DE UNA MATRIZ PARA CORTE DE CHAPA Y CASOS PRÁCTICOS

DEPÓSITO EN: ZAGUAN (Obligatorio) y CD-ROM (si PFC es tipo B aplicación informática)

DIRECTOR SONIA VAL BLASCO

VERIFICACIÓN EN SECRETARÍA

El alumno reúne los requisitos académicos (1) para la adjudicación de Proyecto Fin de Carrera

SELLO DEL CENTRO

EL FUNCIONARIO DE SECRETARIA

Fdo.: _____

SE ACEPTE LA PROPUESTA DEL PROYECTO (2)

En Zaragoza, a 15 de mayo de 2.0 15

Fdo.: Sonia Val Blasco

DIRECTOR DEL PFC

SE ACEPTE EL DEPÓSITO DEL PROYECTO

En Zaragoza, a 15 de mayo de 2.0 15

Fdo.: Sonia Val Blasco

DIRECTOR DEL PFC

(1) Requisitos académicos: tener pendientes un máximo de 24 créditos o dos asignaturas para finalizar la titulación.

(2) Para que la propuesta sea aceptada por el Director, es imprescindible que este impreso esté sellado por la Secretaría de la EINA una vez comprobados los requisitos académicos.

Índice.

1.- Introducción.	4
2.- Objetivos.	5
3.- Desarrollo.	6
3.1.- Tipos de matrices y fundamentos de corte.	6
3.2.- Partes de una matriz.	13
3.3.- Fuerza de corte.	19
3.4.- Fuerza de extracción.	19
3.5.- Fuerza de expulsión.	20
3.6.- Franquicia de corte.	20
3.7.- Defectos en las piezas de corte.	20
3.7.1.- Rebabas.	21
3.7.2.- Alomados.	21
3.7.3.- Irregularidades en la pared de corte.	21
4.- Cálculos.	22
4.1.- Distancia de separación entre piezas.	22
4.2.- Paso del fleje.	22
4.3.- Rendimiento de la banda de chapa.	22
4.4.- Disposición de la pieza.	23
4.4.1.- Disposición normal.	23
4.4.2.- Disposición oblicua.	23
4.4.3.- Disposición invertida.	24
4.4.4.- Disposición múltiple.	24
5.- Casos prácticos.	25
5.1.- Caso práctico 1.	25
5.1.1.- Selección de la disposición más favorable.	26
a) Disposición normal vertical:	26
b) Disposición normal horizontal:	28
c) Disposición múltiple vertical:	29
d) Disposición múltiple horizontal:	31
5.2.- Caso práctico 2.	42
5.2.1.- Selección de la disposición más favorable.	43
a) Disposición normal vertical:	43

b) Disposición normal horizontal:	45
c) Disposición invertida horizontal:	47
d) Disposición invertida vertical:	48
e) Disposición invertida vertical múltiple:	49
6.- Conclusiones.	65
7.- Bibliografía.	66

1.- Introducción.

Una matriz es una máquina herramienta capaz de realizar de forma continuada una misma operación sobre una chapa, alimentada de forma independiente o en banda o fleje.

Matriz progresiva es aquella que agrupa en una los procesos que podrían realizar varias matrices individualmente ahorrando el tiempo y coste de alimentarlas por separado. Estas matrices realizan todas las operaciones necesarias para transformar la banda de chapa en la pieza final. Esta banda de chapa o fleje viene en forma de rollo o bobina y se desplaza a través de la matriz mediante un avance o paso, definido de forma manual o automática.

La fabricación mediante matrices progresivas es un proceso muy utilizado en la industria actual por su gran versatilidad y agilidad frente a otros procesos. A pesar de tener limitaciones con piezas que requieren gran precisión o con formas complejas, tienen un amplio campo de aplicación en la producción de piezas sencillas y grandes lotes. Los plazos de entrega y los costes pueden verse reducidos drásticamente gracias a este sistema y su capacidad productiva es tan grande que puede superar los 1000 golpes por minuto.

El diseño de una matriz progresiva es muy importante ya que influye directamente en su capacidad productiva y en el ahorro o no de tiempo y abaratamiento de costes. Un buen diseño permitirá el máximo ahorro de materia prima, que la matriz sea fácil de construir y mantener y que la banda se desplace bien y pueda ser operada correctamente.

La forma en que el diseño disponga la pieza a lo largo de la banda, la separación entre una y la siguiente y el orden en que se sucederán las operaciones sobre la banda también influirán directamente en los resultados.

Así pues, desarrollando lo anterior, en este proyecto diseñaremos una matriz progresiva capaz de llevar a cabo las operaciones necesarias para la obtención de las piezas presentadas en varios casos prácticos, realizando los cálculos y estimaciones necesarias y observaremos sus ventajas y desventajas frente a otros procesos.

Utilizaremos también la herramienta Solid Edge ST7 para simular la matriz con la que realizaremos los casos prácticos y observaremos su funcionamiento con el fin de entender mejor cómo obtenemos las piezas finales a partir de la banda de chapa.

2.- Objetivos.

1. El objetivo de este proyecto es desarrollar los pasos a seguir para el diseño de una matriz industrial capaz de fabricar las piezas que se nos requieren en los distintos casos prácticos. Para ello, lo primero que debemos saber es qué es una matriz, tenemos que saber identificarlas y conocer sus partes, funcionamiento y campo de aplicaciones.
2. Una vez sabemos identificar los distintos tipos de matrices y conocemos su funcionamiento, debemos ser capaces de reconocer las ventajas y desventajas de cada uno de ellos para seleccionar la que más se adapte a los requisitos del caso en que estemos trabajando. Además, debemos estudiar el modo en que llevaremos a cabo el proceso, teniendo en cuenta la geometría y material de la pieza, estudiando los valores de rendimiento y fuerzas necesarias para su fabricación, y escogiendo cual es el tipo de matriz idóneo.
3. Por último, habiendo escogido el tipo de matriz a diseñar y realizado los cálculos pertinentes, diseñamos los planos de las piezas que conformarán la matriz y escogemos el utilaje a utilizar en el conjunto. Para estudiar mejor su funcionamiento y abrir la posibilidad de realizar otros estudios sobre el diseño, realizaremos una simulación en 3D de la matriz utilizando la herramienta Solid Edge ST7.

3.- Desarrollo.

3.1.- Tipos de matrices y fundamentos de corte.

Una máquina herramienta es un tipo de máquina que es capaz de dar forma a piezas sólidas, esencialmente metálicas. Son máquinas estacionarias que necesitan estabilidad para realizar las operaciones correctamente.

Existen varios tipos de máquinas herramienta según su forma de operar:

- Desbastadoras: Dan forma a la pieza arrancando material de ella en forma de viruta. Algunos ejemplos son los tornos, las fresadoras o las taladradoras.
- Especiales: Utilizan técnicas distintas a las convencionales para dar forma a la pieza (láser, electroerosión, plasma, etc).
- Prensas: Cortan, prensan o estiran el material para darle forma. En esta familia de máquinas herramienta se encuentra la que estudiaremos a lo largo del proyecto, la troqueladora o matriz.

Las matrices son capaces de realizar la misma operación sobre un fleje o banda de chapa de manera ininterrumpida hasta más de 1000 veces por minuto.

En términos del diseño de una matriz existen varios tipos de matrices:

- Matriz de pruebas: Es un utilaje construido de forma sencilla y provisional que nos permite emular un proceso de trabajo real. Se utiliza para el ensayo y posterior conocimiento del comportamiento de la chapa y también para comprobar el correcto funcionamiento de los componentes del útil.
- Matriz de prototipos: Es una matriz que se construye una vez aceptado el proyecto de fabricación. Este utilaje permite la fabricación de unas pocas piezas, con objeto de lanzar al mercado un producto en el menor tiempo posible.
- Matriz de producción: Es el utilaje definitivo mediante el cual se lleva a cabo la fabricación del producto.

Según sus características constructivas, las matrices de producción son:

- De guía fija.

Este es un tipo de matriz utilizado para la producción de pequeñas y medianas series de piezas de geometría plana. En estas matrices, la placa que guía los punzones es solidaria a la parte fija del conjunto y el guiado del utilaje lo realizan los punzones por el ajuste del perímetro de su sección de corte. La construcción de estos utilajes resulta muy simple y barata, comparada con otros tipos de matrices, aunque únicamente se utilizan para el procesado de chapa plana.

Las matrices de guía fija no disponen de sistema de pisado de la chapa, con lo cual el material a trabajar se encuentra libre antes, durante y después del corte de la misma. Al no hallarse la chapa inmovilizada, no se garantiza la posición óptima necesaria para obtener un buen corte, por lo que las piezas matrizadas tienen menor precisión.

Su funcionamiento es el siguiente:

En su posición de reposo, el punzón de corte se encuentra alojado en el interior de la placa extractora-guía. Al iniciar la operación de descenso, esta situación evitará que el punzón se clave sobre la placa por una mala alineación del mismo.

Al bajar la prensa, el punzón incide sobre la chapa. En el instante en que se hace presión sobre el material a cortar, la chapa experimenta una ligera pérdida de planitud a causa de la ausencia de pisado.

Momentos antes que la prensa se encuentre en el punto muerto inferior se efectúa el corte de la chapa y, una vez el punzón atraviesa su espesor, el material desprendido cae por el agujero de la matriz.

En su carrera de ascenso, el punzón lleva la chapa adherida a su perímetro, hasta que se produce su extracción, haciendo tope en la placa y como consecuencia del esfuerzo en sentido contrario a la fuerza de corte producida anteriormente.

- Con pisador o de guía flotante.

Es una clase de matriz en la cual la placa guía está montada en la parte móvil del utilaje mediante un sistema elástico que permite el pisado de la chapa durante el proceso.

El hecho de inmovilizar la chapa durante la operación de corte ofrece mejores resultados, en cuanto a acabados en las aristas de la pieza y su planitud. Además, al dotar a los punzones de un guiado más preciso, disminuye notablemente el riesgo de rotura, especialmente en aquellos cuya sección es mínima.

Las matrices de guía flotante no sólo se utilizan en procesos de corte, sino que también tienen su aplicación en procedimientos de doblado y embutición de chapa. Su construcción es algo más compleja que las matrices de guía fija, por lo que su uso se

limita a la producción de series medianas y grandes, o bien, cuando la geometría de la pieza requiera una sujeción firme durante su proceso.

Una matriz con pisador funciona de la siguiente manera:

En su posición de reposo, la parte móvil de la matriz se halla ligeramente separada de la parte fija del utilaje, aunque convenientemente guiada mediante un sistema de ajuste formado por columnas y casquillos, deslizantes entre sí. La chapa a matrizar está situada sobre el plano de corte del útil.

Al comenzar el ciclo, el bloque móvil del utilaje inicia su carrera de descenso y el pisador ejerce la presión necesaria para sujetar la chapa durante el proceso. Este pisador, al estar montado sobre un sistema elástico o flotante, se retrae una vez que la presión ejercida es superior a la carga nominal de los resortes montados.

Antes de que el cabezal de la prensa alcance el final de su recorrido, los punzones presionan la chapa justo en el momento en que la cara plana del pisador alcanza el plano de corte de los punzones y éstos ejercen un esfuerzo capaz de seccionar limpiamente las fibras del material. Cuando la prensa ha llegado a su punto muerto inferior, los punzones se hallan alojados dentro de la matriz, habiendo cortado ya la chapa.

En la última fase del proceso, el cabezal de la prensa vuelve a su posición inicial, cesando así la presión sobre la parte móvil del utilaje. Así, el sistema elástico del pisador recupera su posición original, liberando la chapa y extrayendo el recorte de material adherido al punzón en el preciso momento en que éste se esconde en el pisador. Al llegar a la posición de reposo, la matriz está lista para iniciar un nuevo ciclo.

- De doble efecto o coaxiales.

Es una matriz que permite la ejecución íntegra de los diferentes detalles de una pieza, en un solo golpe de prensa y sobre un único eje de trabajo. Su estructura varía considerablemente respecto a otros tipos de matrices. Las matrices coaxiales son especialmente recomendadas para la producción de piezas de mucha exactitud de medida entre cortes.

Sus partes principales son el punzón y la matriz, los cuales, además de cumplir con su misión, trabajan simultáneamente de forma recíproca: el punzón actúa a la vez como matriz y viceversa.

Requieren mayor atención y rigurosidad en trabajos de mantenimiento por su constitución y funcionamiento.

Así es el funcionamiento de una matriz coaxial:

En su posición de reposo, la parte móvil de la matriz está ligeramente separada de la parte fija del utilaje y el mecanismo impulsor se halla en su posición más

adelantada, sobresaliendo ligeramente el casquillo expulsor del plano de corte de la matriz superior. La chapa a matrizar está situada sobre el plano de corte del útil.

Al comenzar el ciclo, la parte móvil del utilaje inicia su carrera de descenso presionando la chapa sobre la placa pisadora. Simultáneamente, el casquillo expulsor hace contacto sobre la chapa y retrocede hasta el plano de corte de la matriz superior.

Al estar montada sobre un sistema elástico, la placa pisadora se retrae una vez que la presión ejercida es superior a la carga nominal de los resortes montados. En este momento, la matriz superior y el punzón presionan la chapa contra el casquillo de corte, iniciándose el corte y seccionando así las fibras del material. Cuando la prensa llega a su punto muerto inferior, el casquillo de corte está alojado ligeramente dentro de la matriz superior y el punzón se halla alojado dentro del casquillo de corte, habiendo cortado ya la chapa. La pieza se queda alojada en la matriz superior, mientras que la pipa o recorte del agujero de la pieza se evacúa por el agujero del casquillo de corte.

- De corte fino o de precisión.

Es un utilaje de diseño similar a las matrices de doble efecto, de ejecución más precisa y robusta, concebido para trabajar según una técnica cuya principal diferencia reside en el sistema de pisado de la chapa.

La placa pisadora está dotada de un dentado anular o resalte, que, en el momento de pisar la chapa, produce un estampado alrededor del perímetro de corte. Esta incisión desplaza por expansión al material circundante contra los elementos de corte; de este modo, la pared del espesor del material queda laminada y sin sufrir desgarro alguno.

Mediante este método pueden obtenerse piezas cuyas tolerancias son del orden de unas 15 µm y la rugosidad en la superficie de corte de la pieza es menor a una micra.

Las matrices de corte fino trabajan en unas prensas especiales de acción múltiple y el espesor de la chapa a cortar suele oscilar entre 2 y 15 milímetros. Cuando se superan estos valores pueden surgir algunas complicaciones derivadas de las características mecánicas del material a trabajar.

Además de operaciones de corte y punzonado, estas matrices permiten obtener piezas con avellanados, recalados, chaflanes, estampados, etc.

El funcionamiento de una matriz de corte fino es el siguiente:

En su posición de reposo, el utilaje se encuentra abierto y con el fleje de material apoyado sobre el extractor de la parte inferior de la herramienta.

Al comenzar el ciclo, la mesa de la prensa inicia su carrera de ascenso, cerrando la parte inferior del utilaje sobre la parte superior y presionando el fleje a cortar entre ambas partes. Simultáneamente, y mediante la acción de los pernos de presión, se producen sendas fuerzas sobre el extractor y sobre la placa de presión, ésta última en sentido opuesto a las anteriores.

La fuerza imprimida sobre el extractor tiene la misión de pisar y mantener lo más plana posible el área de la chapa, que, una vez cortada, resultará ser la pieza definitiva. Dicha fuerza además, evita el alomado de las aristas de la pieza que se produce al principio del corte por el inicio de embutidura, debido a la falta de resistencia del material.

La fuerza producida sobre la placa de presión es la responsable de estampar el dentado o resalte anular sobre el fleje de material para provocar su expansión hacia las paredes y filos de los elementos de corte.

El material cede a los esfuerzos mencionados, actuando de manera pasiva el troquel de corte, puesto que no posee movimiento propio. Dicho elemento, como en el caso de las matrices coaxiales, trabaja como punzón sobre la matriz de corte, y como matriz sobre los punzones de corte, de manera simultánea.

En esta fase, ha finalizado el corte, propiamente dicho.

A continuación, las plataformas o mesas de la prensa se separan y el utilaje queda abierto con la pieza, el recorte de material y el fleje adheridos a los elementos activos del útil.

La retirada del troquel de corte y el avance del extractor, liberan el fleje de material, el recorte y la pieza.

Antes de iniciar un nuevo ciclo, la pieza y los recortes son evacuados, a la vez que el fleje de material avanza, para poder producir una nueva pieza.

- De correderas o de carros.

En ocasiones, se presentan piezas cuya geometría aconseja un orden determinado a la hora de efectuar las distintas operaciones de que consta su proceso. Así, algunos trabajos de corte o de conformado deben llevarse a cabo sobre piezas previamente cortadas, dobladas, embutidas, etc. Las matrices de correderas, cuando se habla de matrices de pequeño tamaño, o los troqueles de carros, en el caso de matrices de tamaño medio y de matricería pesada, son un tipo de útiles concebidos para efectuar esta clase de trabajos. La matricería pesada o troquelería, especialmente la que se utiliza en el sector del automóvil, suele hacer uso frecuente de este tipo de matrices.

Estos utilajes constan de unas unidades de punzonado, carros o patines, los cuales se mueven mediante la acción de cuñas o levas que trabajan por deslizamiento o por basculación. En el extremo de estos elementos va montada la herramienta de

matrizado, que trabaja simultáneamente con el resto de los punzones, solidarios a la parte móvil de la matriz, según el movimiento principal de la prensa. La recuperación de la posición inicial de las unidades de punzonado y de los carros se efectúa mediante cilindros de gas. En el caso de las matrices de correderas, la recuperación suele llevarse a cabo mediante resortes helicoidales.

Las unidades de punzonado y los carros son unos elementos homologados que últimamente los fabricantes de normalizados comercializan con éxito, pues facilitan la ejecución del proyecto, la fabricación y el mantenimiento de los troqueles con importantes reducciones de tiempo.

Su funcionamiento es el siguiente:

En la posición de reposo, la parte móvil del utilaje está separada de la parte fija. Dependiendo de la operación que vaya a ejecutar la matriz, puede existir algún elemento de guía, como columnas o placas de apoyo, o bien la parte móvil puede permanecer al aire. En todo caso, los punzones de corte deben hallarse alojados en su placa de guía. La pieza a matrizar está posicionada sobre la matriz, cuya forma debe coincidir con la de la pieza preformada, para evitar hundimientos u otras deformaciones al iniciarse la operación.

Al comenzar el ciclo, el bloque móvil del utilaje inicia su carrera de descenso y el pisador ejerce la presión necesaria para sujetar la pieza de chapa durante el proceso. A diferencia de otros tipos de matrices, este pisador deberá tener la forma de la pieza preformada, para no producir ninguna deformación sobre la misma. Instantes antes de que el cabezal de la prensa alcance el final de su recorrido, las cuñas o levas presionan sobre las unidades de punzonado o carros. A su vez, éstos se desplazan por deslizamiento o por basculación, llevando en sus extremos los punzones, que acaban por cortar o deformar la chapa cuando la prensa ha llegado a su punto muerto inferior.

En la última parte del proceso, el cabezal de la máquina vuelve a su posición inicial, retrocediendo la parte móvil del utilaje. El pisador recupera su posición original y, simultáneamente, las cuñas o levas dejan de incidir sobre las correderas o unidades de punzonado, liberándolas y dejando que recuperen su origen, gracias a la acción de unos cilindros de gas o de unos muelles. Al llegar a la posición de reposo, la matriz está lista para iniciar un nuevo ciclo.

Según los ciclos de producción, las matrices pueden ser:

- Simples.

Son una clase de matrices que ejecutan una sola fase de todo un proceso productivo. La colocación de la chapa y el accionamiento de la prensa se hace manualmente, aunque también puede hacerse de forma mecánica. La retirada de la

pieza y el recorte de material, si lo hay, se efectúa del mismo modo. Cabe decir que para completar el proceso hacen falta otras tantas matrices.

- Progresivas.

Es una clase de matrices concebidas para ejecutar automática y simultáneamente dos o más fases de un proceso de matrizado o, incluso, el proceso completo. La fabricación de piezas mediante estas matrices se efectúa a partir de un fleje o tira de material continuo que, alimentado automáticamente, entra por un costado de la matriz.

La tira de material avanza por el interior de la matriz y, simultáneamente, golpe a golpe, van ejecutándose las distintas fases del proceso, saliendo por el costado opuesto el recorte sobrante del material. La distancia que hay entre las diferentes fases o estaciones de una matriz progresiva se llama paso y coincide exactamente con el avance de la chapa en cada golpe de prensa. Las piezas matrizadas y los recortes de chapa son evacuados por gravedad a través de unos agujeros practicados en la matriz.

El uso de este tipo de matrices es habitual en la producción de grandes series, pues, aunque su coste de construcción es muy elevado, permite economizar mucho tiempo y dinero. Para conseguir una rentabilidad máxima, las matrices progresivas trabajan en líneas de producción, verdaderos complejos automatizados, donde la intervención de mano de obra es mínima, cuando no inexistente.

- De transferencia.

Formadas por un conjunto de varias matrices simples montadas en batería sobre una misma base, en la misma prensa, y ordenadas según las fases de un proceso de matrizado. Al bajar el cabezal de la prensa, son ejecutadas simultáneamente las distintas fases de fabricación de la pieza. Cada matriz ejecuta la fase siguiente a la matriz que le precede y así sucesivamente, hasta completar el proceso.

El material a transformar es un trozo de chapa o formato, cuya geometría ha sido previamente calculada y cortada, para que, una vez procesada, sea capaz de adoptar la forma final de la pieza.

El formato es alimentado manual o automáticamente a la primera matriz y su transporte entre fases se lleva a cabo mediante utilajes mecánicos o unidades robotizadas.

3.2.- Partes de una matriz.

- **Armazón o base inferior:** Es el elemento sobre el que van montados los demás elementos. Descansa sobre la bancada y soporta todo el esfuerzo que la matriz ejerce sobre el fleje durante el proceso.

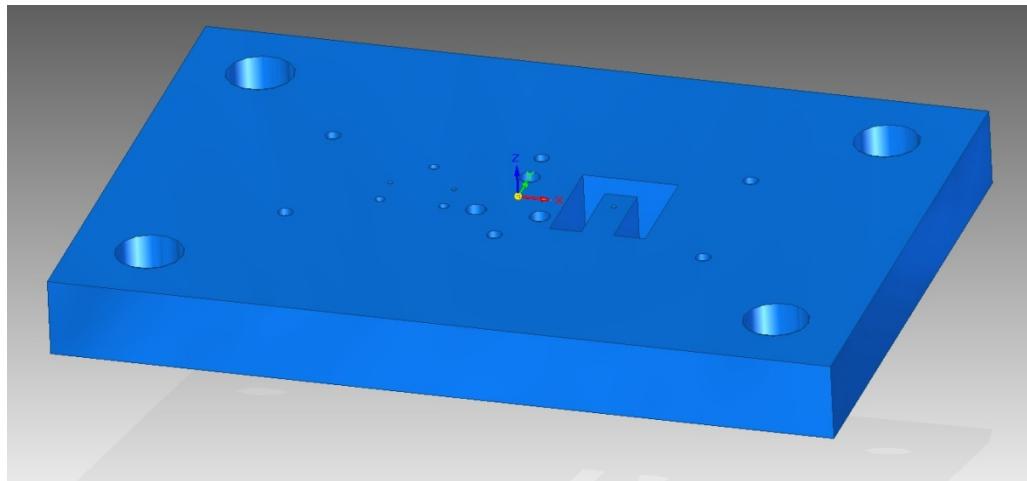


Fig. 1: Placa base inferior.

- **Armazón o base superior:** Sostiene todas las placas que sujetan los punzones de la matriz. Recibe el movimiento de la prensa y transmite el esfuerzo sobre la base inferior, lo que permite que los punzones transformen la chapa. Tanto la base superior como la inferior van guiadas por las columnas guía y sus casquillos.

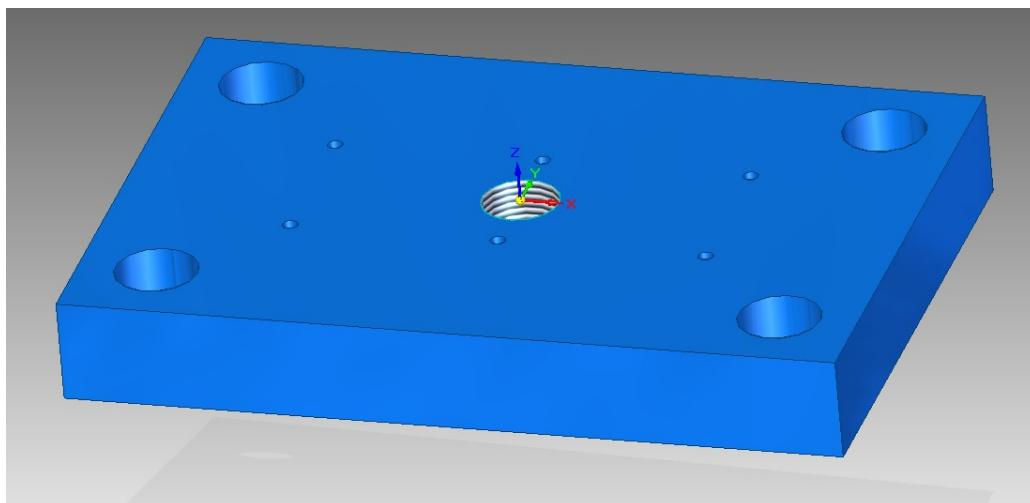


Fig. 2: Placa base superior.

- **Sufridera o placa de choque inferior:** Su función es absorber los sucesivos impactos que la base superior ejerce sobre la inferior. Las sufrideras han de ser

de superficie mayor a los punzones o casquillos que soportan, para evitar que los esfuerzos hagan que se claven sobre las bases. También deben estar fabricadas en un material lo más tenaz posible o templadas para soportar los impactos.

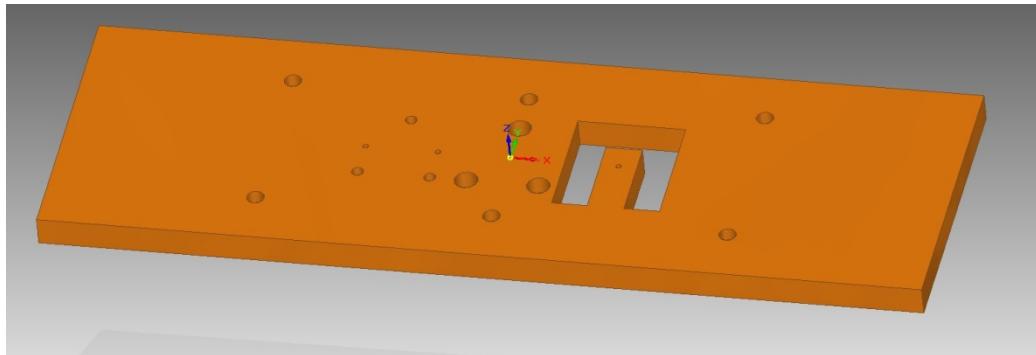


Fig. 3: Placa sufridora.

- *Sufridora o placa de choque superior:* Son iguales que las sufrideras inferiores, pero situadas en la base superior. Soportan los esfuerzos que sufren los punzones y casquillos que acogen.

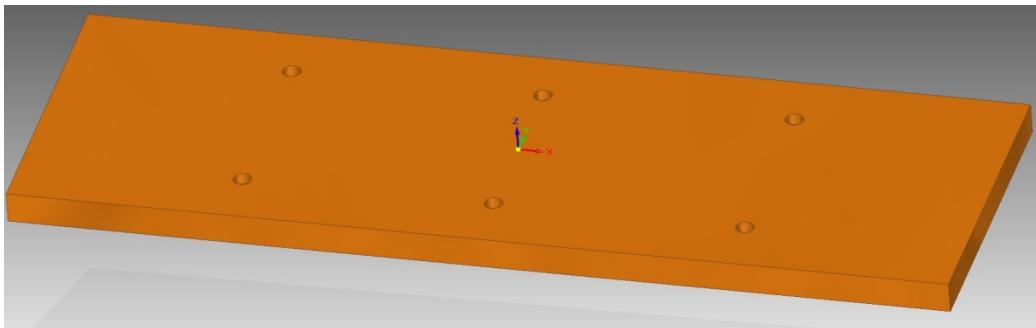


Fig. 4: Placa sufridora superior.

- *Reglas guía de banda:* Son componentes característicos de las matrices progresivas. Su función es la de guiar longitudinal y transversalmente el fleje de chapa a lo largo de la matriz. Deben tratarse (templado y revenido, nitrurado) con el fin de evitar un desgaste de sus paredes que pueda dificultar el flujo de chapa. También deben tener una tolerancia que facilite que la chapa se deslice con facilidad, entre 0,5 y 1 mm.

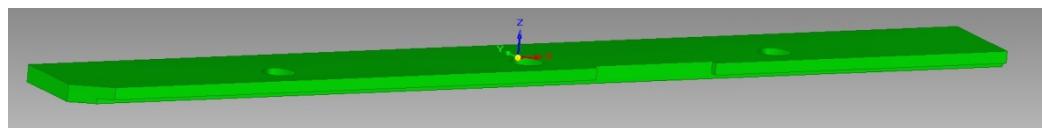


Fig. 5: Guía de banda.

- *Placa porta punzones*: Su finalidad es la de alojar y fijar los punzones de la matriz. Queda fijada a la base superior mediante tornillos y pasadores. La cantidad de tornillos que la fijan y su situación dependerán de la geometría del punzón y del esfuerzo que va a sufrir. En el caso de matrices de gran tamaño es recomendable situar los punzones en varias placas pequeñas y no en una única placa grande para facilitar su extracción o sustitución.

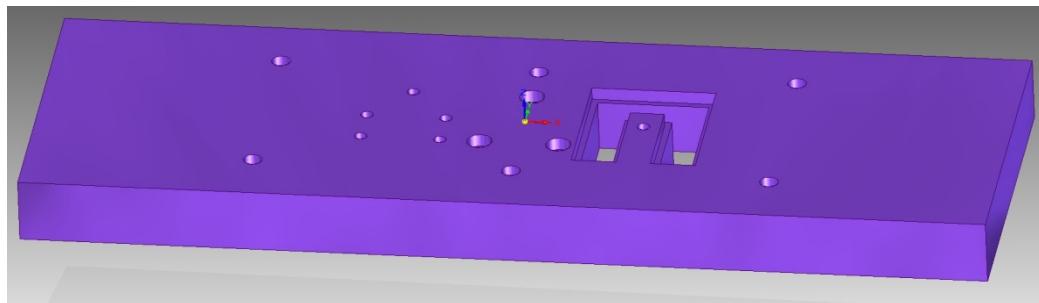


Fig. 6: Placa porta punzones.

- *Placa guía punzones o prensa chapas*: Esta placa tiene tres funciones muy importantes: guiar los punzones, pisar la banda de chapa y extraerla después de extraer los punzones. De esta manera se evita el pandeo y las ondulaciones de la banda.

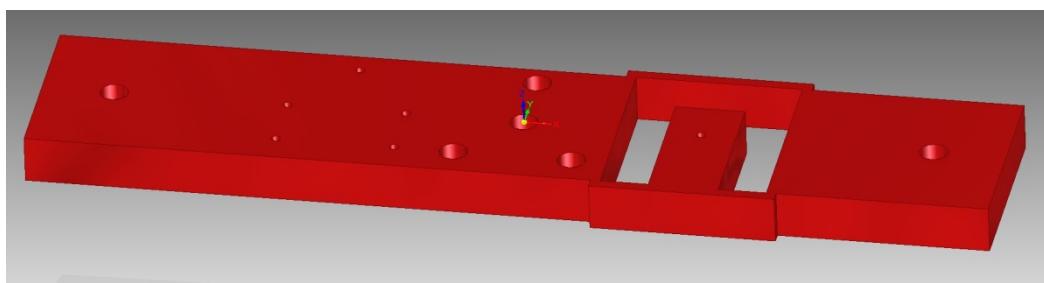


Fig. 7: Placa guía punzones.

- *Placa porta matrices o cajera*: La placa porta matrices o cajera tiene como finalidad alojar y posicionar todos los postizos o componentes sobre los que se ejercerá el esfuerzo y que darán forma a la pieza. No requieren un tratamiento especial ya que no sufren directamente el esfuerzo sino que acogen la matriz en sí, permitiendo una fácil sustitución y mantenimiento.

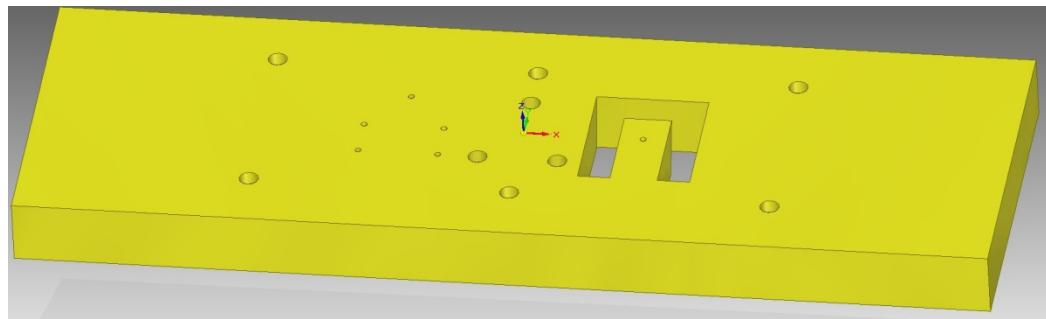


Fig. 8: Placa porta matrices o cajera.

- **Punzones:** Son los encargados de realizar la transformación sobre la banda (cortar, doblar, embutir, etc). Siempre será necesario que estén rectificados con el fin de asegurar que realicen bien su trabajo, así como tratarlos térmicamente para aumentar su resistencia al desgaste y durabilidad. Es común que aparezcan nombrados como “machos” si son medianos o grandes.

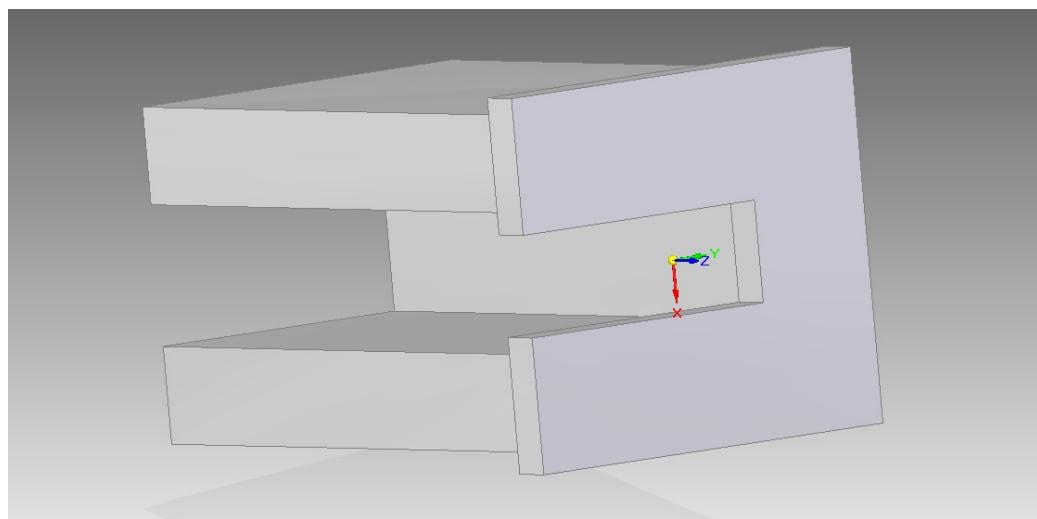


Fig. 9: Punzón.

- **Pilotos centradores:** Tienen como finalidad garantizar el desplazamiento correcto de la matriz sobre la banda, embocando los agujeros de la chapa y centrándola antes de que los punzones actúen sobre ella. Generalmente van montados en el porta punzones y sobresalen de la placa pisadora.



Fig. 10: Punzón de posicionamiento.

- *Sistemas de guiado:* Guían las bases para garantizar su concentración. Van envueltas en casquillos y rodamientos que facilitan un desplazamiento ágil.

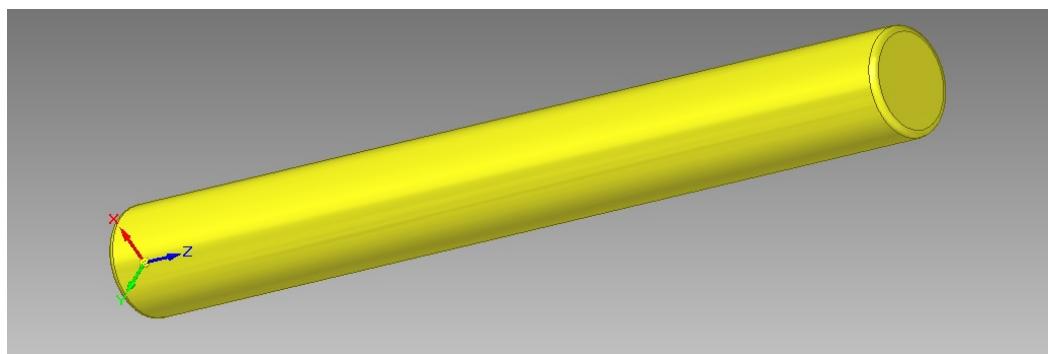


Fig. 11: Columna guía.

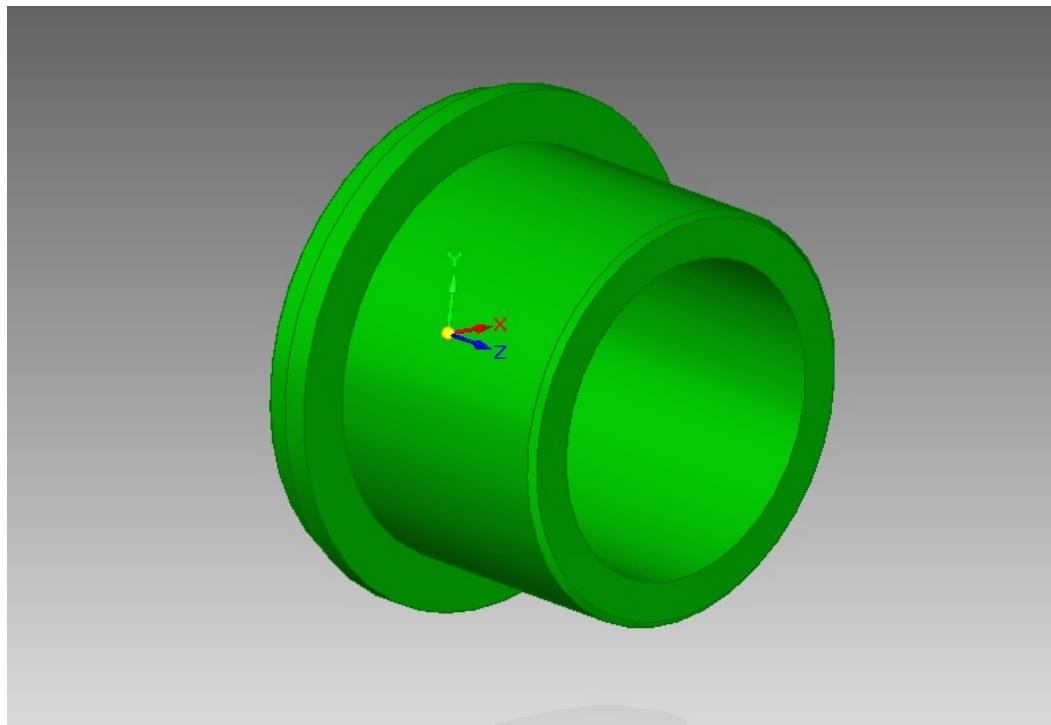


Fig. 12: Casquillo guía.

- *Reglas o calzos:* Están pensados para ser montados donde necesitemos ganar altura para su posicionamiento en la prensa de trabajo. También sirven para alojar las partes cortadas sobrantes de las operaciones de la matriz.
- *Órganos de sujeción y posicionamiento:* Algunos esfuerzos obligan a situar elementos como tornillos y pasadores sobre la matriz con el fin de contenerlos.
- *Pernos de transporte:* Con el fin de automatizar la matriz y facilitar la extracción y transporte de los útiles, debemos situar unos salientes manipulables por las grúas o carretillas de transporte.
- *Limitadores:* Son topes que impiden que los punzones penetren de más la banda y lleguen a la matriz dañándola.

3.3.- Fuerza de corte.

Se denomina fuerza de corte (F_c) al esfuerzo necesario para lograr separar una parte de material de una pieza de chapa. Esta fuerza de corte se expresa en Newton (N), aunque habitualmente podemos encontrarla expresada en otras unidades como kg o Tm.

La fuerza F_c necesaria para cortar un material es directamente proporcional a la resistencia a la cizalladura (K_c) del material a cortar, a su perímetro de corte (p) y a su espesor (e) siguiendo esta fórmula:

$$F_c = K_c \cdot p \cdot e$$

El valor de K_c puede obtenerse de diversas tablas de materiales. Es importante atender al estado del material durante el proceso.

3.4.- Fuerza de extracción.

Se llama así al esfuerzo que se requiere para separar el punzón del material una vez cortado. La fuerza de extracción (F_{ext}) se expresa en N y depende de la naturaleza del material, del espesor de la banda, de la geometría de la pieza cortada y del material circundante a la zona de corte.

Esta fuerza se calcula aplicando un valor porcentual entre el 2% y el 7% sobre la fuerza de corte del perímetro cortado.

$$F_{ext} = F_c \cdot x\%$$

x% es el valor porcentual que depende del tipo de corte (Figura 12).

Coeficiente a aplicar para el cálculo de la fuerza de extracción de la chapa (%)	
Valor (x)	Circunstancias de corte
2%	Cuando el material circundante a la figura es mínimo, pudiendo abrirse o expandirse, separándose casi por sí solo del punzón. También en operaciones de muesgado o en cortes abiertos en el extremo de una chapa.
4%	Cuando la pieza presenta formas irregulares o tiene algún entrante en su perímetro de corte, en el caso en que exista poco material alrededor de la figura a cortar.
7%	Cuando el corte se efectúa en plena chapa, a modo de punzonado, en donde existe bastante material alrededor del corte, el cual tiene tendencia a quedarse fuertemente sujeto al punzón. También en el caso de corte interior o punzonado de figuras irregulares, con formas entrantes y salientes.

Fig. 12: Tabla de coeficientes de fuerza de extracción. (Fuente: Tratado de matricería Florit)

En caso de duda siempre es mejor aplicar el 7% para favorecer la extracción.

3.5.- Fuerza de expulsión.

Al finalizar el proceso de corte, la pieza recién cortada tiene tendencia a adherirse a la matriz durante la extracción, mientras la pieza no traspasa la vida de la matriz. La vida de la matriz es la parte adyacente y perpendicular al plano de corte, el filo que es necesario para que se produzca el corte. Esta vida de la matriz suele medir entre 3 y 5 veces el espesor de la chapa y después se abre para favorecer la caída de las piezas cortadas.

Este rozamiento o adherencia representa un esfuerzo a tener en cuenta, lo llamaremos fuerza de expulsión (F_{exp}), y lo calcularemos como el 1.5% de la fuerza de corte. Al igual que las anteriores, esta se expresa en N.

$$F_{exp} = F_c \cdot 1,5\%$$

3.6.- Franquicia de corte.

La franquicia (F) o tolerancia de corte de una matriz es la holgura que se deja entre punzón y matriz de un mismo perfil, con el fin de aliviar la expansión del material durante el proceso de corte.

La aplicación o no de la tolerancia de corte depende del tipo de corte a efectuar:

Si se trata de cortar el perímetro exterior de una pieza, la matriz deberá tener la medida nominal y habrá que restar al punzón el valor de franquicia.

En el caso de un punzonado interior, el punzón tendrá la medida nominal y a la matriz se le sumará el valor de tolerancia. Se pueden obtener de tablas valores orientativos de franquicia en función de la resistencia del material y de su espesor. En cualquier caso es recomendable realizar algunas pruebas antes de pasar a realizar en cadena con el fin de evitar problemas en la producción.

3.7.- Defectos en las piezas de corte.

Todos los parámetros expuestos anteriormente aplicados de manera errónea pueden ser responsables de la aparición de defectos en la pieza, e incluso de averías y malfuncionamientos en la matriz.

3.7.1.- Rebabas.

La rebaba es un pequeño filo recrecido de material que sobresale en sentido transversal al plano de la chapa cortada. Suele producirse por el rozamiento entre material, punzón y matriz. Las aristas romas o poco definidas son también otro de los motivos por los que aparecen.

Las características mecánicas del material a cortar, el espesor y la tolerancia son factores que influyen directamente en la aparición de rebabas.

El volumen de rebabas es directamente proporcional a su espesor e inversamente proporcional a la dureza y acritud del material. Así, los materiales blandos y de gran espesor son más propensos a sufrir rebabas tras el proceso de corte.

3.7.2.- Alomados.

El alomado es una pequeña curvatura que aparece en las aristas formadas entre el plano y la pared de corte del material. La compactación del material presionado por el punzón sobre la matriz, realizando una especie de embutidura, y el estiramiento posterior tras la rotura de las fibras son los principales causantes de este efecto, que se produce siempre en la cara opuesta en donde aparecen rebabas.

De la misma manera que con las rebabas, el espesor y la dureza del material influye directamente en la posible aparición de alomados.

3.7.3.- Irregularidades en la pared de corte.

Tras el proceso de corte, aparece una zona rugosa en la pared de corte en donde la pérdida de la medida nominal se estima como media en torno a unos valores cercanos al 5% del espesor de la chapa.

Para evitar esto, se utiliza el método de corte fino o de precisión, que consta en cortar parte del material aproximándose a la medida nominal deseada para, posteriormente, realizar otro corte que suponga esfuerzos menores sobre la pieza. Este método puede reducir la pérdida de medida nominal a un 0.5% y la rugosidad a unas pocas micras.

4.- Cálculos.

4.1.- Distancia de separación entre piezas.

La separación (S) entre piezas es importante para garantizar el equilibrio entre el ahorro de material manteniendo la separación al mínimo y al mismo tiempo asegurando que sea suficiente para evitar posibles roturas o deformaciones en la banda de chapa o averías en la matriz.

Se calcula mediante la ecuación: $S = 1.5 e$ (donde S es la distancia y e el espesor) [1]. La separación entre la pieza y el borde del fleje se calcula de la misma manera.

4.2.- Paso del fleje.

El paso (p) es la distancia entre dos puntos homólogos de dos piezas consecutivas dentro del fleje o dicho de otra forma, la distancia que avanza el fleje entre dos golpes o ciclos de la matriz.

Se calcula por medio de la ecuación: $p = S + a$ (donde a es la anchura de la pieza). [2]

4.3.- Rendimiento de la banda de chapa.

El rendimiento es un parámetro que determina el grado de aprovechamiento que se hace de la banda de chapa. Éste rendimiento es importante a la hora de determinar la orientación en que se va a realizar la pieza a lo largo del fleje con el fin de obtener mayores beneficios y reducir el impacto medioambiental.

Puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$\text{Rendimiento} (\eta) = \frac{\text{Superficie de la pieza}}{\text{Superficie unitaria de la banda de chapa}} \cdot 100 \quad [3]$$

Superficie de la pieza se entiende como el área que se comprende dentro del entorno de la pieza (sin tener en cuenta agujeros interiores). Superficie unitaria de la banda de chapa será el producto del paso del fleje (p) por la anchura de la banda de chapa.

4.4.- Disposición de la pieza.

A la hora de escoger la disposición de la pieza sobre la banda de chapa podemos distinguir según la geometría entre disposición normal, oblicua e invertida, y según la cantidad de piezas a fabricar entre simple y múltiple.

4.4.1.- Disposición normal.

La disposición normal es aquella en la cual las piezas se sitúan una detrás de otra horizontal o verticalmente.



Fig. 13: Disposición normal vertical.

4.4.2.- Disposición oblicua.

La disposición oblicua dispone las piezas con una inclinación sobre la banda con el fin de ahorrar material. Que esta disposición sea útil dependerá de la geometría de la pieza.

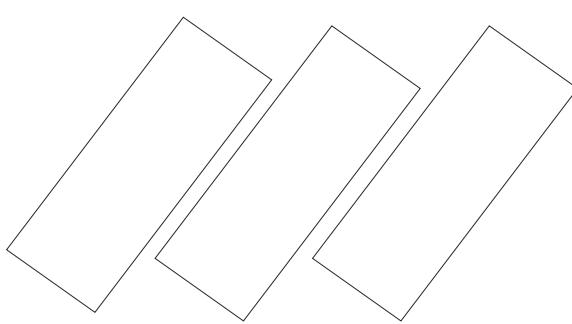


Fig. 14: Disposición oblicua.

4.4.3.- Disposición invertida.

La disposición invertida, como en el caso de la oblicua será especialmente útil cuando la geometría de la pieza permita alternar las piezas de manera invertida con el fin de ahorrar aún más material.

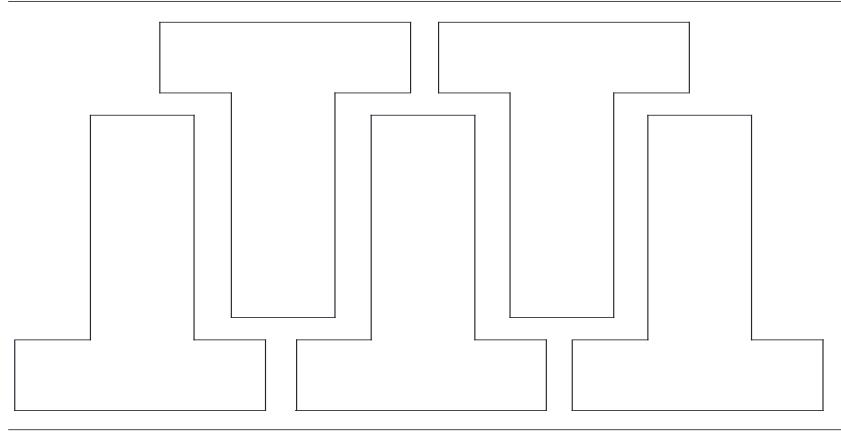


Fig. 15: Disposición invertida.

4.4.4.- Disposición múltiple.

La disposición múltiple dispone varias piezas sobre el ancho de banda permitiendo realizar varias piezas simultáneamente.

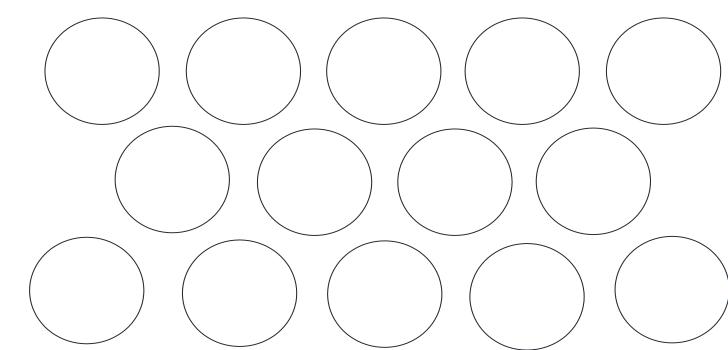


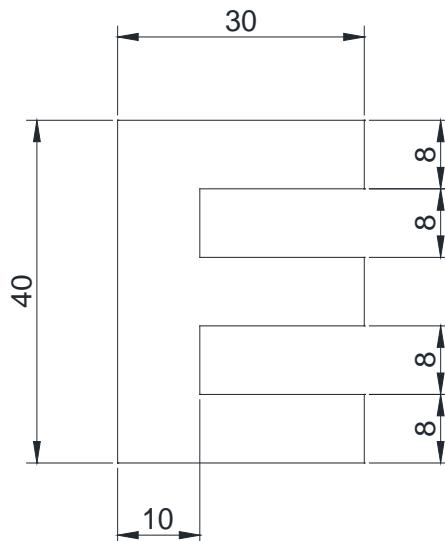
Fig. 16: Disposición múltiple.

5.- Casos prácticos.

Conocidos ya los aspectos básicos de las matrices progresivas, vamos a llevar a cabo la realización de diversos casos prácticos.

5.1.- Caso práctico 1.

Objetivo: Diseño de una matriz con todos los elementos que se consideren necesarios para la obtención de 200.000 piezas con la forma de la pieza que se muestra a continuación (escala 1:1 en mm). Espesor de la chapa: 2.5 mm.

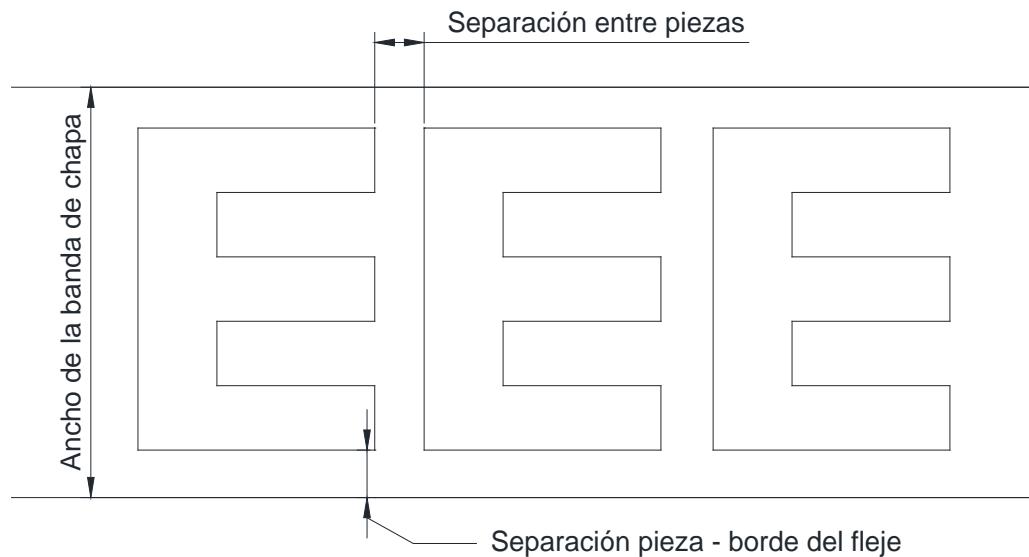


Para el diseño de la matriz, debemos estudiar primero la disposición de las piezas sobre el fleje para fabricar 200.000 unidades de la forma más eficiente, ahorrando el máximo material, tiempo y en definitiva, costes.

Así pues, llevaremos a cabo los cálculos sobre las distintas posibilidades y observaremos cual nos proporciona un mejor rendimiento.

5.1.1.- Selección de la disposición más favorable.

a) Disposición normal vertical:



Para el cálculo de la separación entre piezas (S) usaremos la ecuación [1]:

$$S = 1.5 e; \quad S = 1.5 * 2.5 = 3.75 \text{ mm.}$$

A continuación utilizamos la ecuación [2] para obtener el paso de fleje (p):

$$p = S + a; \quad p = 3.75 + a$$

La anchura de la pieza para este caso es $a = 30 \text{ mm}$ de modo que:

$$p = 3.75 + 30 = 33.75 \text{ mm.}$$

El ancho del fleje es igual a la suma del largo de la pieza más dos veces la separación entre pieza y borde del fleje. Así pues:

$$\text{Ancho fleje} = 40 + (2 * 3.75) = 47.5 \text{ mm.}$$

La superficie de la pieza para el cálculo del rendimiento se obtiene multiplicando el ancho por el alto de la misma obviando los agujeros que esta pueda tener. En el caso de esta pieza sería igual a 1200 mm^2 ($30 * 40 \text{ mm}$).

La superficie unitaria de la banda de chapa es igual al producto del paso de fleje (p) y la anchura de la banda de chapa.

Superficie unitaria = $p * \text{ancho fleje} = 33.75 * 47.5 = 1603.125 \text{ mm}^2$.

Por último, calculamos el rendimiento de esta disposición haciendo uso de [3]:

$$\eta = (1200 / 1603.125) * 100 = 74.85 \%$$

La disposición normal presenta un rendimiento del 74.85%. Guardamos el resultado para compararlo con los que obtengamos del estudio de las otras opciones.

A continuación calculamos las fuerzas de corte necesarias para llevar a cabo este modelo:

Vamos a realizar los cálculos para un acero crudo con un 0,1% de C en su composición. Las tablas de propiedades del material nos da una $K_c = 313 \text{ N/mm}^2$.

El perímetro (p) es igual a 220 mm y el espesor (e) es 2,5 mm.

La fuerza de corte será:

$$F_{ca} = K_c \cdot p \cdot e = 313 \cdot 220 \cdot 2,5 = 172150 \text{ N}$$

La fuerza de extracción ($x = 7\%$):

$$F_{ext\ a} = F_{ca} \cdot x\% = 12050 \text{ N}$$

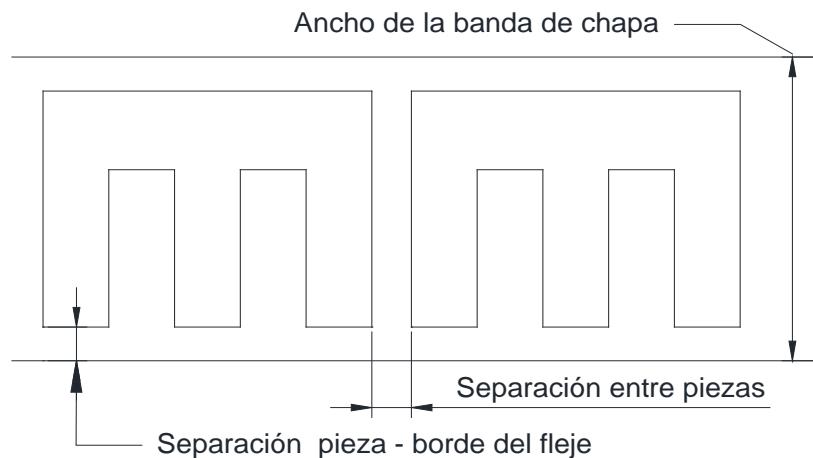
La fuerza de expulsión:

$$F_{exp\ a} = F_{ca} \cdot 1,5\% = 2580 \text{ N}$$

Franquicia de corte:

$$F = 125 \mu\text{m.} \text{ (Obtenido de tablas)}$$

b) Disposición normal horizontal:



Seguimos los mismos pasos para el cálculo del rendimiento con esta disposición:

$$S = 1.5 e; \quad S = 1.5 * 2.5 = 3.75 \text{ mm.}$$

$$p = S + a; \quad p = 3.75 + 40 = 43.75 \text{ mm.}$$

$$\text{Ancho fleje} = 30 + (2 * 3.75) = 37.5 \text{ mm.}$$

La superficie de la pieza es 1200 mm^2 .

$$\text{Superficie unitaria} = p * \text{ancho fleje} = 43.75 * 37.5 = 1640.625 \text{ mm}^2.$$

$$\eta = (1200 / 1640.625) * 100 = 73.14 \%$$

Esta disposición nos proporciona un rendimiento del 73.14%, inferior al obtenido anteriormente. Podemos descartar esta posibilidad y estudiar otras posibilidades para mejorar el rendimiento.

El perímetro (p) es 220 mm y el espesor (e) es 2,5 mm.

La fuerza de corte será:

$$F_{cb} = K_c \cdot p \cdot e = 313 \cdot 220 \cdot 2,5 = 172150 \text{ N}$$

La fuerza de extracción ($x = 7\%$):

$$F_{ext\ b} = F_{cb} \cdot x\% = 12050 \text{ N}$$

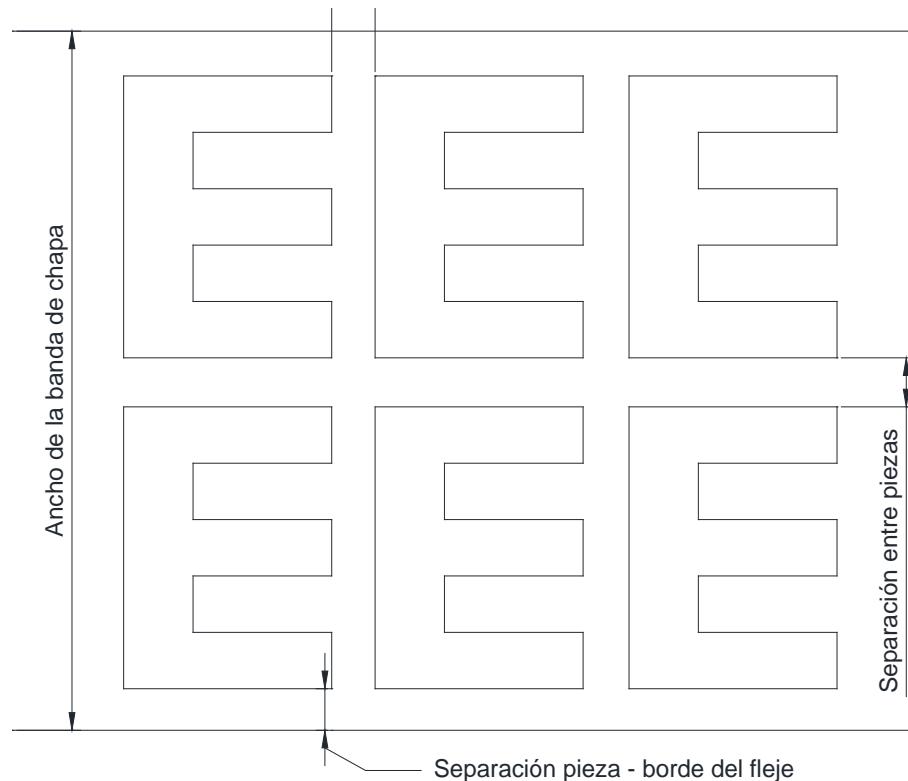
La fuerza de expulsión:

$$F_{exp\ b} = F_{cb} \cdot 1,5\% = 2580 \text{ N}$$

Franquicia de corte:

$$F = 125 \mu\text{m.} \text{ (Obtenido de tablas)}$$

c) Disposición múltiple vertical:



En este caso algunos de los parámetros se duplican al situar dos piezas sobre el ancho de la banda de chapa.

$$S = 1.5 \text{ e}; \quad S = 1.5 * 2.5 = 3.75 \text{ mm.}$$

$$p = S + a; \quad p = 3.75 + 30 = 33.75 \text{ mm.}$$

Ancho fleje = $(2 * 40) + (3 * 3.75) = 91.25 \text{ mm}$ (dos veces la anchura de la pieza más dos veces la separación pieza-borde y una vez la separación entre piezas).

La superficie de la pieza es 2400 mm² (1200 mm² cada pieza en el ancho del fleje).

Superficie unitaria = p * ancho fleje = 33.75 * 91.25 = 3079.6875 mm².

$$\eta = (2400 / 3079.6875) * 100 = 77.93 \%$$

Esta disposición nos proporciona un rendimiento del 77.93%, superior al que nos proporciona la normal, realizando dos piezas por golpe en lugar de una, reduciendo significativamente el tiempo de fabricación. Guardamos este valor y estudiamos otras disposiciones.

El perímetro (p) es 440 mm y el espesor (e) es 2,5 mm.

La fuerza de corte será:

$$F_{cc} = K_c \cdot p \cdot e = 313 \cdot 440 \cdot 2,5 = 344300 \text{ N}$$

La fuerza de extracción (x = 7%):

$$F_{ext\ c} = F_{cc} \cdot x\% = 24101 \text{ N}$$

La fuerza de expulsión:

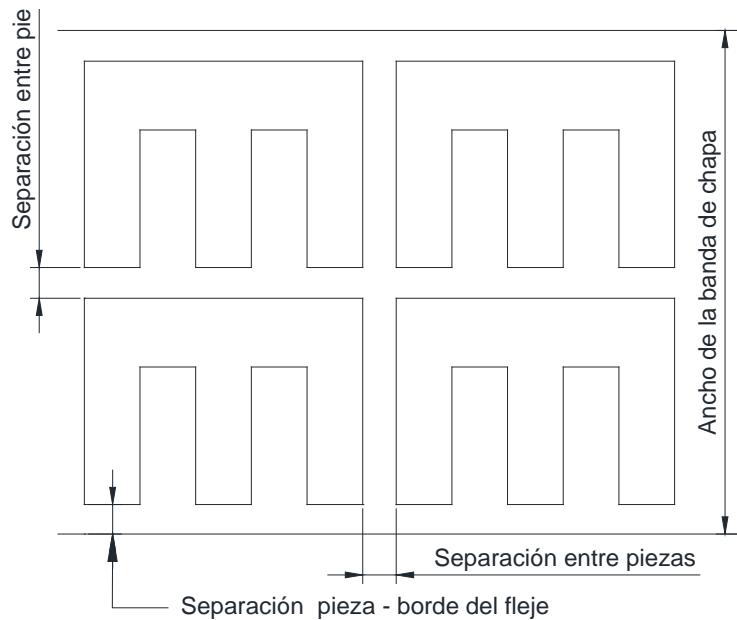
$$F_{exp\ c} = F_{cc} \cdot 1,5\% = 5160 \text{ N}$$

Franquicia de corte:

$$F = 125 \mu\text{m.} \text{ (Obtenido de tablas)}$$

Se observa que se multiplican las fuerzas tantas veces como se dispone la pieza en el fleje. Esto tiene sentido ya que en las fuerzas de corte solo varía el perímetro a cortar.

d) Disposición múltiple horizontal:



$$S = 1.5 e; \quad S = 1.5 * 2.5 = 3.75 \text{ mm.}$$

$$p = S + a; \quad p = 3.75 + 40 = 43.75 \text{ mm.}$$

Ancho fleje = $(2 * 30) + (3 * 3.75) = 71.25 \text{ mm}$ (dos veces la anchura de la pieza más dos veces la separación pieza-borde y una vez la separación entre piezas).

La superficie de la pieza es 2400 mm^2 (1200 mm^2 cada pieza en el ancho del fleje).

$$\text{Superficie unitaria} = p * \text{ancho fleje} = 43.75 * 71.25 = 3117.1875 \text{ mm}^2.$$

$$\eta = (2400 / 3117.1875) * 100 = 76.99 \%$$

Esta disposición nos proporciona un rendimiento del 76.99%, superior al primer estudio, pero inferior al rendimiento obtenido de la disposición múltiple vertical, de modo que mantendremos el calculado anteriormente.

Descartamos las disposiciones oblicua e invertida ya que la geometría de la pieza a simple vista nos demuestra que es más fácil distribuirla horizontal o verticalmente.

El perímetro (p) es 440 mm y el espesor (e) es 2,5 mm.

La fuerza de corte será:

$$F_{cd} = K_c \cdot p \cdot e = 313 \cdot 440 \cdot 2,5 = 344300 \text{ N}$$

La fuerza de extracción (x = 7%):

$$F_{ext\ d} = F_{cd} \cdot x\% = 24101 \text{ N}$$

La fuerza de expulsión:

$$F_{exp\ d} = F_{cd} \cdot 1,5\% = 5160 \text{ N}$$

Franquicia de corte:

$$F = 125 \mu\text{m.} \text{ (Obtenido de tablas)}$$

A la vista de los primeros resultados podemos observar que la disposición vertical es más provechosa y a la vez, que multiplicando el número de piezas que disponemos dentro del mismo paso de fleje aumenta el rendimiento de la matriz. Debido a que las dimensiones de la pieza son del orden de milímetros podemos diseñar una matriz que pueda acoger a lo ancho múltiples piezas sin necesitar una máquina de grandes dimensiones.

Ya conocemos el rendimiento que proporciona la fabricación de dos en dos: 77.93%. Realizando los mismos cálculos obtenemos un rendimiento para la fabricación de tres en tres piezas de un 79%. De cuatro en cuatro de un 79.56%. Y de cinco en cinco de un 79.9%. De diez en diez es de un 80.5%.

Dejando a un lado los rendimientos y observando las fuerzas de corte para las distintas disposiciones vemos que son altísimas desde la disposición simple, superando los 170 KN, unas 17 toneladas de fuerza. Observamos que no compensa el gasto que puede acarrear realizar esas fuerzas, aumentando el rendimiento.

Esto es decisivo para ayudarnos a escoger una disposición simple, en este caso la normal vertical, que nos proporciona un mejor rendimiento del material.

Un lote de 200000 unidades usando esta disposición, a unos 700 golpes por minuto de media, supondrá unas 4 horas y 45 minutos de trabajo, aproximadamente.

e) Diseño de la matriz:

Para el cumplimiento de todas las necesidades que el caso 1 supone, escogemos una matriz de guía fija. A continuación observamos el aspecto final que tendrán pieza final y matriz.

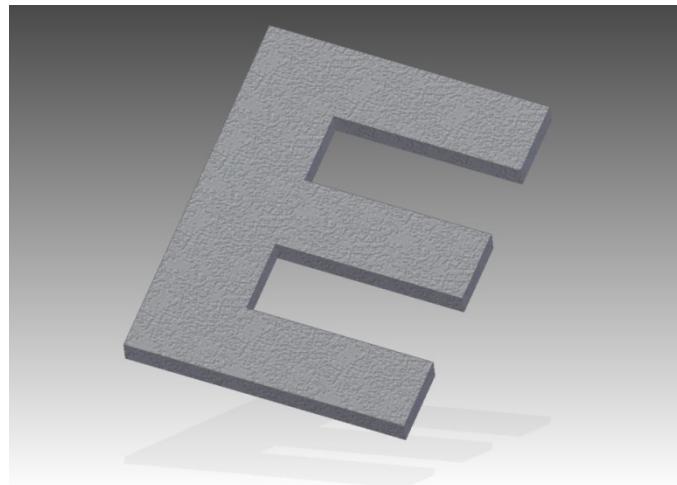


Fig. 17: Pieza final.

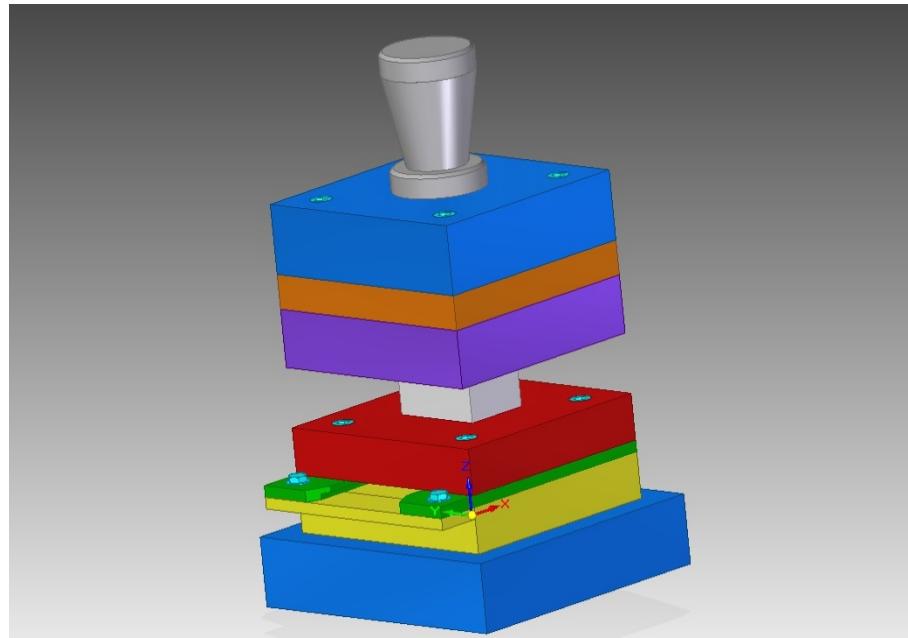
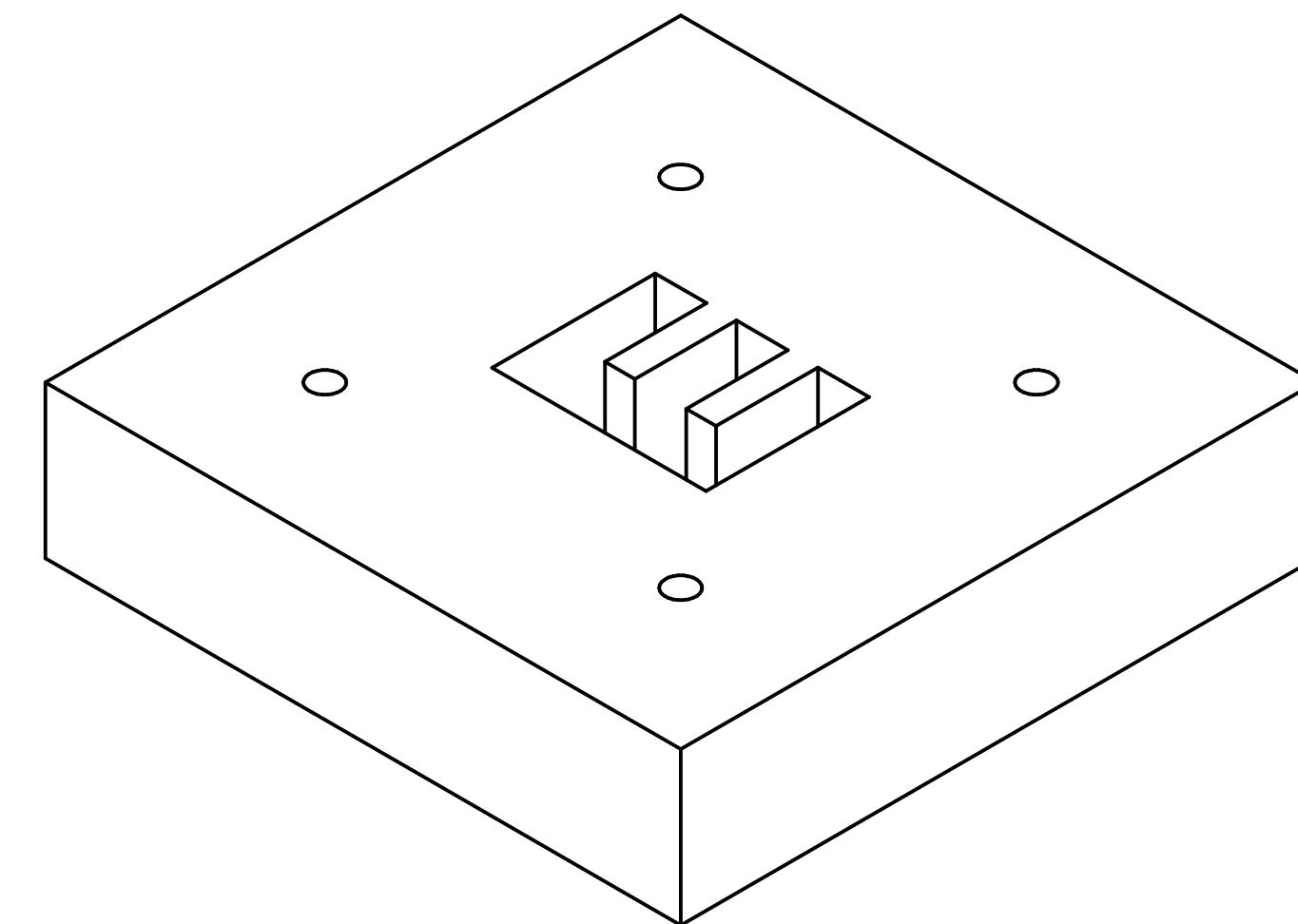
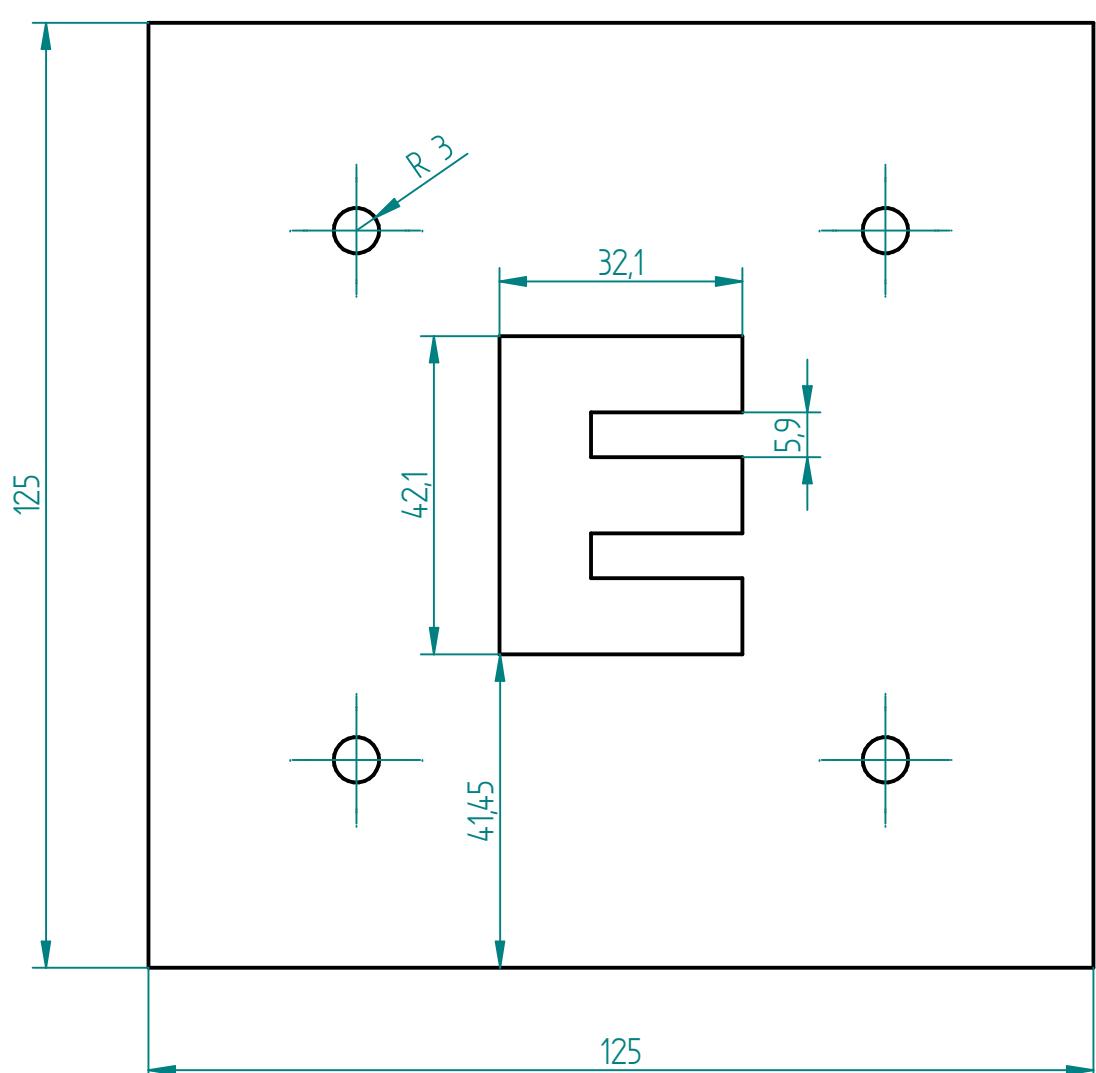
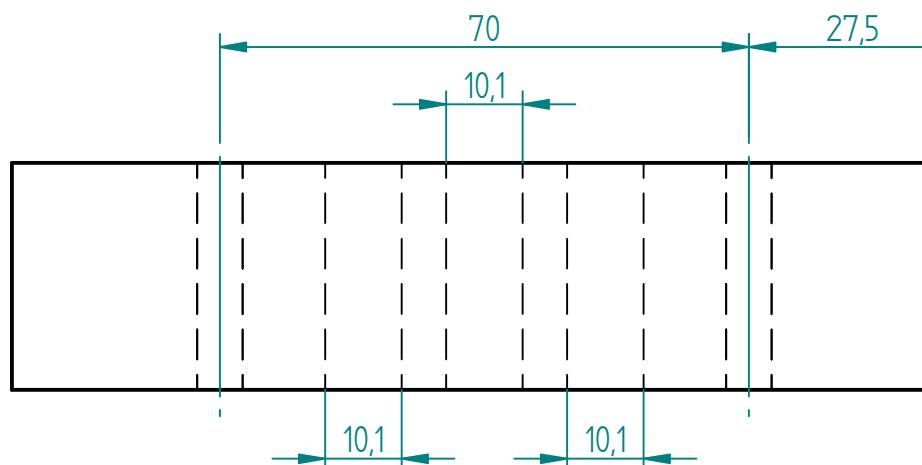
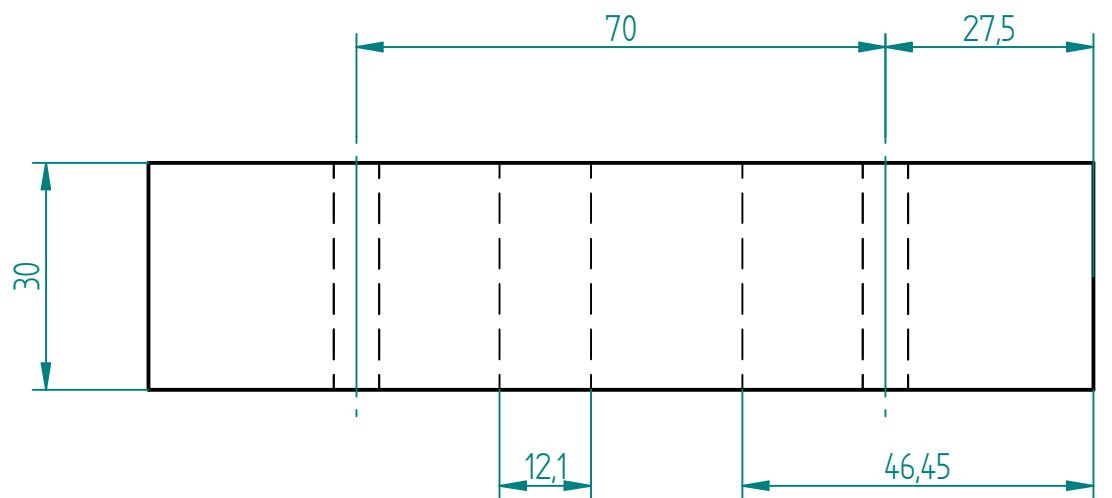


Fig. 18: Matriz de guía fija.

A continuación los planos de diseño principales de la matriz de guía fija usada para el caso 1. Los planos complementarios están incluidos en el anexo “Planos”. Los archivos en Solid Edge ST 7 de la matriz están contenidos en la carpeta “Caso 1”.

El conjunto de planos completo está contenido en el archivo Planos caso 1.dft.

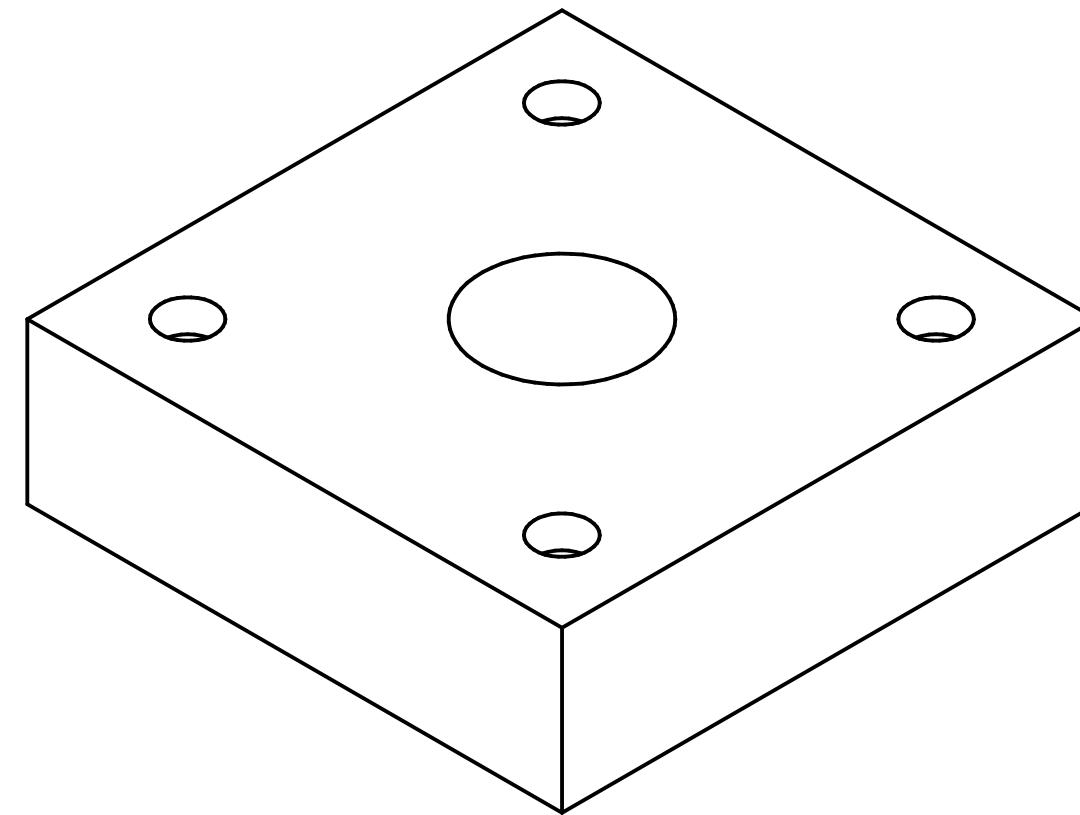
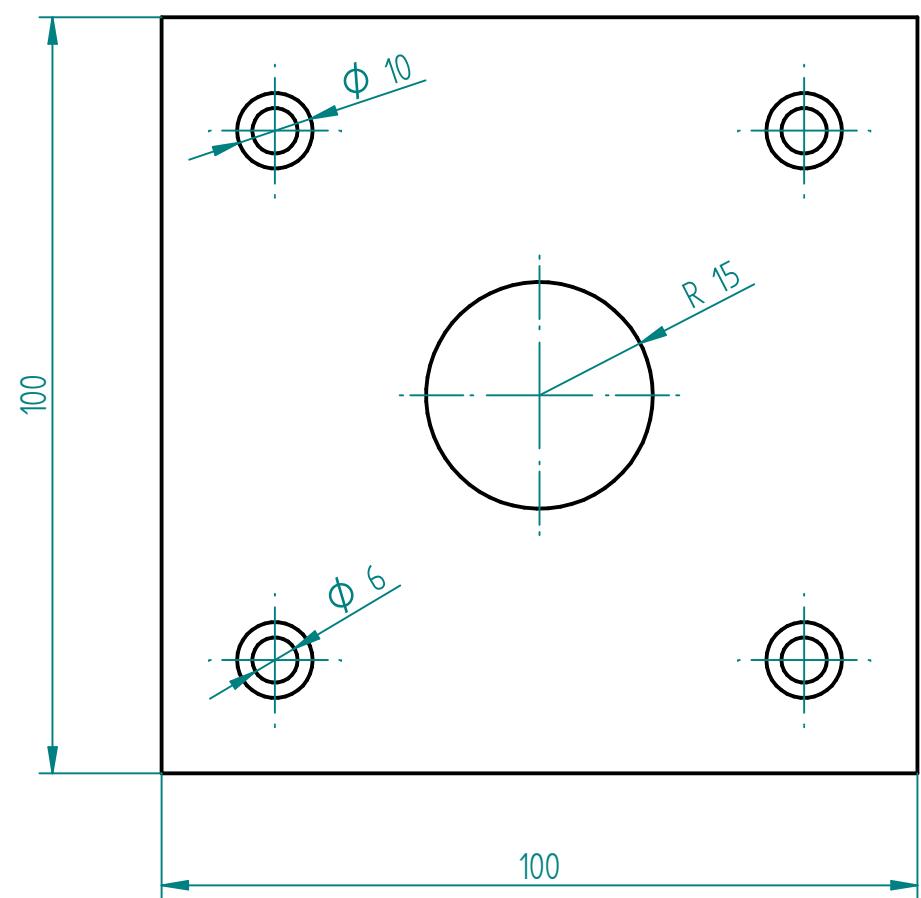
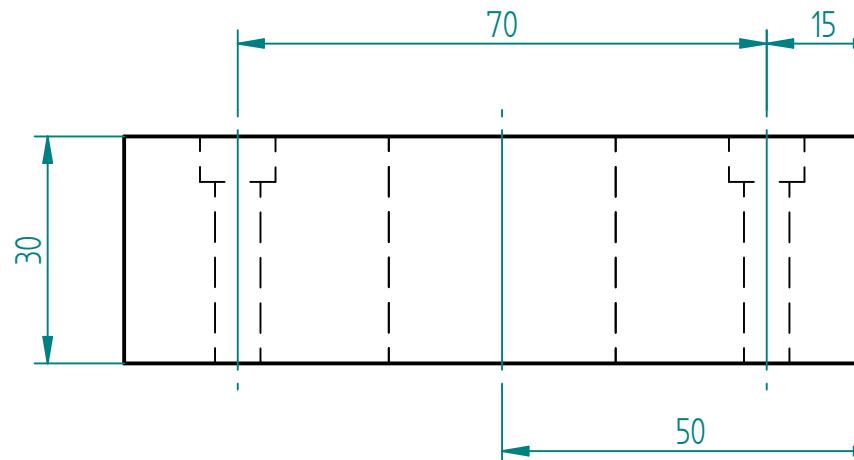
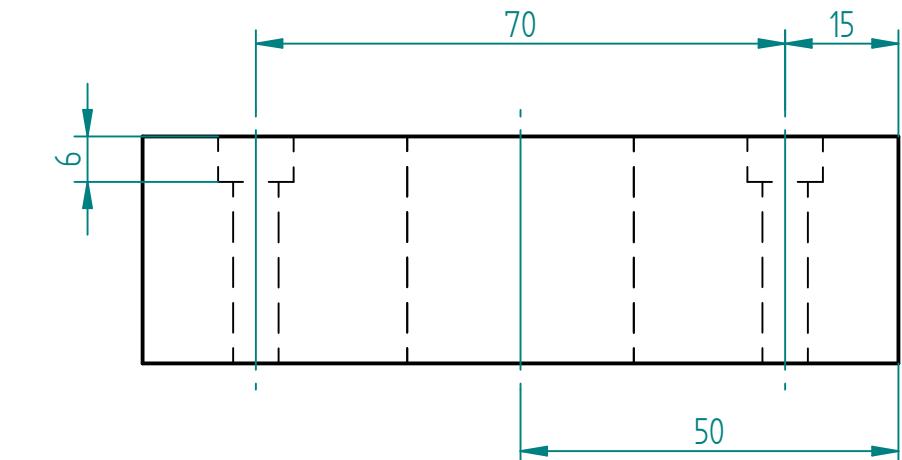


	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	13/05/15		
Comprobado				
Aprobado I				
Aprobado 2			Firma:	Base inferior
				
		A 3 N° de Plano: 3		
Archivo: Base inferior caso 1.par				
Escala: 1:1	Caso 1	Plano 1 de 1		

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

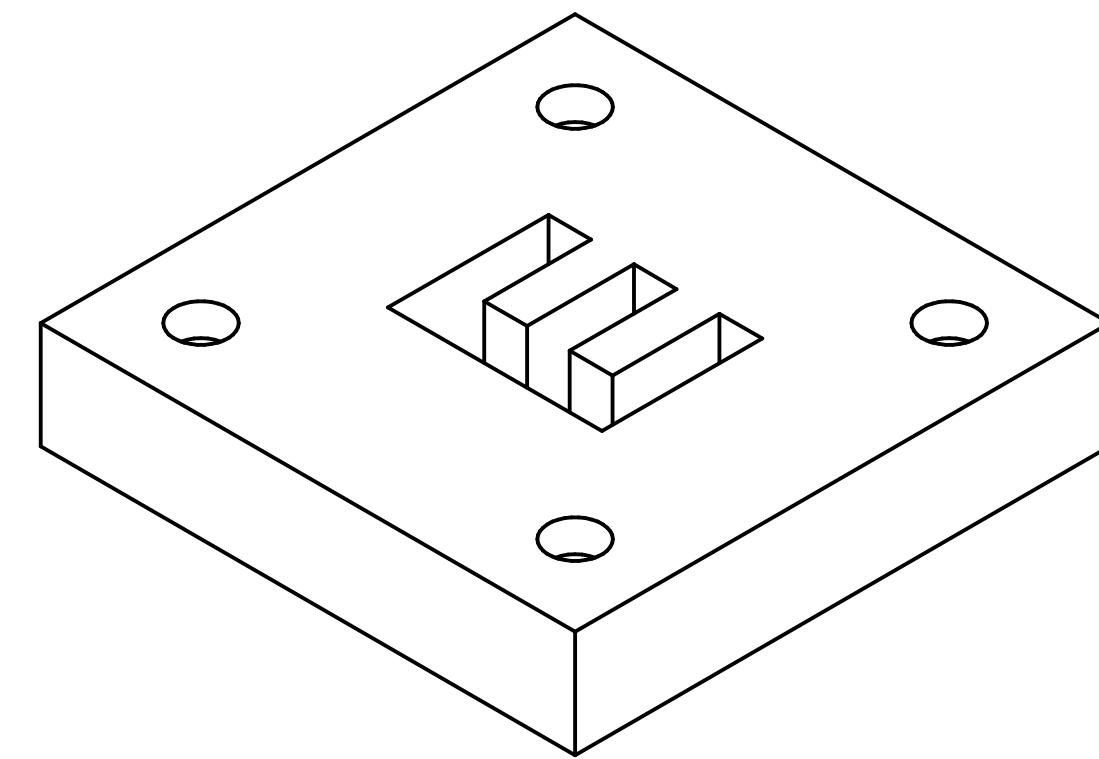
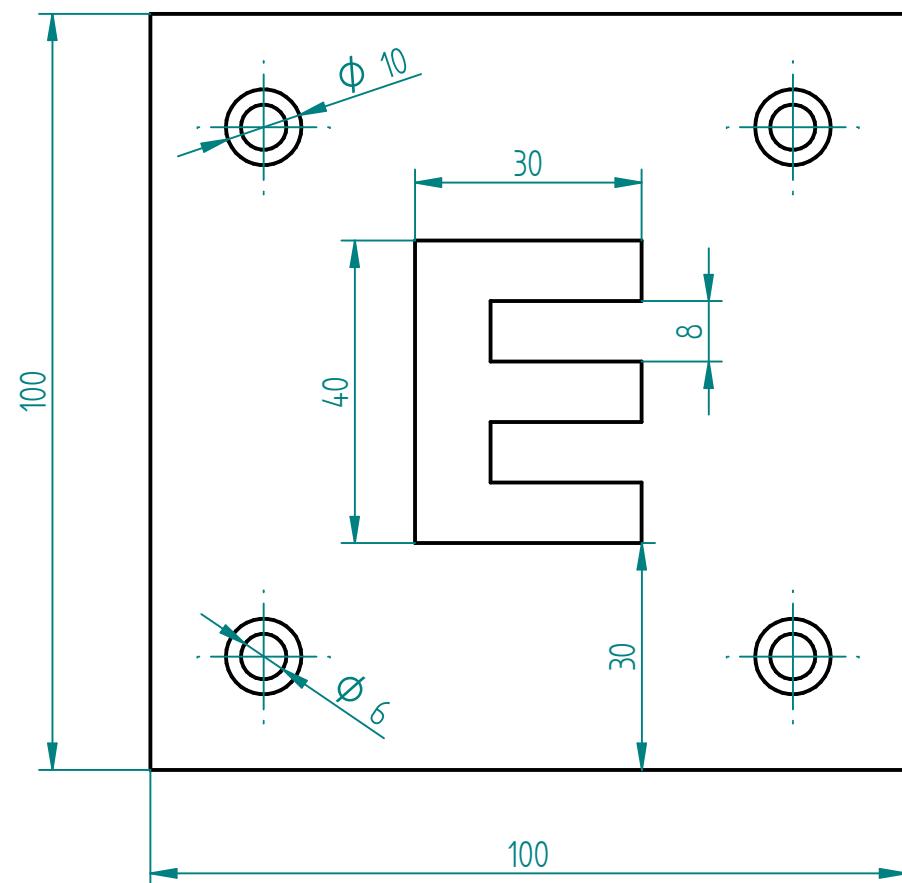
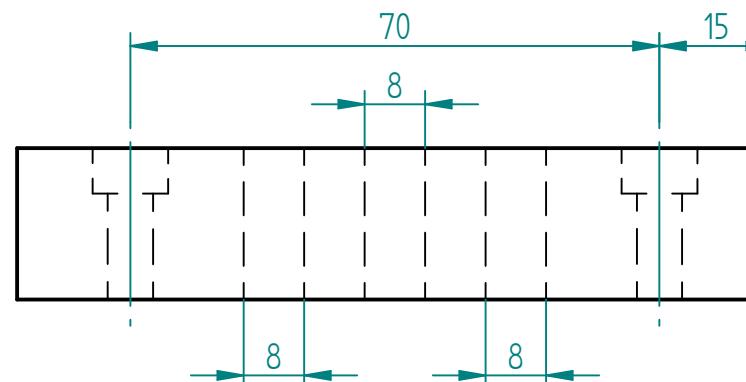
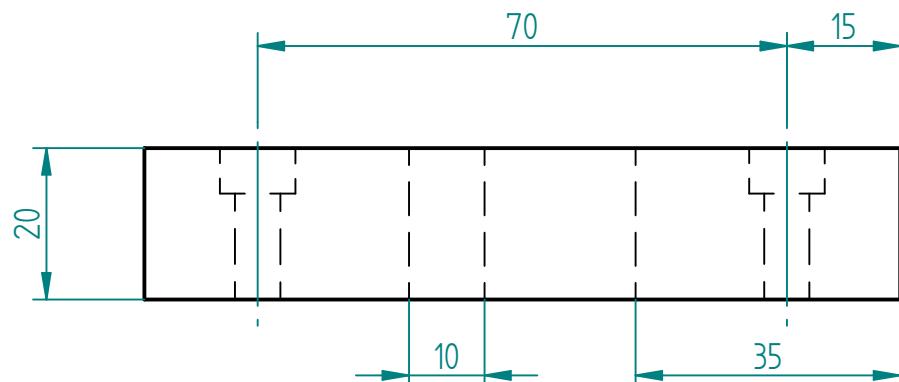


Universidad
Zaragoza
Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



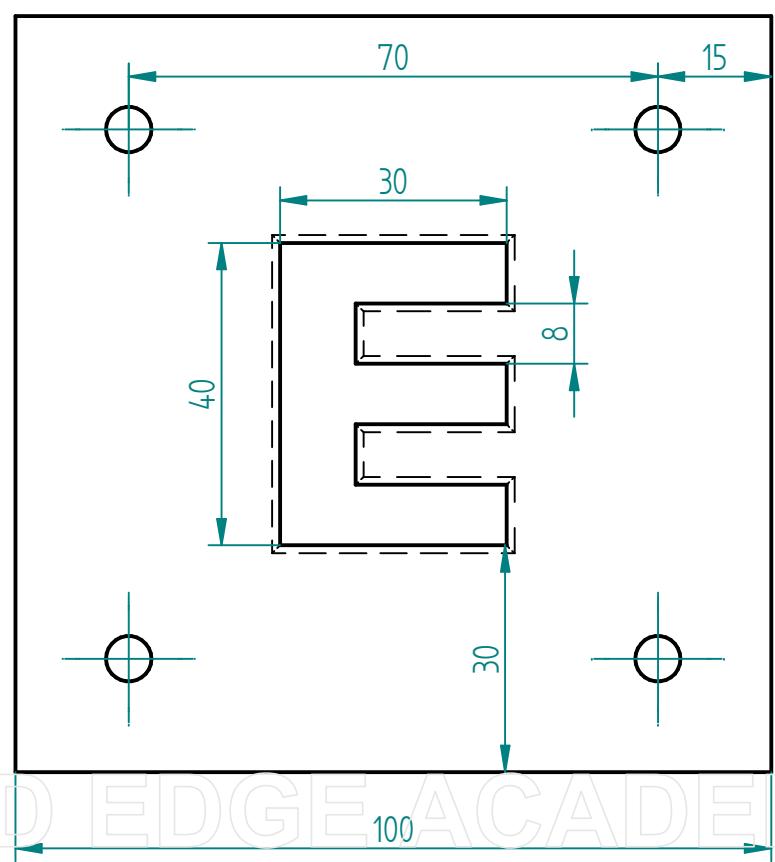
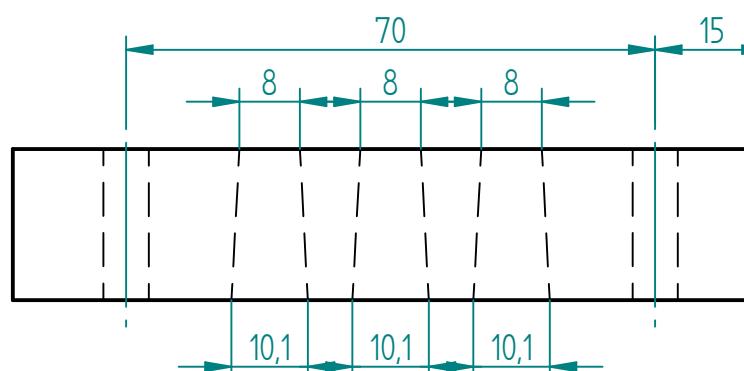
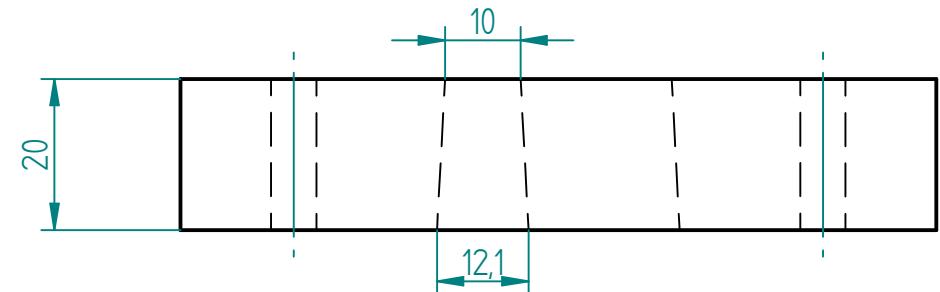
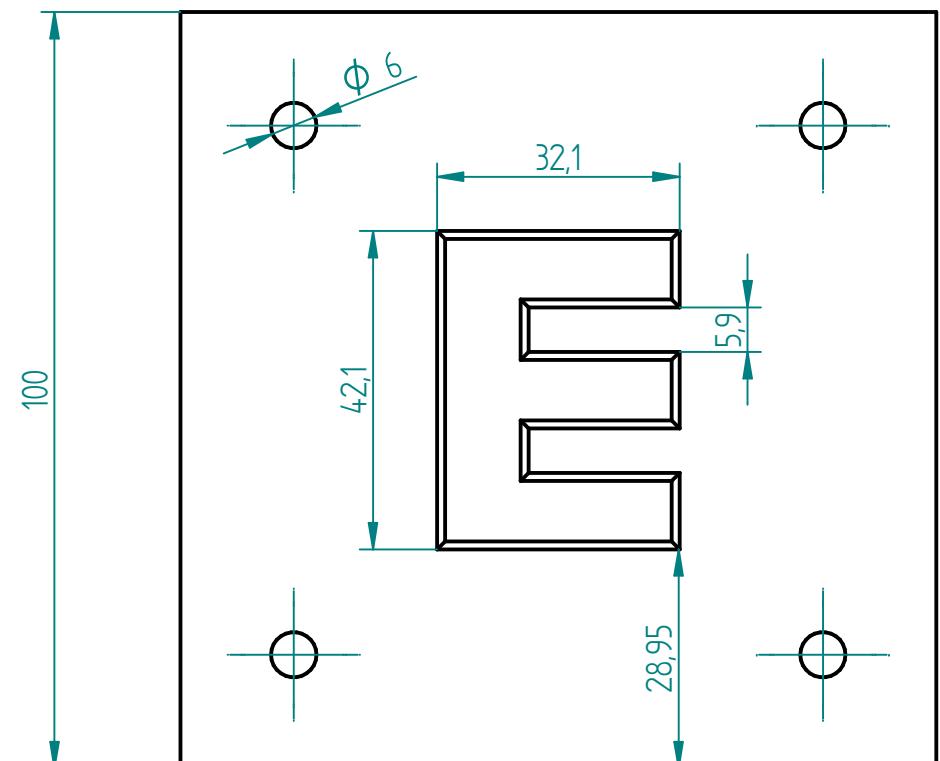
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	13/05/15		
Comprobado				
Aprobado I			Firma:	
Aprobado 2				Base superior
 Universidad Zaragoza		A 3	Nº de Plano: 4	
Archivo: Base superior caso 1.par				
Escala: 1:1	Caso 1		Plano 1 de 1	



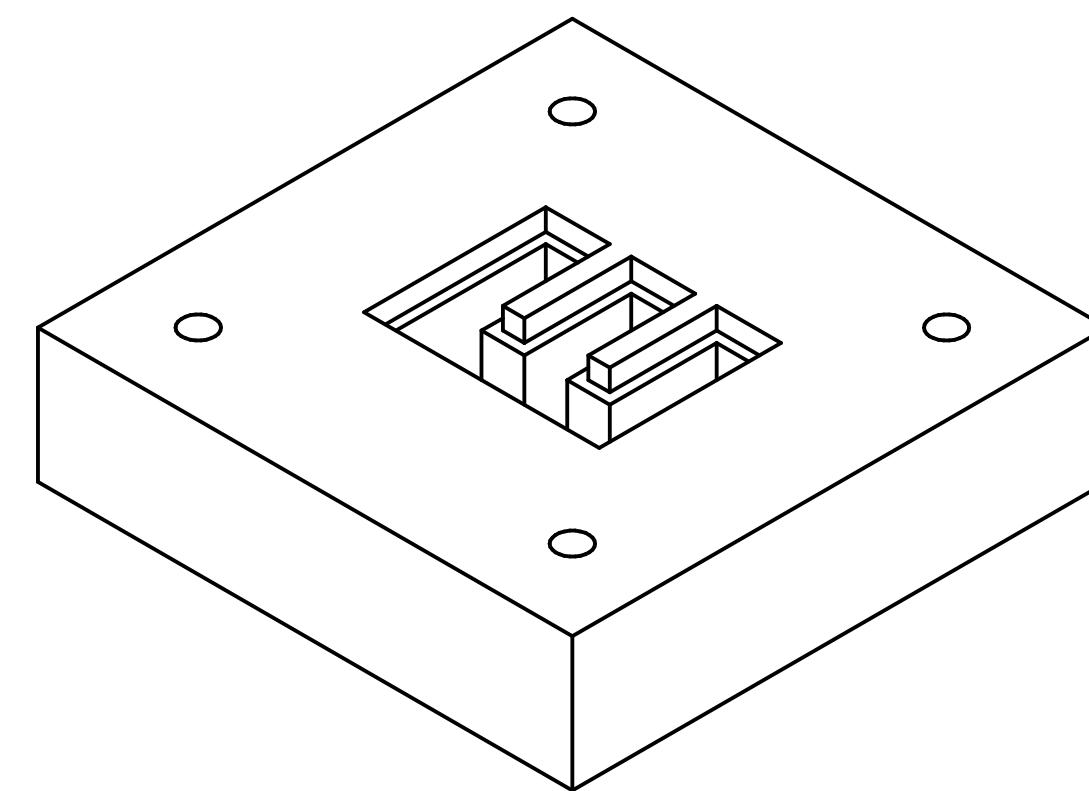
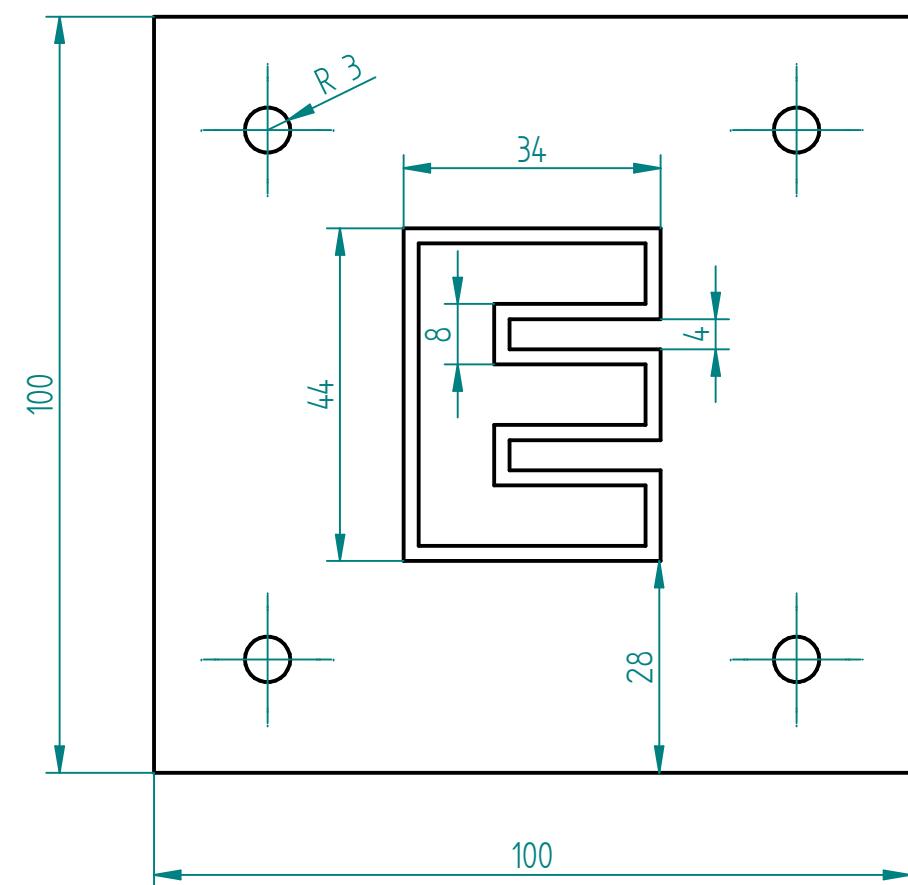
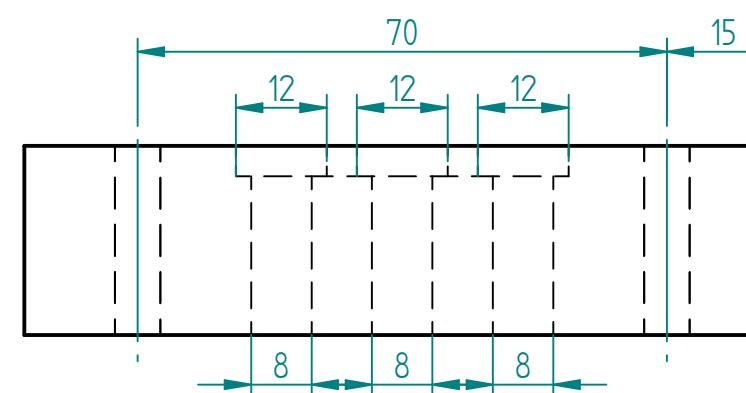
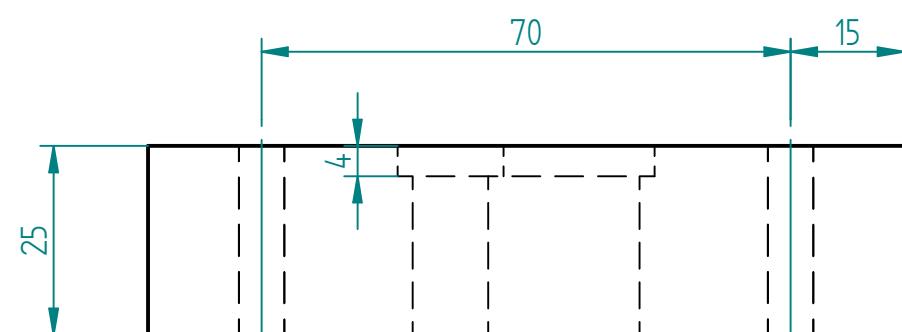
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	13/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	Placa extractora
Aprobado 2				
Universidad Zaragoza		A 3	Nº de Plano: 5	
Archivo: Placa extractora caso 1.par				
Escala: 1:1	Caso 1		Plano 1 de 1	



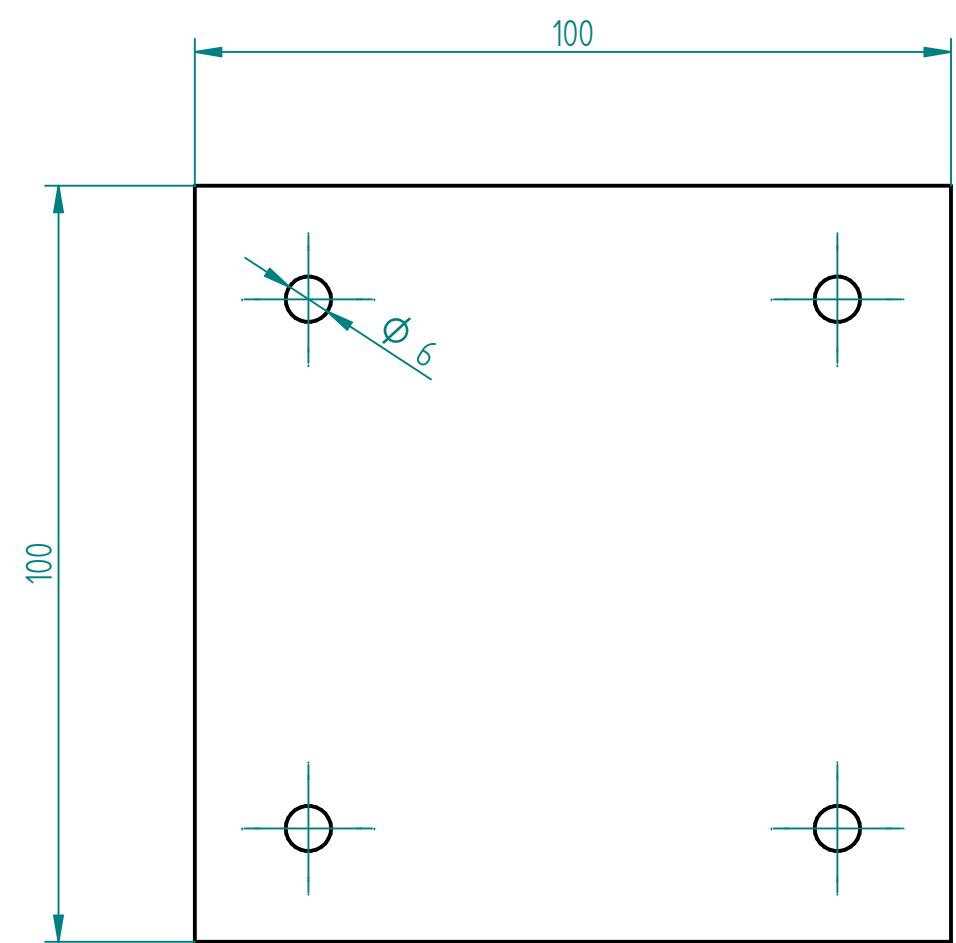
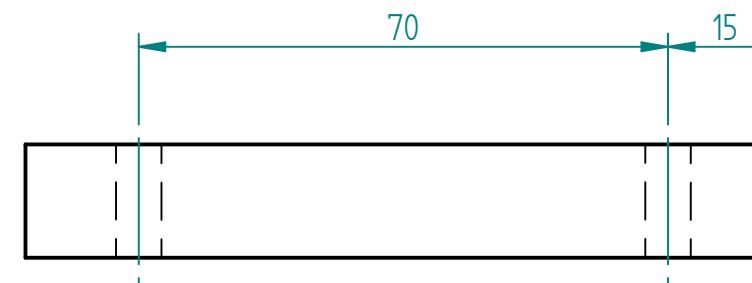
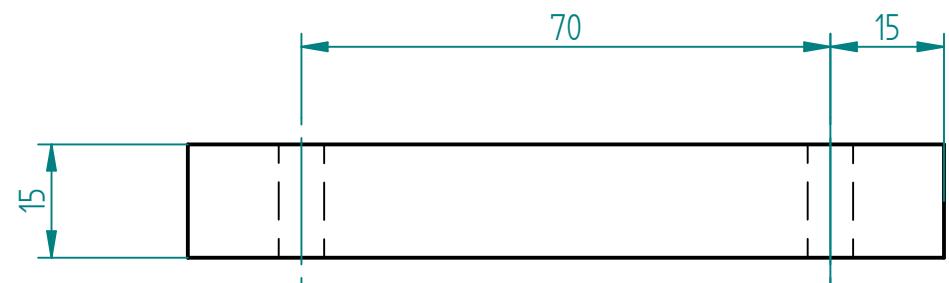
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	13/05/15		
Comprobado				
Aprobado I			Firma:	Placa matriz
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 3	Nº de Plano: 6	
Archivo: Placa matriz caso 1.par				
Escala: 1:1	Caso 1		Plano 1 de 1	



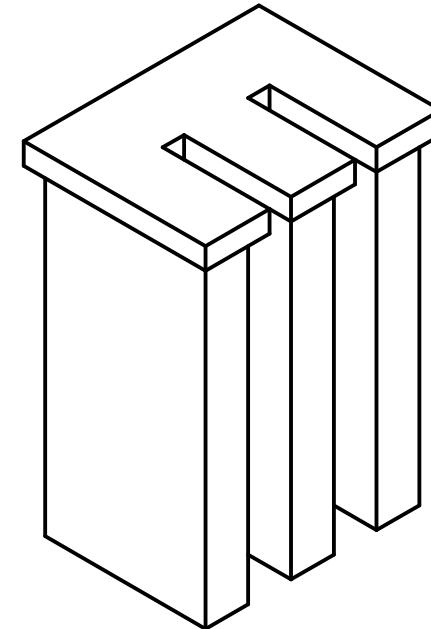
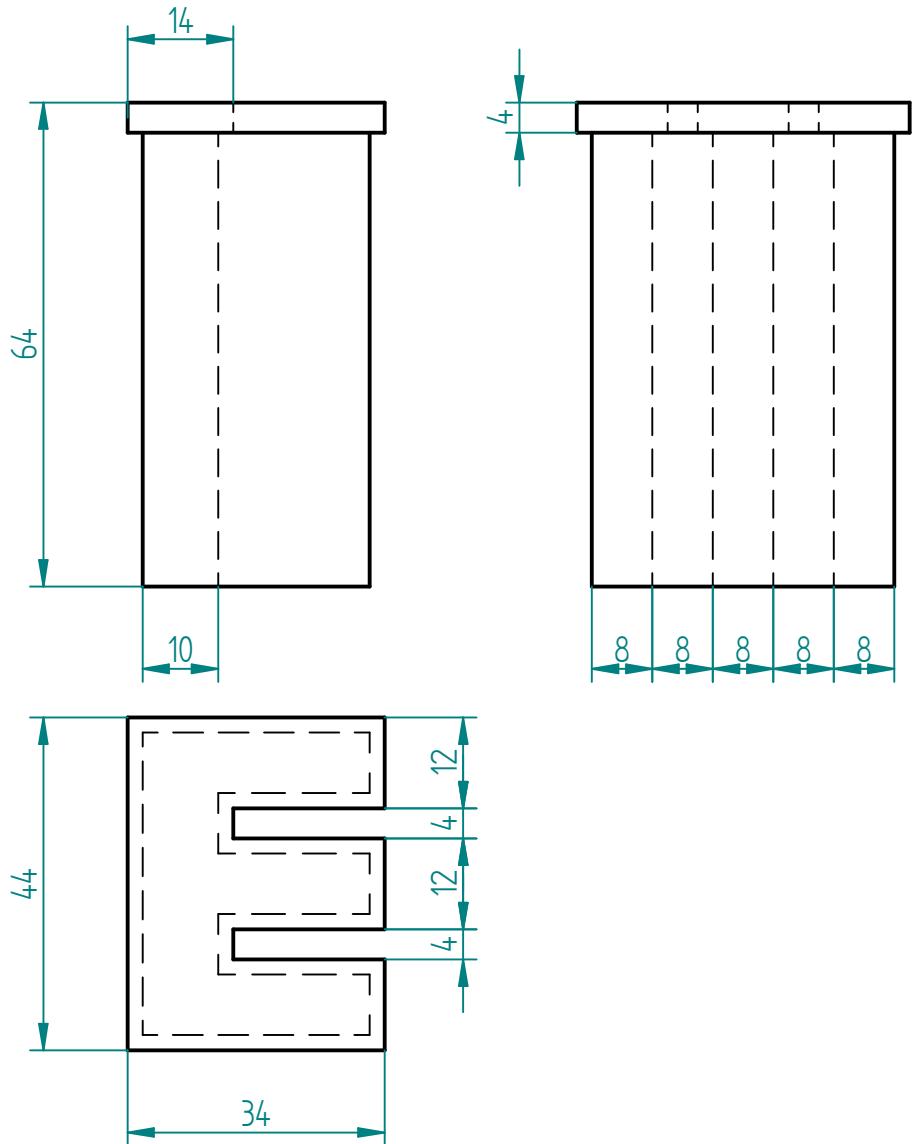
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	13/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	Placa portapunzones
Aprobado 2				
Universidad Zaragoza		A 3	Nº de Plano: 7	
Archivo: Placa portapunzones caso 1.par				
Escala: 1:1	Caso 1		Plano 1 de 1	

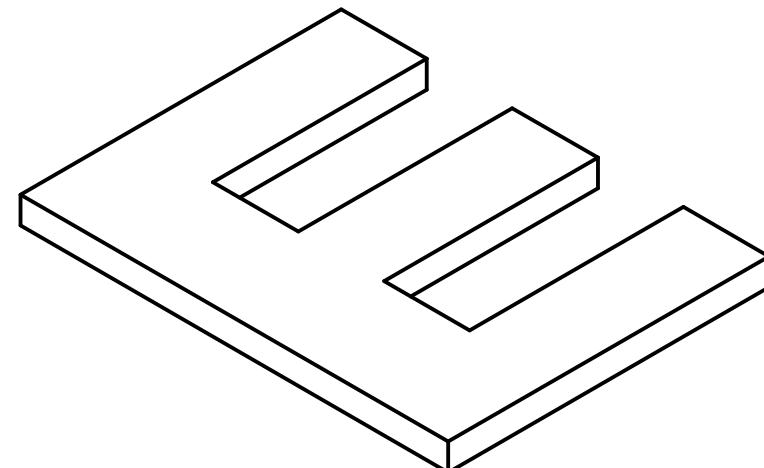
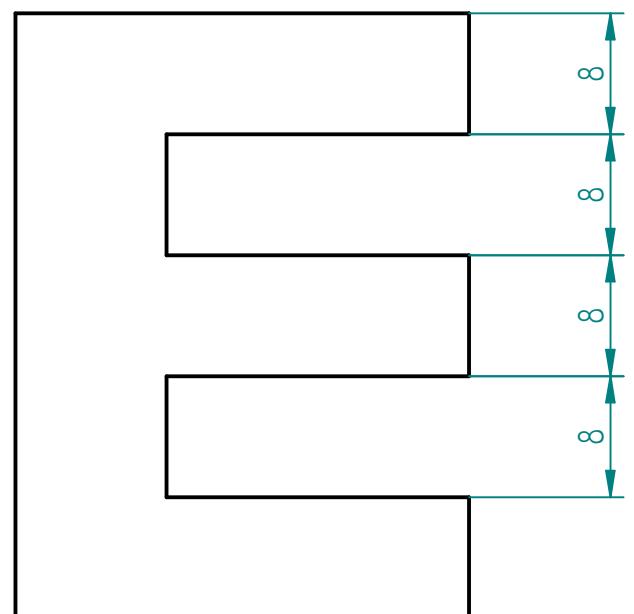
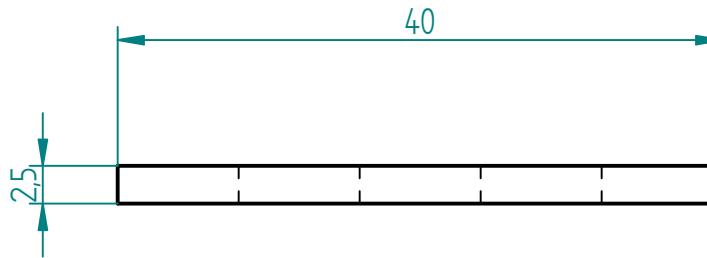
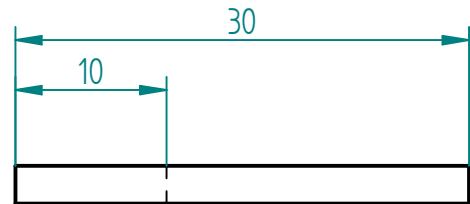


SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	13/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	Placa sufridera
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 3	Nº de Plano: 8	
Archivo: Placa sufridera caso 1.par				
Escala: 1:1	Caso 1		Plano 1 de 1	



	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	13/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	Punzón
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 9	
Archivo: Punzón caso 1.par			Escala: 1:1	
				Plano 1 de 1

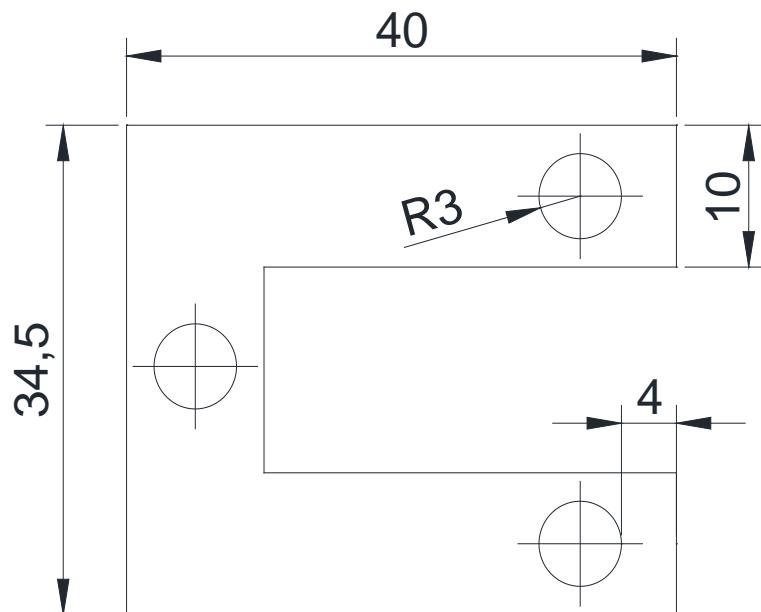


	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	13/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	Pieza final
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 12	
Archivo: Pieza final caso 1.par				
Escala: 2:1			Plano 1 de 1	

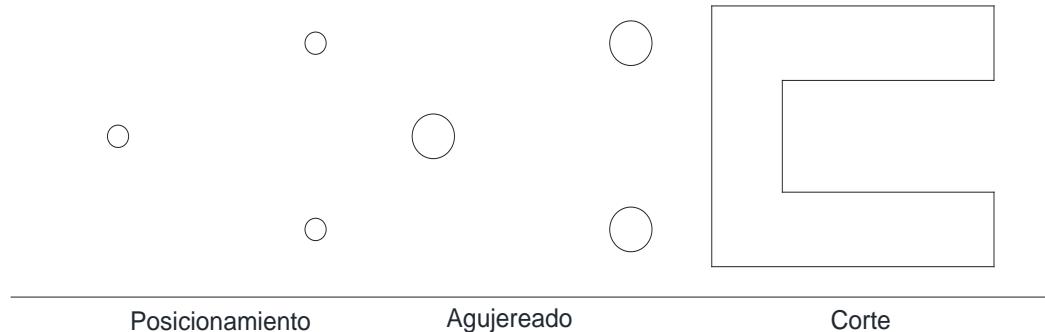
5.2.- Caso práctico 2.

Agujeros de las alas a 4 mm del borde y centrados. Espesor 1.5 mm.

Agujero central centrado. Todos los agujeros de $R = 3$ mm.

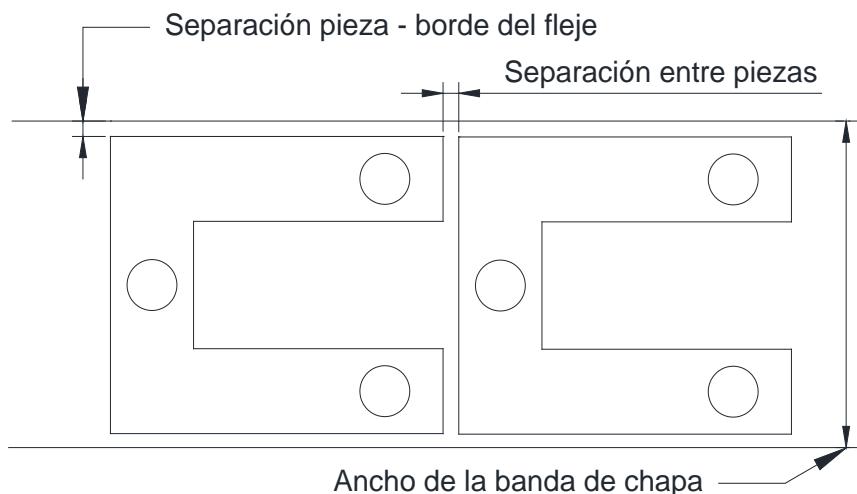


Para el desarrollo de este caso deberemos realizar varias operaciones para obtener los agujeros que se nos piden. En el primer paso vamos a realizar varios agujeros de posicionamiento para poder realizar correctamente las operaciones sucesivas. Posteriormente se realizarán los agujeros sirviéndose de los de posicionamiento y por último, se cortará la pieza ya agujereada.



5.2.1.- Selección de la disposición más favorable.

a) Disposición normal vertical:



De la misma forma que en los casos anteriores, calcularemos la separación entre piezas (S) con la ecuación [1]:

$$S = 1.5 e; \quad S = 1.5 * 1.5 = 2.25 \text{ mm.}$$

A continuación utilizamos la ecuación [2] para obtener el paso de fleje (p):

$$p = S + a; \quad p = 2.25 + a$$

La anchura de la pieza para este caso es $a = 40 \text{ mm}$ de modo que:

$$p = 2.25 + 40 = 42.25 \text{ mm.}$$

$$\text{Ancho fleje} = 34.5 + (2 * 2.25) = 39 \text{ mm.}$$

La superficie de la pieza es 1380 mm^2 ($34.5 * 40 \text{ mm}$).

$$\text{Superficie unitaria} = p * \text{ancho fleje} = 42.25 * 39 = 1647.75 \text{ mm}^2.$$

Por último, calculamos el rendimiento de esta disposición haciendo uso de [3]:

$$\eta = (1380 / 1647.75) * 100 = 83.75 \%$$

La disposición normal presenta un rendimiento del 83.75%.

A continuación, vamos a realizar los cálculos para un acero crudo con un 0,1% de C como en el caso 1. Las tablas de propiedades del material nos da una $K_c = 313 \text{ N/mm}^2$.

El perímetro (p) es igual a 245,55 mm y el espesor (e) es 1,5 mm.

La fuerza de corte será:

$$F_{ca} = K_c \cdot p \cdot e = 313 \cdot 245,55 \cdot 1,5 = 115285 \text{ N}$$

La fuerza de extracción ($x = 7\%$):

$$F_{ext\ a} = F_{ca} \cdot x\% = 8070 \text{ N}$$

La fuerza de expulsión:

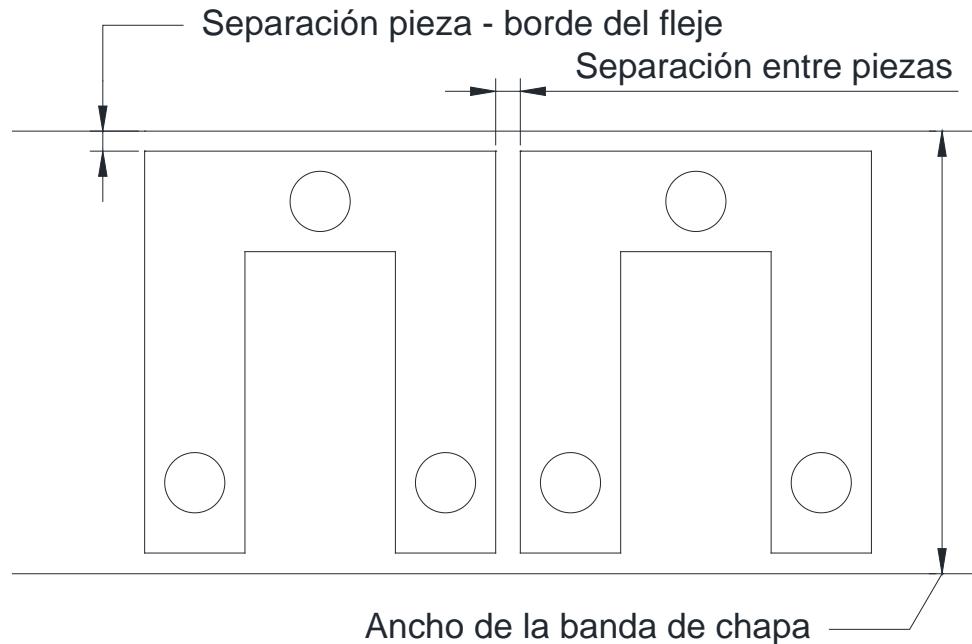
$$F_{exp\ a} = F_{ca} \cdot 1,5\% = 1730 \text{ N}$$

Franquicia de corte:

$$F = 75 \mu\text{m.} \text{ (Obtenido de tablas)}$$

Esta es la fuerza que requiere solo el punzón en U. A esta deberá añadirse las que requieran los tres punzones de posicionamiento y los tres de agujeros.

b) Disposición normal horizontal:



Calculamos el rendimiento:

$$S = 1.5 \text{ e}; \quad S = 1.5 * 1.5 = 2.25 \text{ mm}.$$

$$p = S + a; \quad p = 2.25 + a$$

La anchura de la pieza para este caso es $a = 34.5 \text{ mm}$ de modo que:

$$p = 2.25 + 34.5 = 36.75 \text{ mm}.$$

$$\text{Ancho fleje} = 40 + (2 * 2.25) = 44.5 \text{ mm}.$$

La superficie de la pieza es 1380 mm^2 ($34.5 * 40 \text{ mm}$).

$$\text{Superficie unitaria} = p * \text{ancho fleje} = 36.75 * 44.5 = 1635.375 \text{ mm}^2.$$

Por último, calculamos el rendimiento de esta disposición haciendo uso de [3]:

$$\eta = (1380 / 1635.375) * 100 = 84.38 \%$$

La disposición normal horizontal presenta un rendimiento mejor que la vertical con un 84.38 %

El perímetro (p) es 245,55 mm y el espesor (e) es 1,5 mm.

La fuerza de corte será:

$$F_{cb} = K_c \cdot p \cdot e = 313 \cdot 245,55 \cdot 1,5 = 115285 \text{ N}$$

La fuerza de extracción (x = 7%):

$$F_{ext\ b} = F_{cb} \cdot x\% = 8070 \text{ N}$$

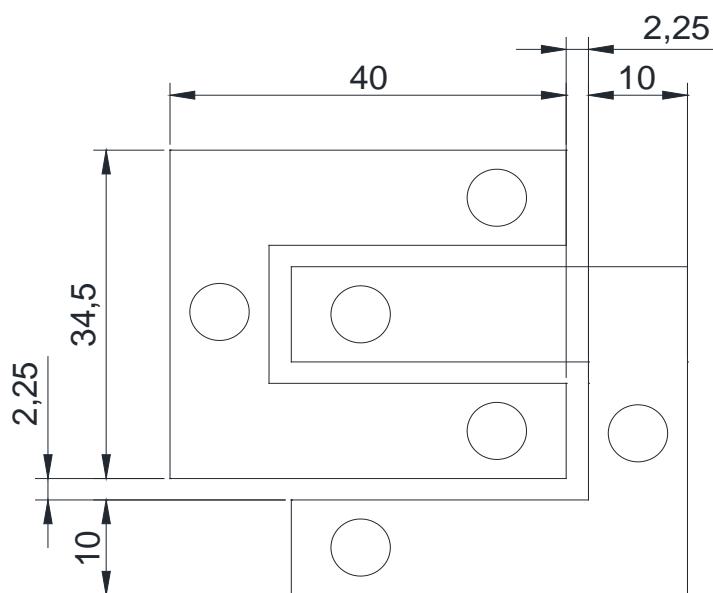
La fuerza de expulsión:

$$F_{exp\ b} = F_{cb} \cdot 1,5\% = 1730 \text{ N}$$

Franquicia de corte:

$$F = 75 \mu\text{m.} \text{ (Obtenido de tablas)}$$

La geometría de la pieza permite distribuir las piezas de manera que quedan ensambladas en el fleje, de esta manera se ahorra aún más material.



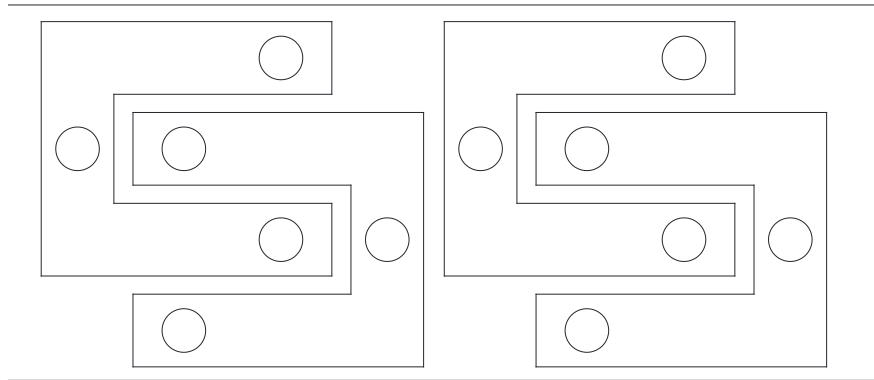
Las dimensiones de este conjunto de dos piezas ensambladas serán:

$$40 + 2.25 + 10 = 52.25 \text{ mm de ancho y}$$

$$10 + 2.25 + 34.5 = 46.75 \text{ mm de alto tal y como está dispuesta la figura.}$$

Estudiaremos ahora las disposiciones invertida vertical y horizontal para concluir cuál de las dos es más provechosa y, a continuación, estudiaremos multiplicar esa en el ancho de fleje con el fin de mejorar más aún el rendimiento.

c) Disposición invertida horizontal:



Calculamos el rendimiento:

$$p = 2.25 + 52.25 = 54.5 \text{ mm.}$$

$$\text{Ancho fleje} = 46.75 + (2 * 2.25) = 51.25 \text{ mm.}$$

La superficie de la pieza es 2442.68 mm^2 ($52.25 * 46.75 \text{ mm}$).

$$\text{Superficie unitaria} = 54.5 * 51.25 = 2793.125 \text{ mm}^2.$$

$$\eta = (2442.68 / 2793.125) * 100 = 87.45 \%$$

Utilizando una disposición invertida mejoramos el rendimiento tal como habíamos previsto. A continuación estudiaremos disponer las piezas de forma vertical y con el que nos ofrezca un mejor resultado, realizaremos el estudio disponiendo varias parejas de piezas por ancho de fleje.

El perímetro (p) es 491,1 mm y el espesor (e) es 1,5 mm.

La fuerza de corte será:

$$F_{cc} = K_c \cdot p \cdot e = 313 \cdot 491,1 \cdot 1,5 = 230570 \text{ N}$$

La fuerza de extracción (x = 7%):

$$F_{ext\ c} = F_{cc} \cdot x\% = 16140 \text{ N}$$

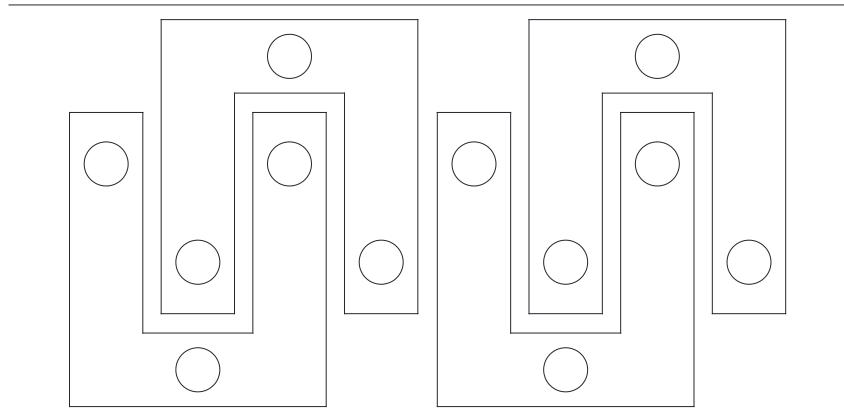
La fuerza de expulsión:

$$F_{exp\ c} = F_{cc} \cdot 1,5\% = 3460 \text{ N}$$

Franquicia de corte:

$$F = 75 \mu\text{m.} \text{ (Obtenido de tablas)}$$

d) Disposición invertida vertical:



$$p = 2.25 + 46.75 = 49 \text{ mm.}$$

$$\text{Ancho fleje} = 52.25 + (2 * 2.25) = 56.75 \text{ mm.}$$

La superficie de la pieza es 2442.68 mm^2 ($52.25 * 46.75 \text{ mm}$).

$$\text{Superficie unitaria} = 49 * 56.75 = 2780.75 \text{ mm}^2.$$

$$\eta = (2442.68 / 2780.75) * 100 = 87.84 \%$$

Este rendimiento mejora el de la disposición invertida horizontal de manera que estudiaremos multiplicar esta.

El perímetro (p) es 491,1 mm y el espesor (e) es 1,5 mm.

La fuerza de corte será:

$$F_{cd} = K_c \cdot p \cdot e = 313 \cdot 491,1 \cdot 1,5 = 230570 \text{ N}$$

La fuerza de extracción (x = 7%):

$$F_{ext\ d} = F_{cd} \cdot x\% = 16140 \text{ N}$$

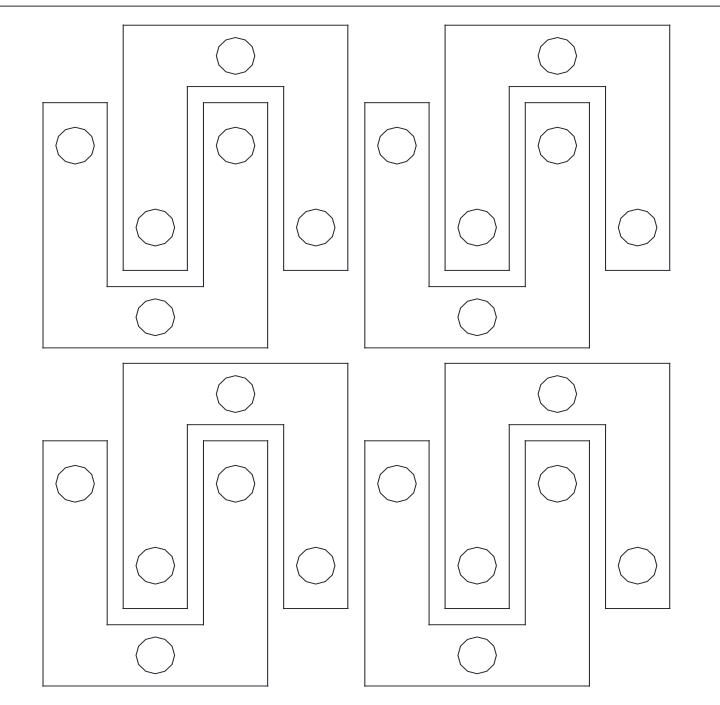
La fuerza de expulsión:

$$F_{exp\ d} = F_{cd} \cdot 1,5\% = 3460 \text{ N}$$

Franquicia de corte:

$$F = 75 \mu\text{m.} \text{ (Obtenido de tablas)}$$

e) Disposición invertida vertical múltiple:



$$p = 2.25 + 46.75 = 49 \text{ mm.}$$

$$\text{Ancho fleje} = 106.75 + (2 * 2.25) = 111.25 \text{ mm.}$$

La superficie de la pieza es 4990.56 mm^2 ($106.75 * 46.75 \text{ mm}$).

$$\text{Superficie unitaria} = 49 * 111.25 = 5451.25 \text{ mm}^2.$$

$$\eta = (4990.56 / 5451.25) * 100 = 91.55 \%$$

El perímetro (p) es 982,2 mm y el espesor (e) es 1,5 mm.

La fuerza de corte será:

$$F_{ce} = K_c \cdot p \cdot e = 313 \cdot 982,2 \cdot 1,5 = 461143 \text{ N}$$

La fuerza de extracción (x = 7%):

$$F_{ext\ e} = F_{ce} \cdot x\% = 32280 \text{ N}$$

La fuerza de expulsión:

$$F_{exp\ e} = F_{ce} \cdot 1,5\% = 6910 \text{ N}$$

Franquicia de corte:

$$F = 75 \mu\text{m.} \text{ (Obtenido de tablas)}$$

A simple vista observamos que, por un lado tenemos un rendimiento muy bueno ensamblando las piezas dentro del ancho de banda, por otro lado, obtenemos de los cálculos unas cifras de fuerzas muy altas a partir de la segunda pieza por ancho de fleje. Es tiempo de estudiar si merece la pena realizarlas de forma múltiple o de una en una. Rápidamente observamos que estas cifras son inviables ya que se requeriría una máquina que sería mucho más costosa que fabricarlas una a una con una máquina menos potente.

Así pues, escogeremos fabricar las piezas una por una. Ya que no se nos pide un lote específico de piezas, supondremos que será una fabricación indefinida de piezas. Esto requerirá que de una matriz robusta y que nos proporcione buenos resultados a largo plazo. Utilizaremos una matriz con pisador.

Por su rendimiento (84.38 %) hemos escogido fabricarlas una por una según una disposición normal horizontal. Esta disposición arrojaba los siguientes valores de fuerza necesarios solo para el punzón en U:

$$F_{cb} = 115285 \text{ N}$$

$$F_{ext\ b} = 8070 \text{ N}$$

$$F_{exp\ b} = 1730 \text{ N}$$

Franquicia = 75 μm. (Obtenido de tablas)

A estas, deberemos sumarle las necesarias para realizar los agujeros de posicionamiento y los propios requeridos para la pieza final:

$$F_{agujeros} = K_c \cdot p \cdot e = 313 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 3 \cdot 1,5 = 8850 \text{ N}$$

La fuerza de extracción (x = 7%):

$$F_{ext\ agujeros} = F_{agujeros} \cdot x\% = 619,5 \text{ N}$$

La fuerza de expulsión:

$$F_{exp\ agujeros} = F_{agujeros} \cdot 1,5\% = 132,75 \text{ N}$$

Franquicia de corte:

$$F = 75 \mu\text{m.} \text{ (Obtenido de tablas)}$$

$$F_{agujeros\ posicionamiento} = K_c \cdot p \cdot e = 313 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 1,5 = 2950 \text{ N}$$

La fuerza de extracción (x = 7%):

$$F_{ext\ agujeros\ posicionamiento} = F_{agujeros\ posicionamiento} \cdot x\% = 206,5 \text{ N}$$

La fuerza de expulsión:

$$F_{exp\ agujeros\ posicionamiento} = F_{agujeros\ posicionamiento} \cdot 1,5\% = 44,25 \text{ N}$$

Franquicia de corte:

$$F = 75 \mu\text{m.} \text{ (Obtenido de tablas)}$$

En total para llevar a cabo todo el corte por golpe de la matriz sobre la banda de chapa se deberá realizar una fuerza de:

$$F_{\text{total}} = 115285 + 8850 + 2950 = 127085 \text{ N}$$

$$F_{\text{ext total}} = 8070 + 619,5 + 206,5 = 8896 \text{ N}$$

$$F_{\text{exp total}} = 1730 + 132,75 + 44,25 = 1907 \text{ N}$$

A continuación los planos de diseño principales de la matriz con pisador usada para el caso 2. Los planos complementarios están incluidos en el anexo “Planos”. Los archivos en Solid Edge ST 7 de la matriz están contenidos en la carpeta “Caso 2”.

El conjunto de planos completo está contenido en el archivo Planos caso 2.dft.

El conjunto de planos de utilaje está contenido en el archivo Planos utilaje.dft.

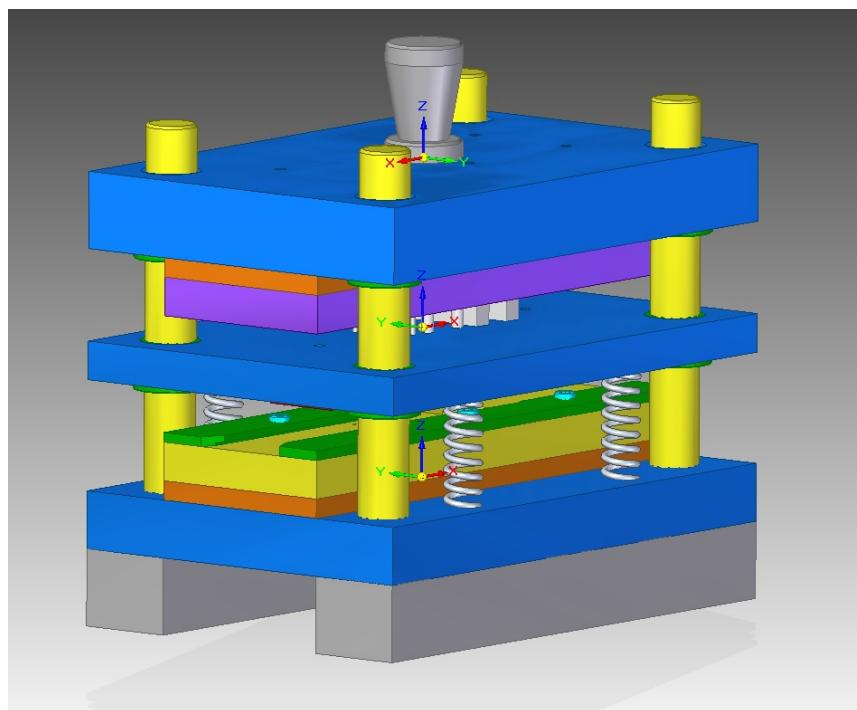
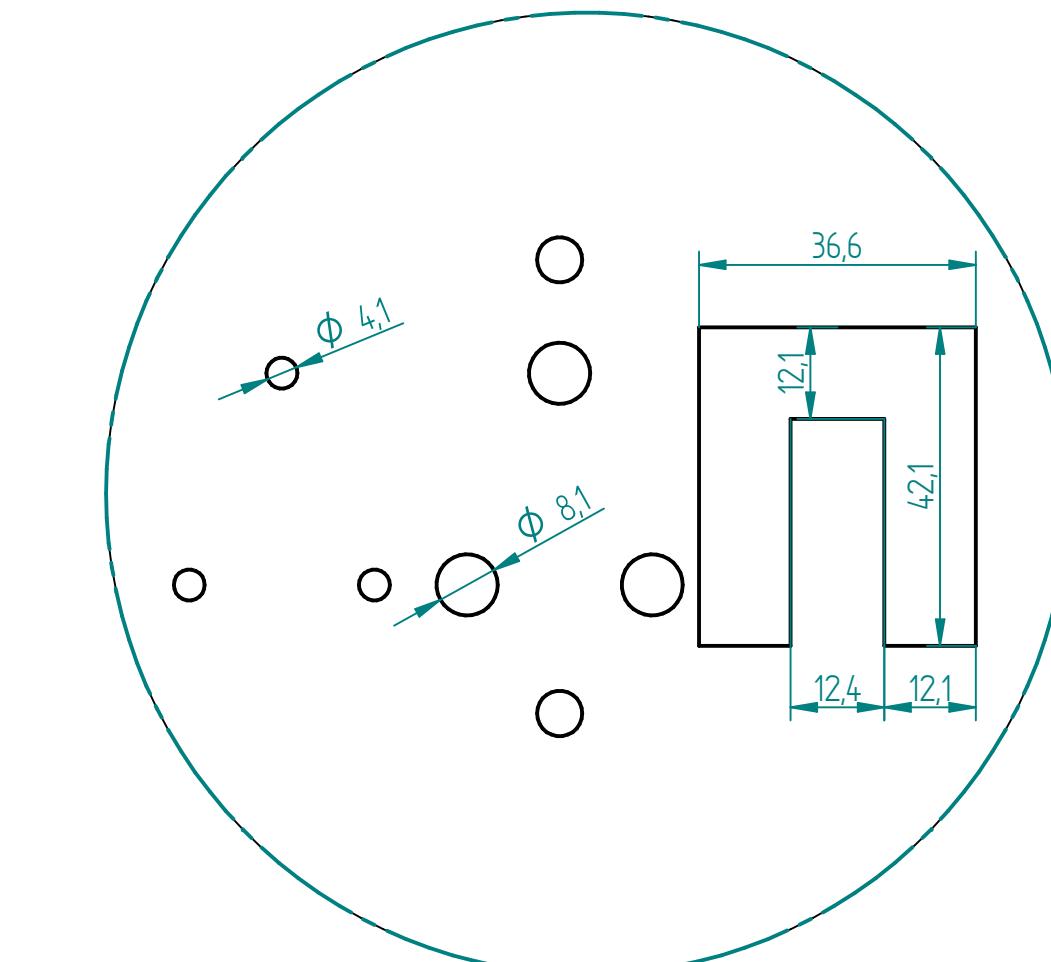
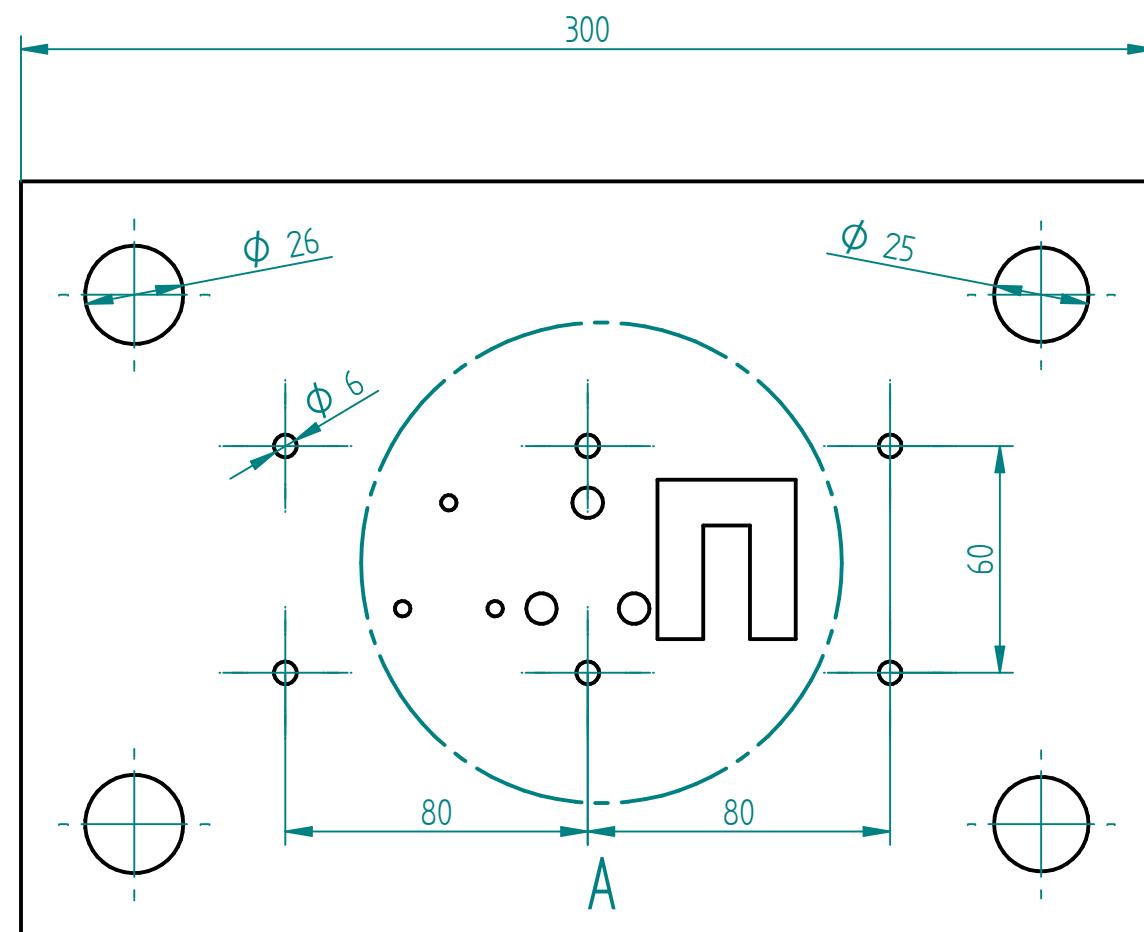
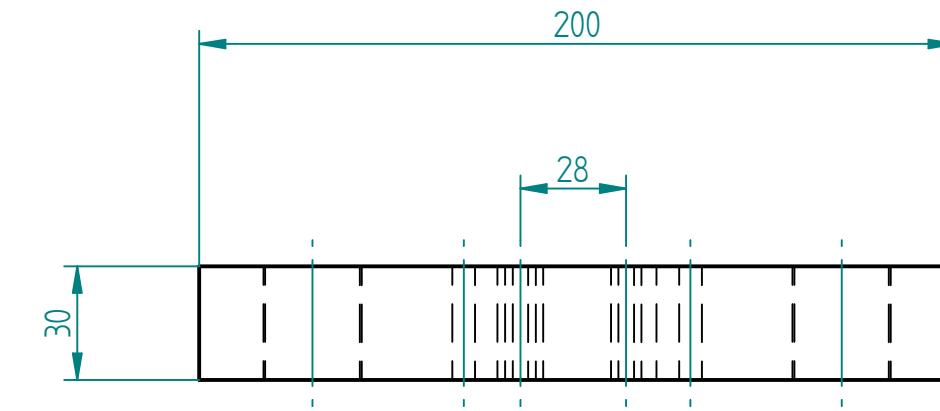
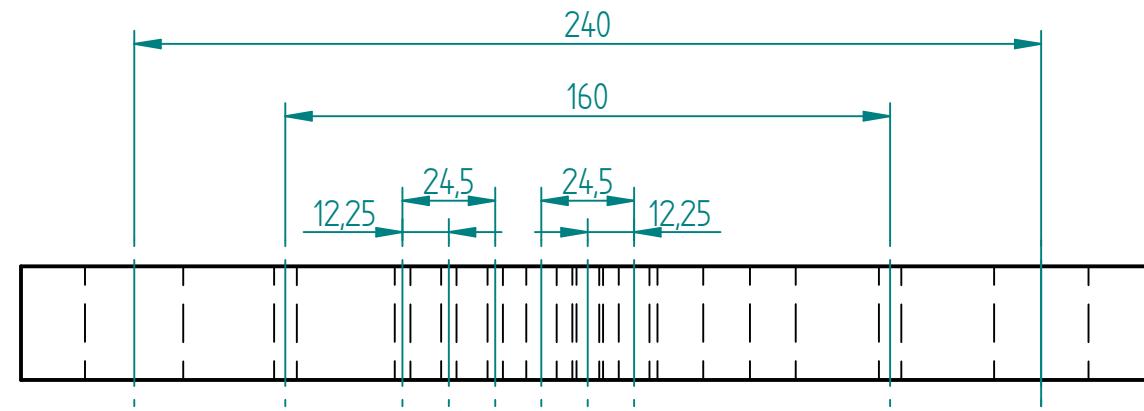


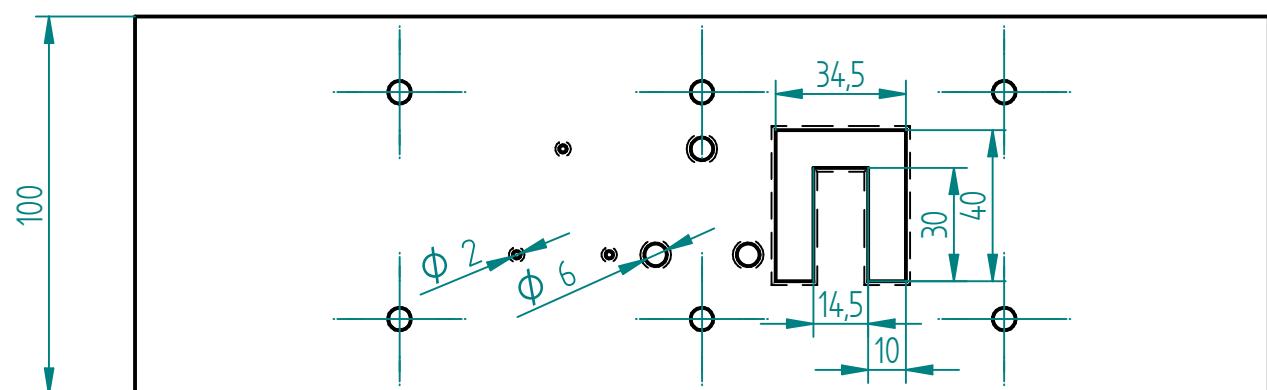
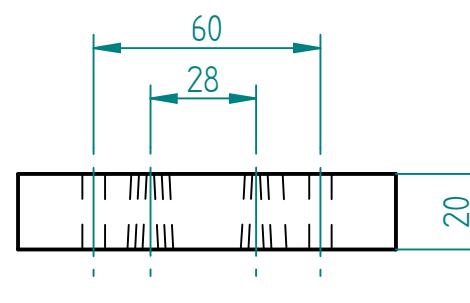
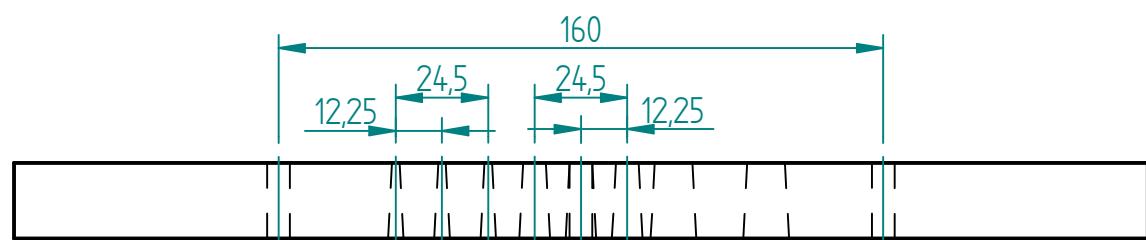
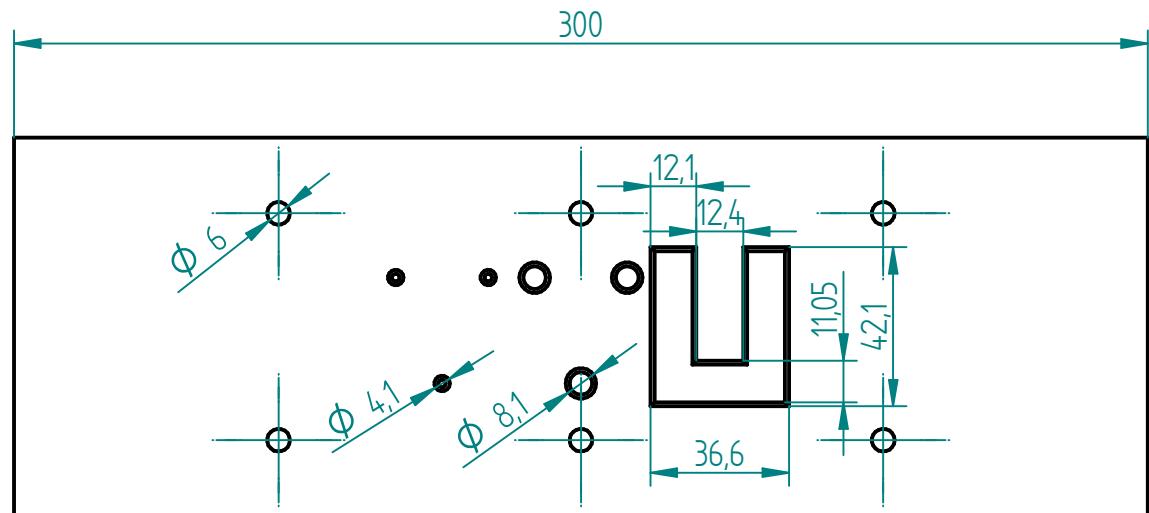
Fig. 19: Matriz con pisador.



DETALLE A

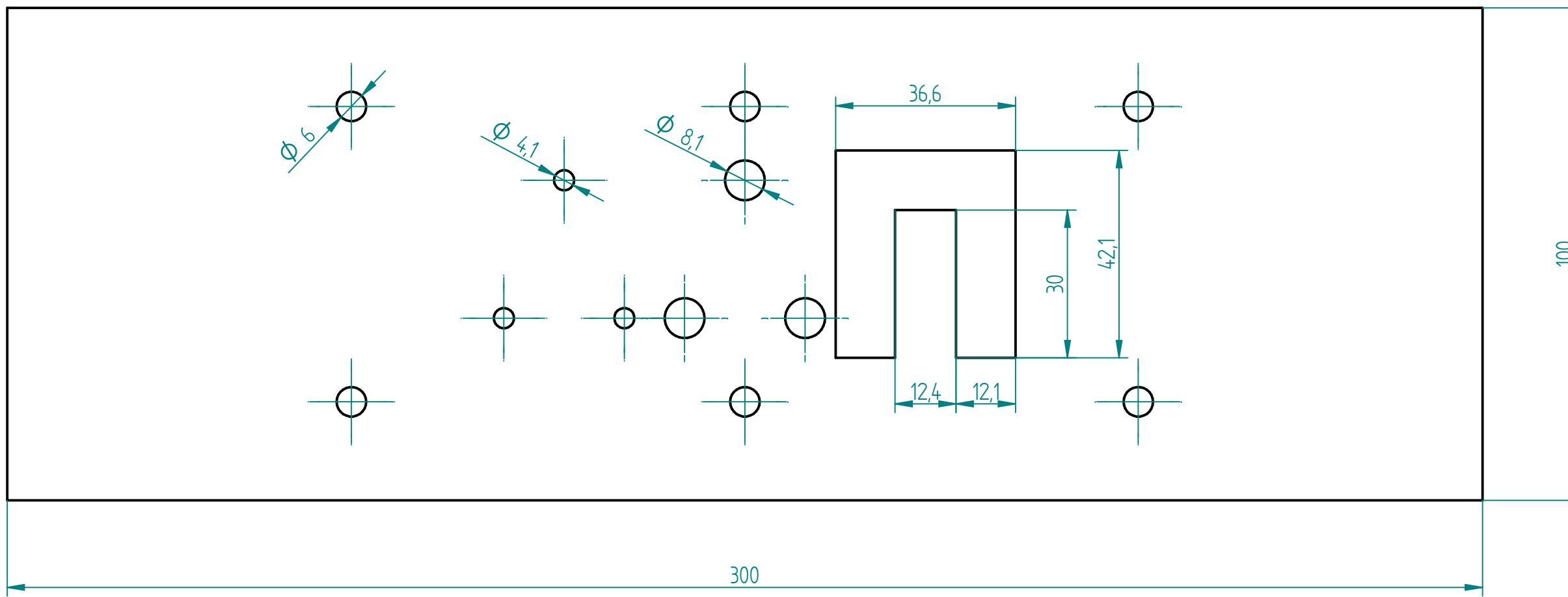
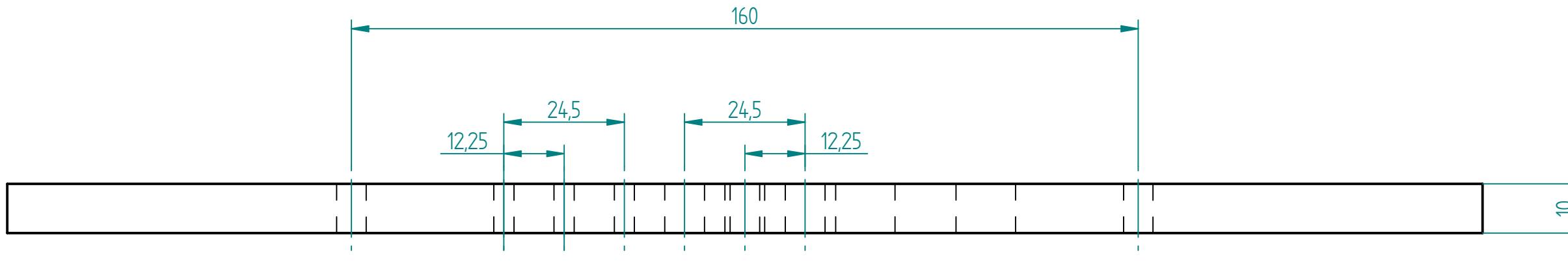
	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	
Aprobado 2			 Placa base	
		A 3 Nº de Plano: 1		
			Archivo: Placa base caso 2.par	
		Escala: 1:2	Caso 2	Plano 1 de 1

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



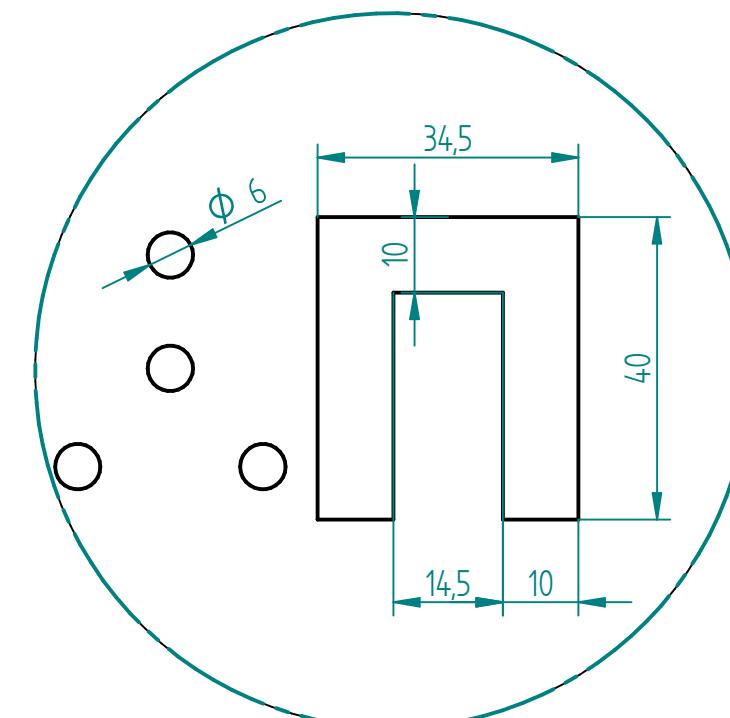
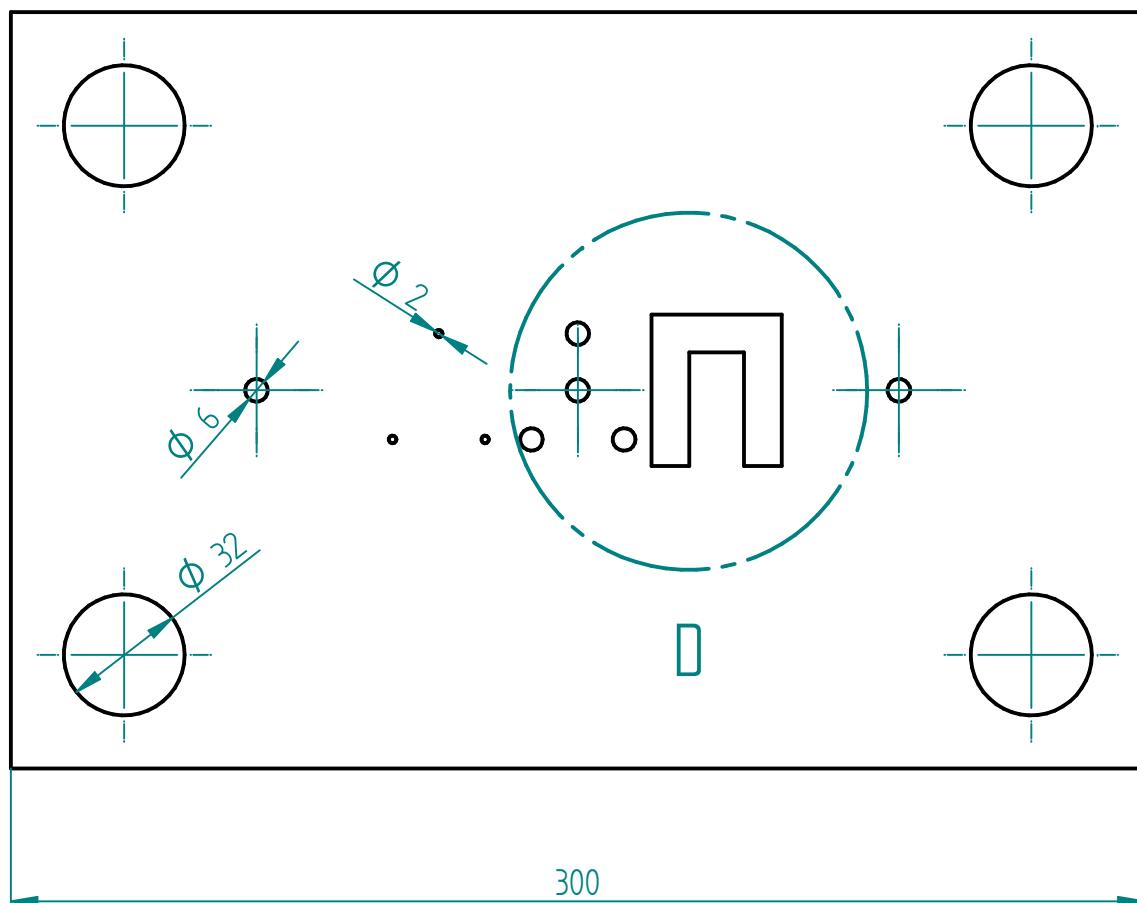
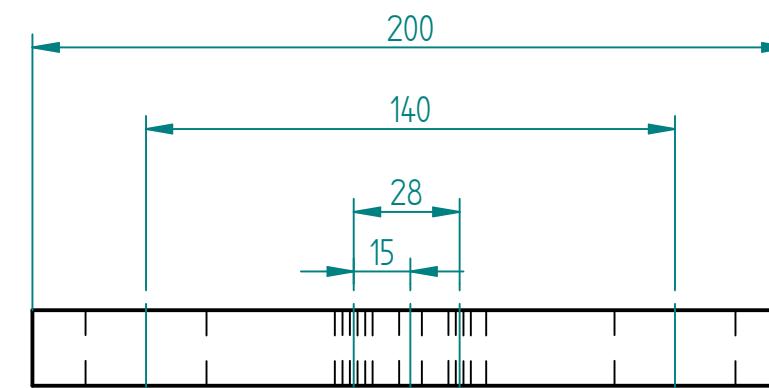
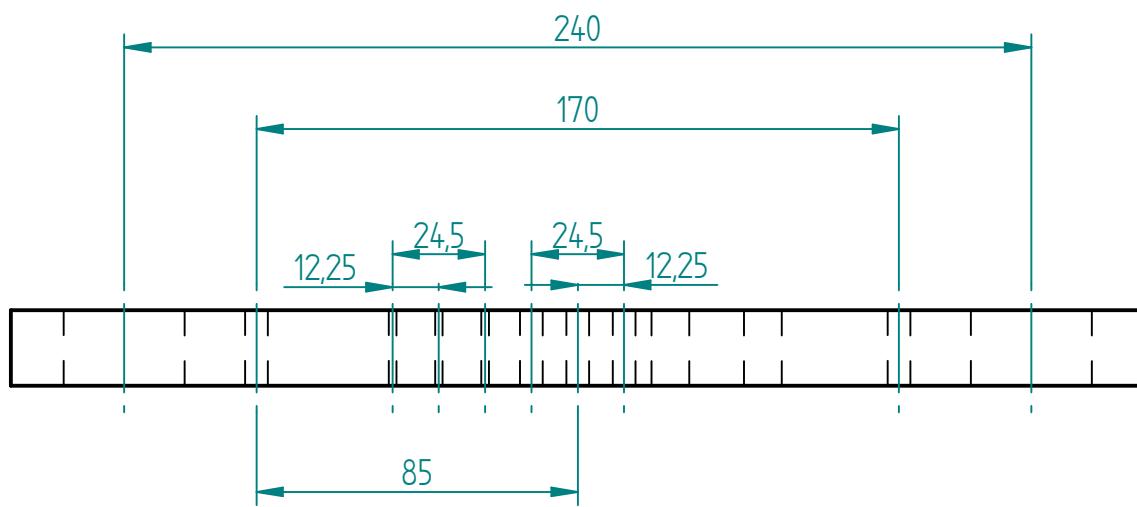
	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	Placa matriz
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 3	Nº de Plano: 2	
Archivo: Placa matriz caso 2.par				
Escala: 1:2	Caso 2		Plano 1 de 1	

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



SOLID EDGE ACADEMIC COPY

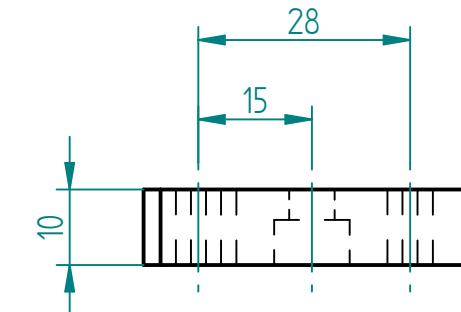
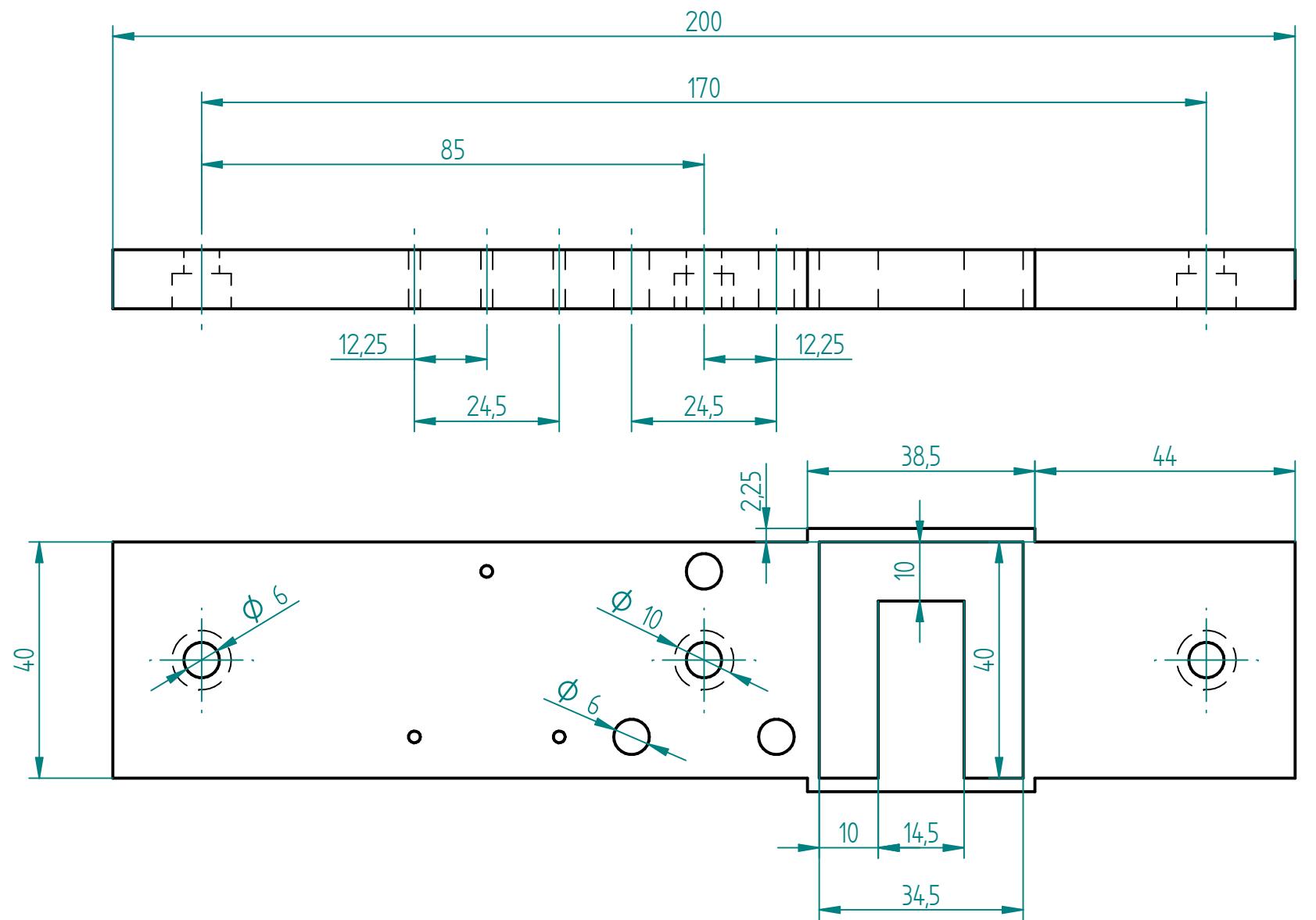
	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	Placa sufridera
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 3	Nº de Plano: 3	
Archivo: Placa sufridera caso 2.par				
Escala: 1:1	Caso 2		Plano 1 de 1	



DETALLE D

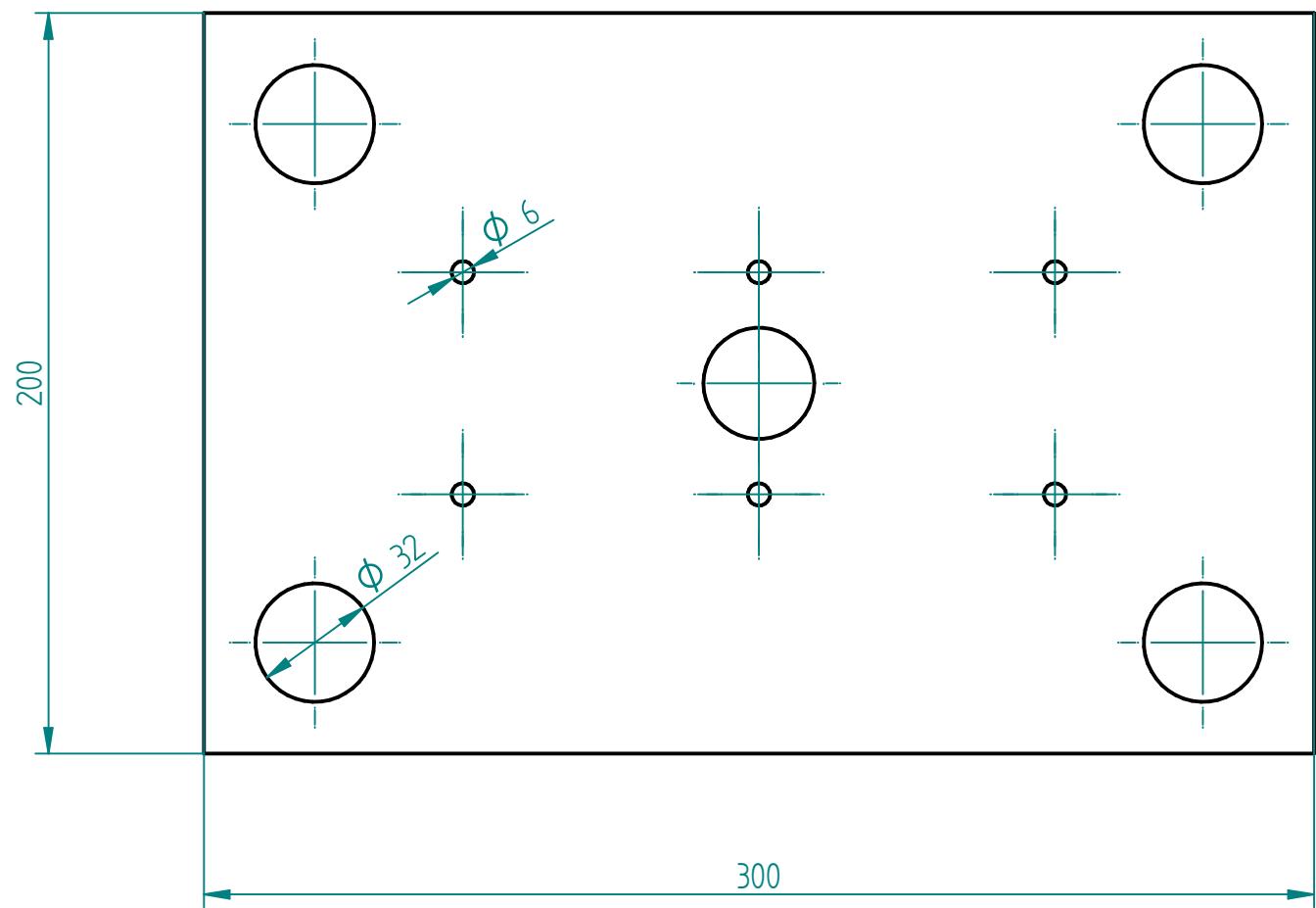
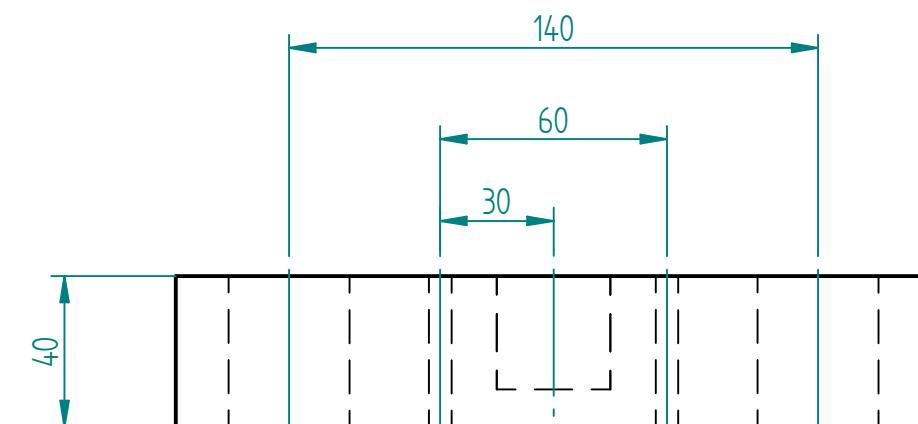
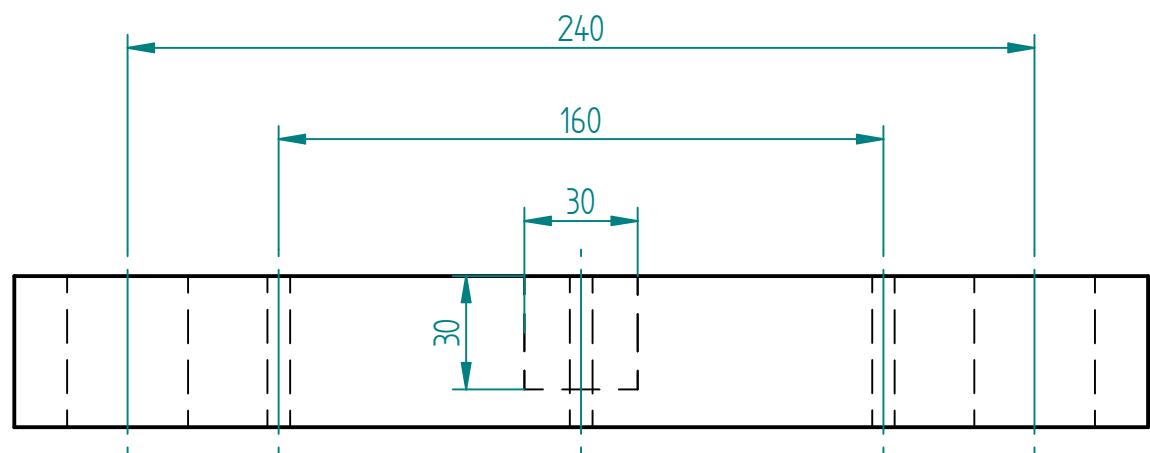
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	Placa intermedia
Aprobado 2				
		Universidad Zaragoza		
		A 3	Nº de Plano: 6	
Archivo: Placa intermedia caso 2.par				
Escala: 1:2		Caso 2	Plano 1 de 1	



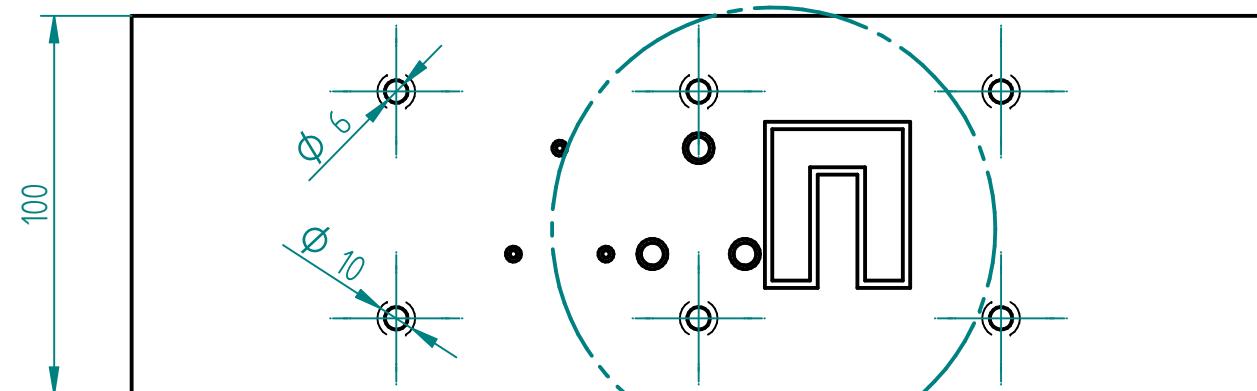
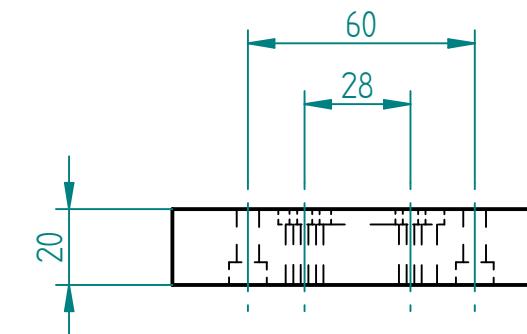
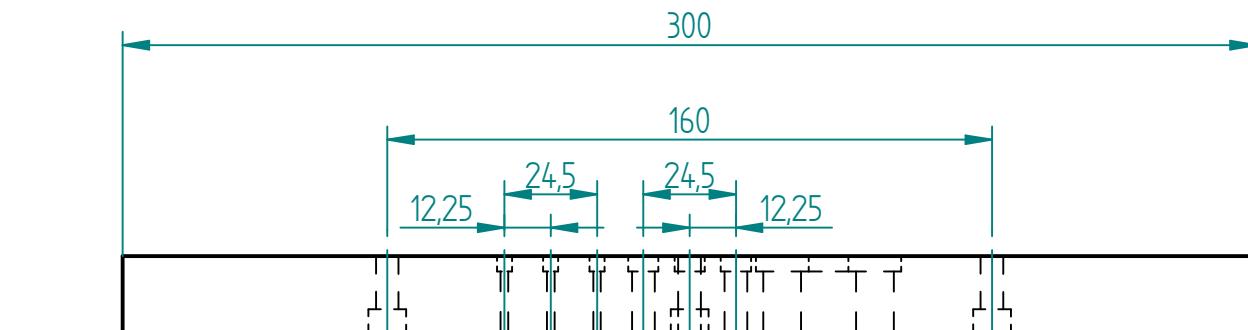
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado			Firma:	Placa pisadora
Aprobado 1				
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 3	Nº de Plano: 7	
Archivo: Placa pisadora caso 2.par				
Escala: 1:1	Caso 2		Plano 1 de 1	

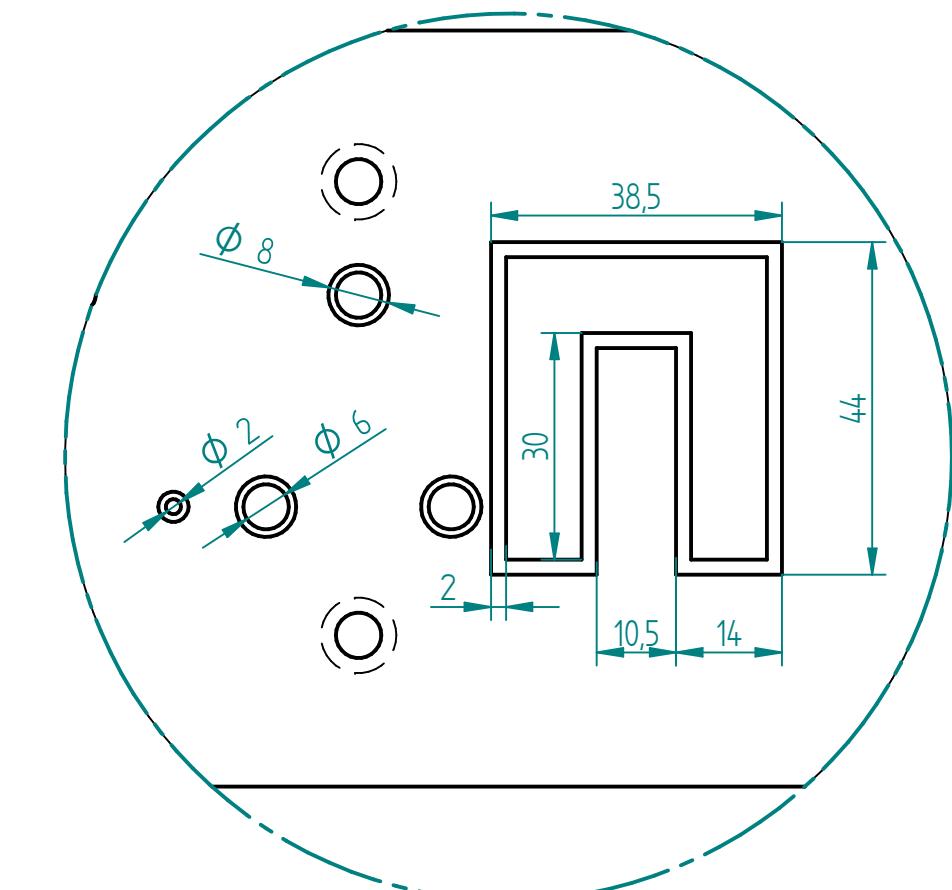


SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	Placa superior
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 3	Nº de Plano: 8	
Archivo: Placa superior caso 2.par				
Escala: 1:2	Caso 2		Plano 1 de 1	



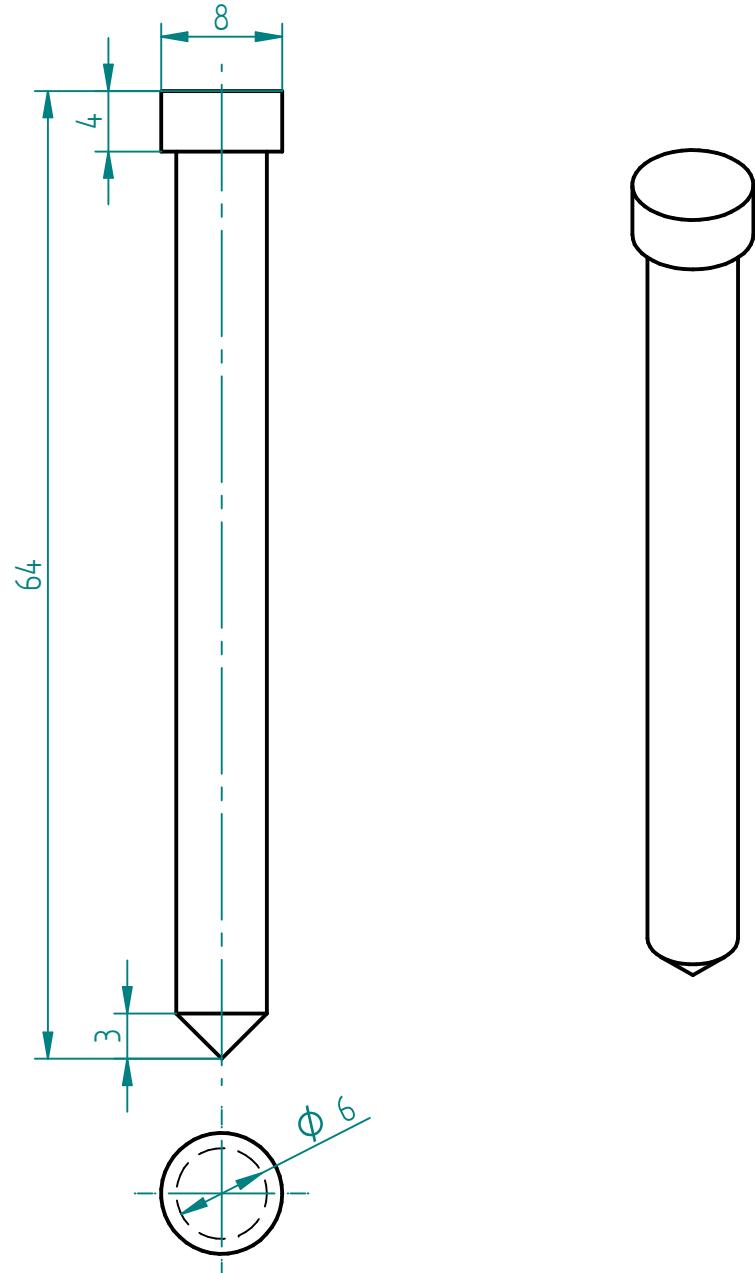
E



DETALLE E

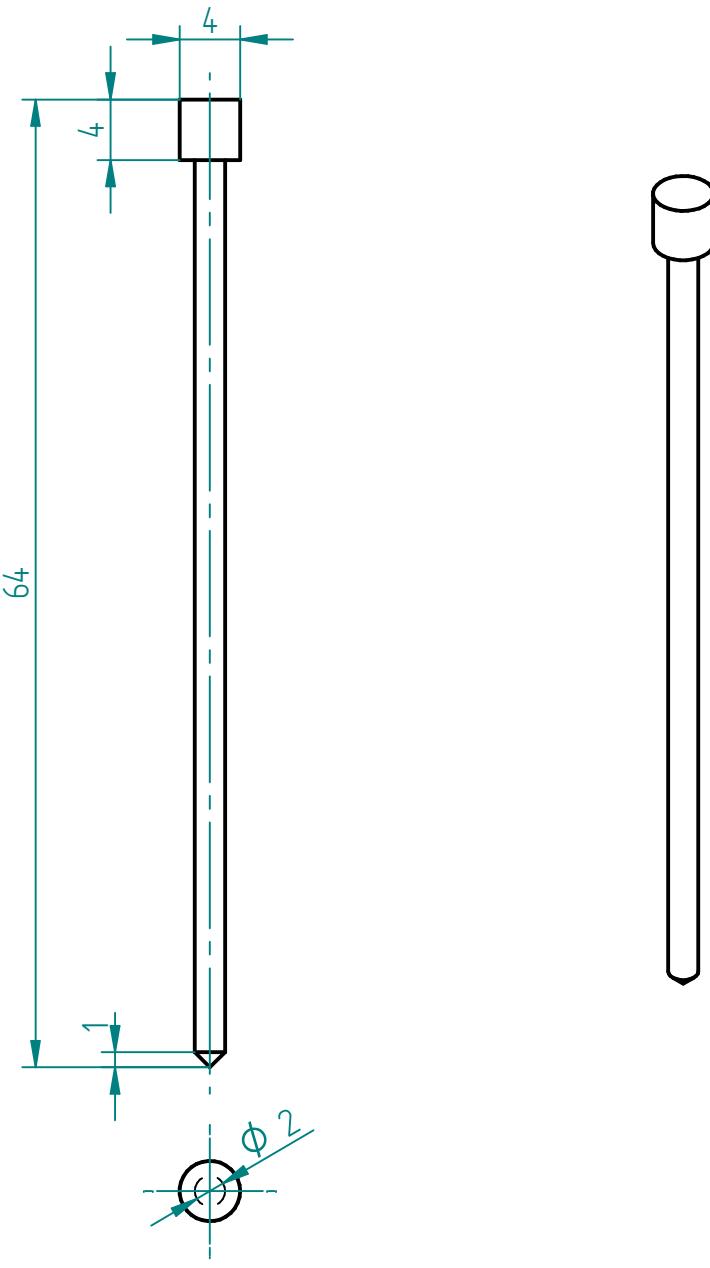
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	 Placa portapunzones
Aprobado 2				
		A 3	Nº de Plano: 9	
Archivo: Placa portapunzones caso 2.par				
Escala: 1:2		Caso 2	Plano 1 de 1	



SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	
Aprobado 2				Punzón agujeros
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 10	
Archivo: Punzón agujeros caso 2.par			Escala: 2:1	Caso 2
			Plano 1 de 1	

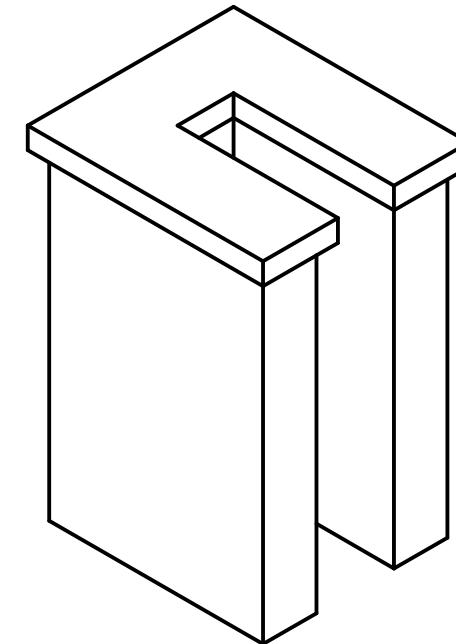
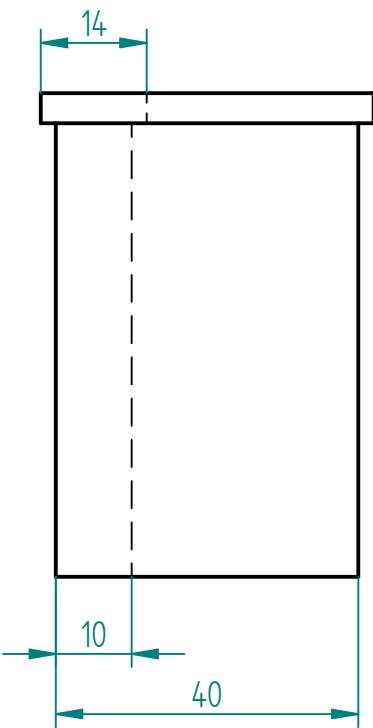
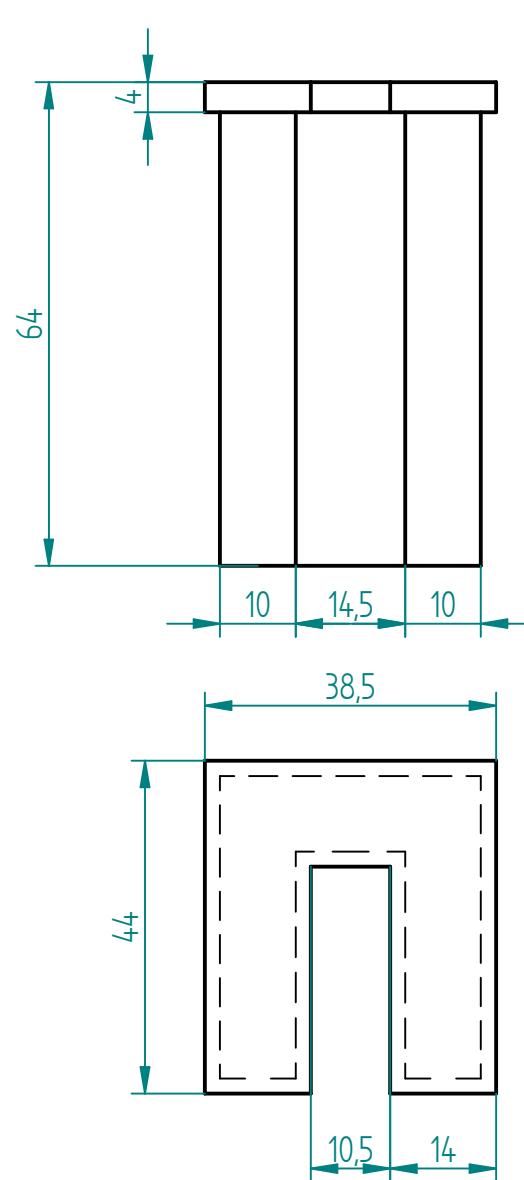


SOLID EDGE ACADEMIC COPY

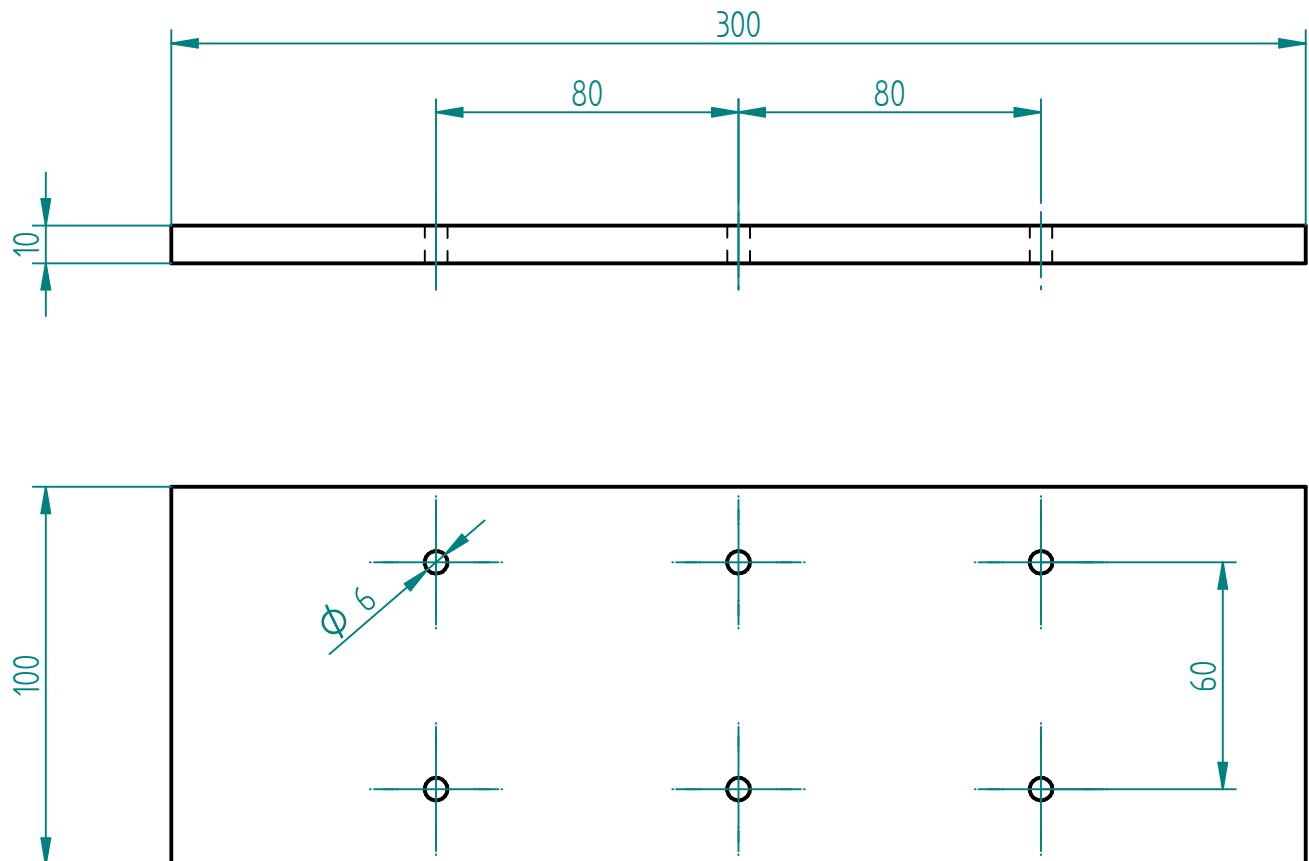
	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	
Aprobado 2				Punzón agujeros posicionamiento
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 11	
Archivo: Punzón agujeros posicionamiento caso 2.par			Escala: 2:1	Caso 2
			Plano 1 de 1	



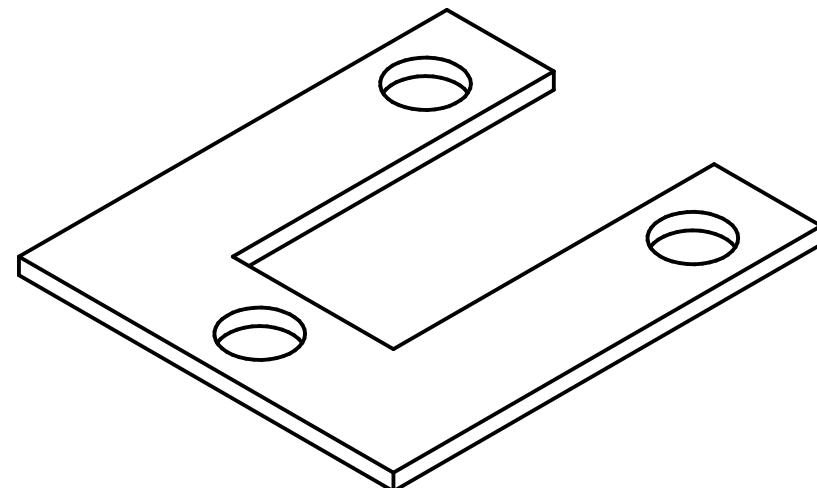
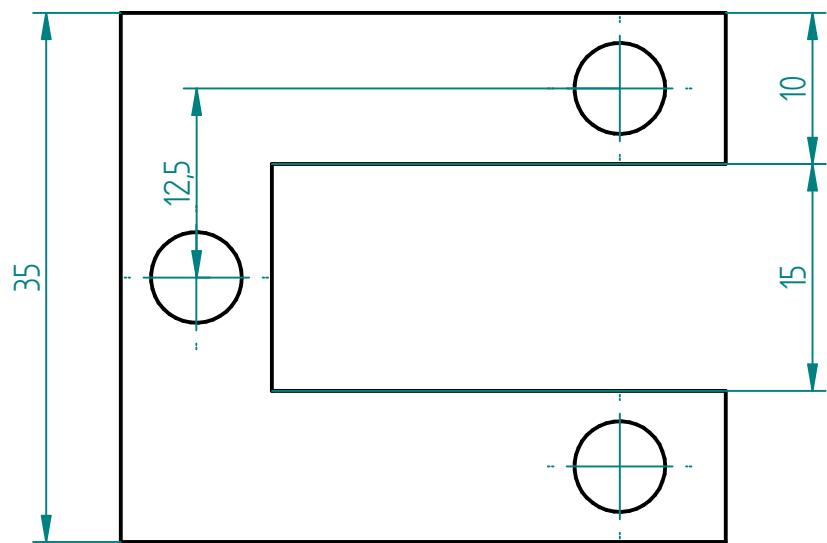
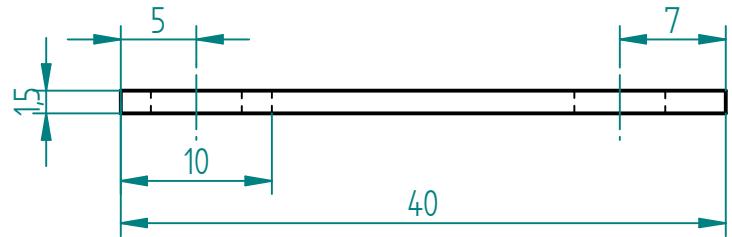
Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	Punzón U
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 12	
Archivo: Punzón U caso 2.par			Escala: 1:1	Caso 2
			Plano 1 de 1	



	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	Sufridera superior
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 13	
Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Archivo: Sufridera superior caso 2.par	
Escala: 1:2		Caso 2	Plano 1 de 1	



	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado			Firma:	Pieza final
Aprobado 1				
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 14	
Archivo: Pieza final caso 2.par			Escala: 2:1	Caso 2
			Plano 1 de 1	

6.- Conclusiones.

Una vez conocidas las características de los distintos tipos de matrices, su funcionamiento, partes, ventajas y desventajas, hemos podido desarrollar los casos prácticos y observar cómo sus características son determinantes a la hora de decidir sobre el diseño a llevar a cabo.

Para el primer caso, el dato del lote de piezas es determinante y nos limita a una pequeña producción de piezas, 200000 unidades, esto nos permite tomar la decisión de desarrollar una matriz sencilla con la que podamos producir la cantidad especificada sin intención de una producción de grandes lotes o en serie de la pieza.

A la vista de los cálculos y las decisiones tomadas para el diseño de las matrices, podemos observar que no solo se debe tener en cuenta el rendimiento a la hora de sobreponer un diseño sobre otro.

Hemos observado que estudiando las distintas posibilidades podemos obtener altos valores de rendimiento y a la vez de fuerzas, dificultando la posibilidad de llevar a cabo el diseño. Esto nos demuestra que son muchos los factores a tener en cuenta a la hora de realizar un diseño: geometría, tipo de matriz, materiales, rendimiento, fuerzas de corte, número de piezas a realizar o lote, etc. Siendo ninguno de estos factores despreciable a la hora de tomar decisiones sobre la matriz.

En definitiva y como conclusión, son muchas las posibilidades que tenemos de fabricar una pieza, muchas matrices pueden cumplir las especificaciones del caso, pero debemos tener en cuenta que el diseño más correcto y el que deberemos estudiar, será aquel que nos permita obtener el producto final cumpliendo todos los requisitos de calidad del caso, ajustando el tiempo de producción y los costes de fabricación.

7.- Bibliografía.

- Antonio Florit. (2008). Tratado de matricería.
Tecnofisis Global, 2008. ISBN: 978-84-612-6888-7.
- Centre Tecnològic Fundació Ascamm. (2011). Tecnología de matrices 2.
Texto formativo ofrecido en los seminarios sobre tecnología de matrices,
2010/2011.
- Siemens PLM Software – EMEA. Solid Edge ST7: Design better.
Demostraciones extraídas de:
http://www.plm.automation.siemens.com/es_es/products/solid-edge/st7/index.shtml
- Siemens PLM Software – EMEA. Solid Edge Recursos para estudiantes.
Tutoriales, vídeos, guías y software Solid Edge ST7 obtenidos de:
http://www.plm.automation.siemens.com/es_es/academic/resources/solid-edge/index.shtml
- Ivana Suchy. (1998). Handbook of Die Design. Second edition.
McGraw-Hill Handbooks, 2006. ISBN 0-07-146271-6.



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Universidad
Zaragoza

“DISEÑO DE UNA MATRIZ PARA CORTE DE CHAPA Y CASOS PRÁCTICOS.”

ANEXO I : PLANOS

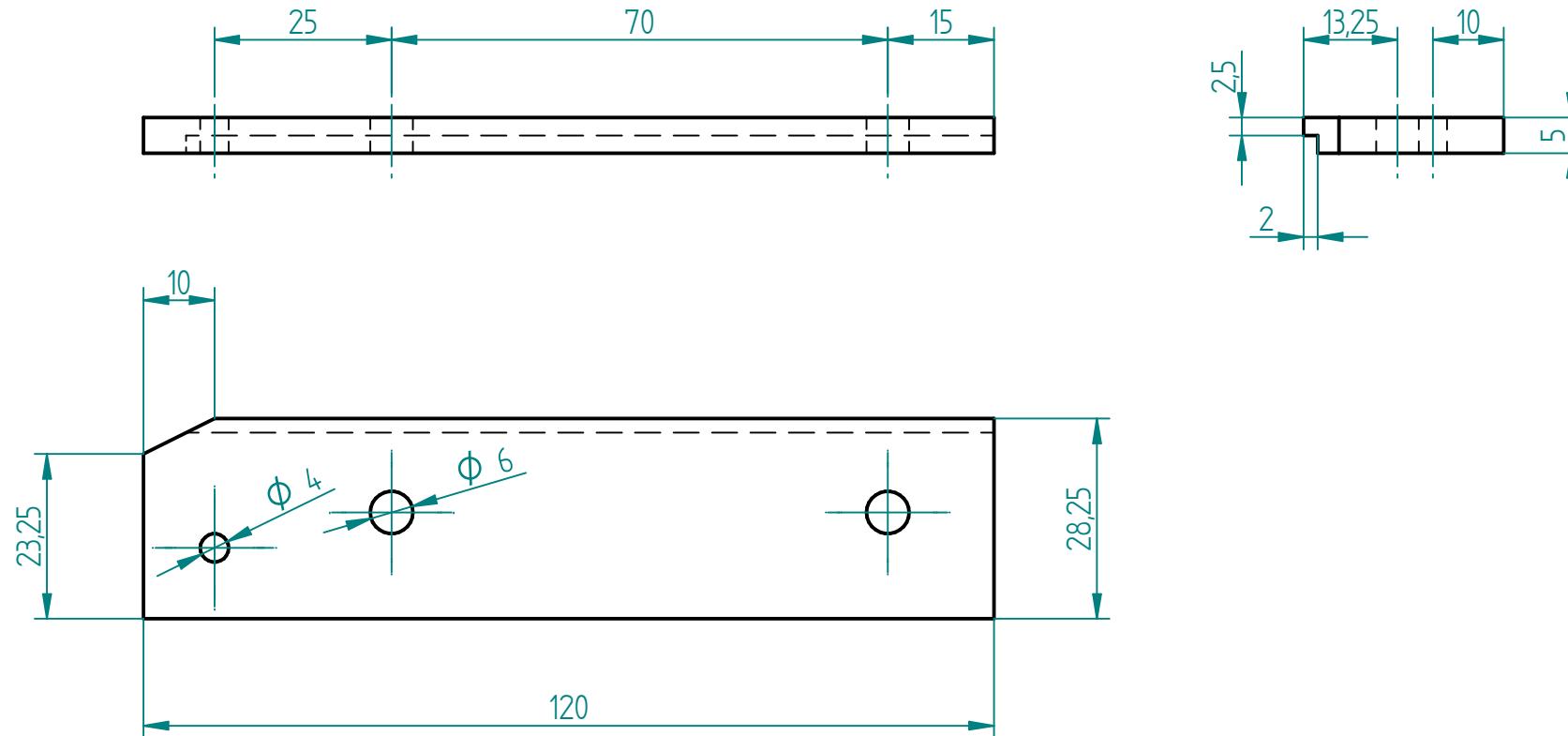
Índice.

1.- Planos caso 1.	3
2.- Planos caso 2.	8
3.- Planos utillaje.	11

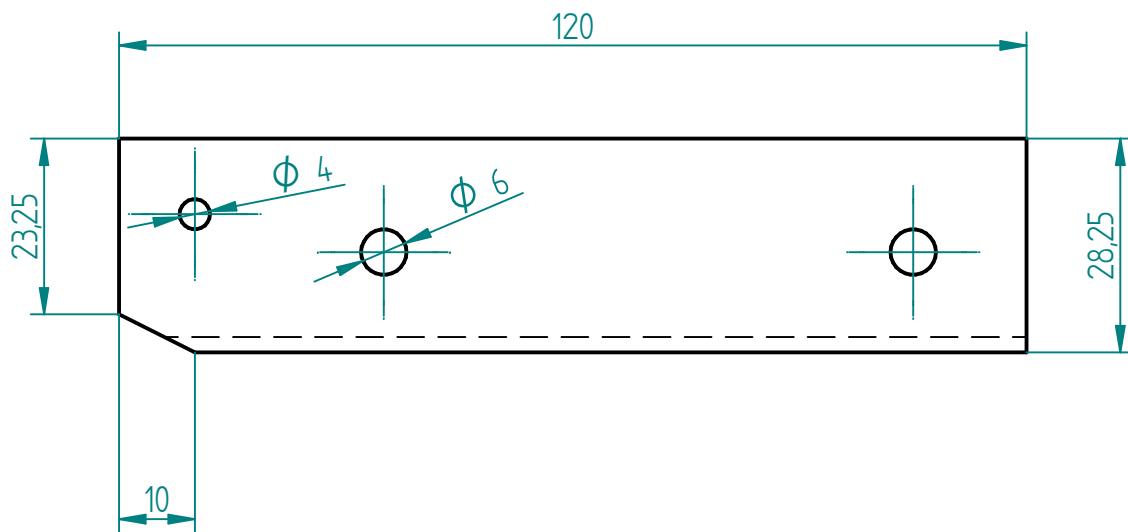
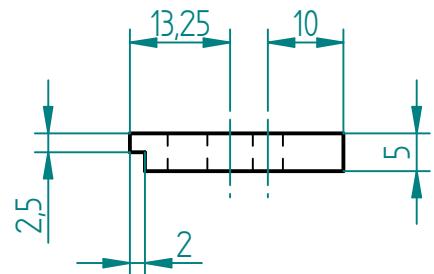
Lista de planos Caso 1

Nº	Nombre	Escala	Formato	Archivo
1	Banda guía derecha	1:1	A4	Banda guía derecha caso 1.par
2	Banda guía izquierda	1:1	A4	Banda guía izquierda caso 1.par
3	Base inferior	1:1	A3	Base inferior caso 1.par
4	Base superior	1:1	A3	Base superior caso 1.par
5	Placa extractora	1:1	A3	Placa extractora caso 1.par
6	Placa matriz	1:1	A3	Placa matriz caso 1.par
7	Placa portapunzones	1:1	A3	Placa portapunzones caso 1.par
8	Placa sufridera	1:1	A3	Placa sufridera caso 1.par
9	Punzón	1:1	A4	Punzón caso 1.par
10	Soporte entrada	1:1	A4	Soporte entrada caso 1.par
11	Vástago	1:1	A4	Vástago caso 1.par
12	Pieza final	2:1	A4	Pieza caso 1.par

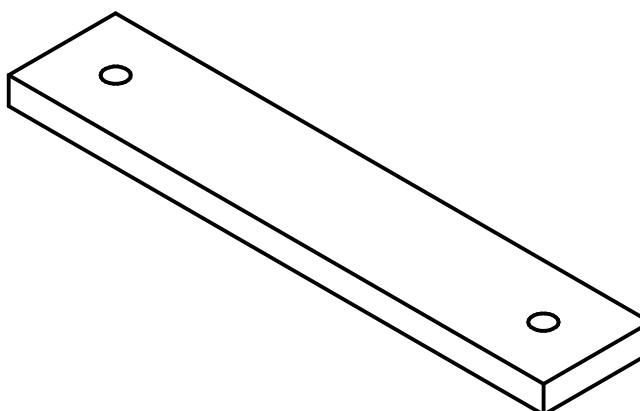
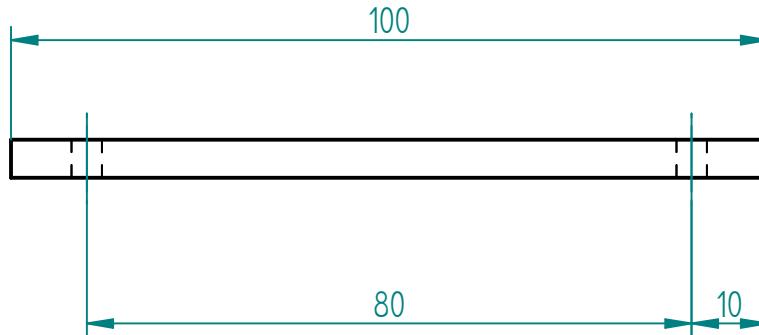
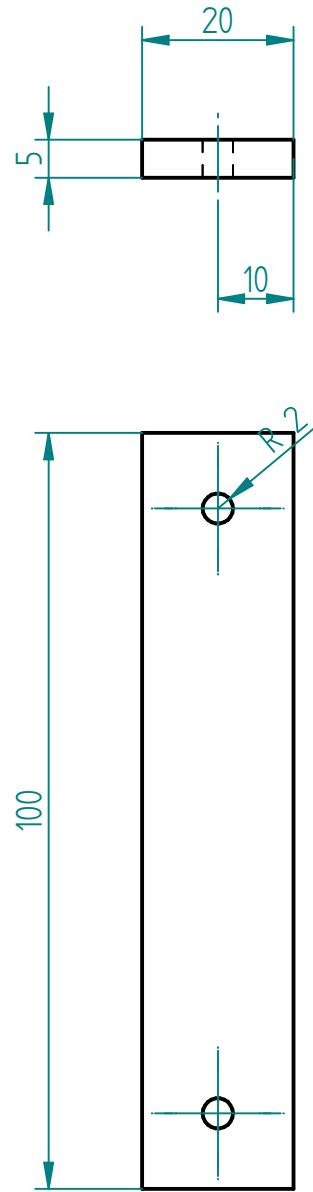
	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1				
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		Firma:	 Lista planos caso 1	
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 1	
			Archivo: Lista de planos.dft	
Escala: 1:1			Hoja 1 de 3	



	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	13/05/15		
Comprobado			Firma:	 Banda guía derecha
Aprobado 1				
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 1	
Archivo: Banda guía derecha caso 1.par				
Escala: 1:1			Plano 1 de 1	



	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	13/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	
Aprobado 2				Banda guía izquierda
 Universidad Zaragoza		A 4 Nº de Plano: 2		
Archivo: Banda guía izquierda caso 1.par				
Escala: 1:1			Plano 1 de 1	



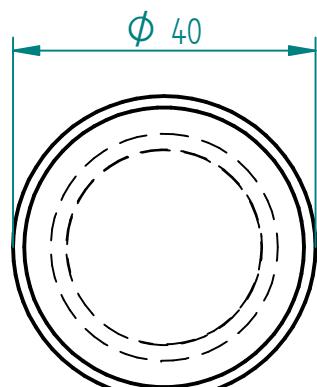
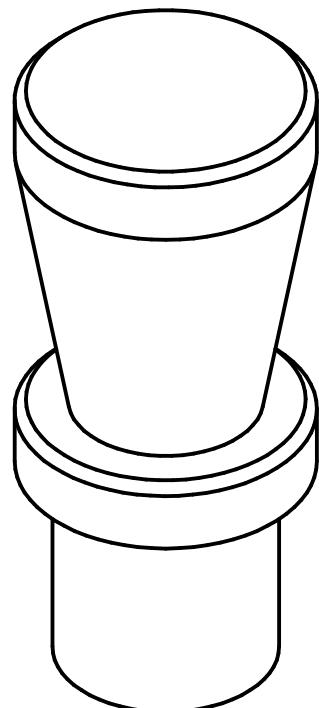
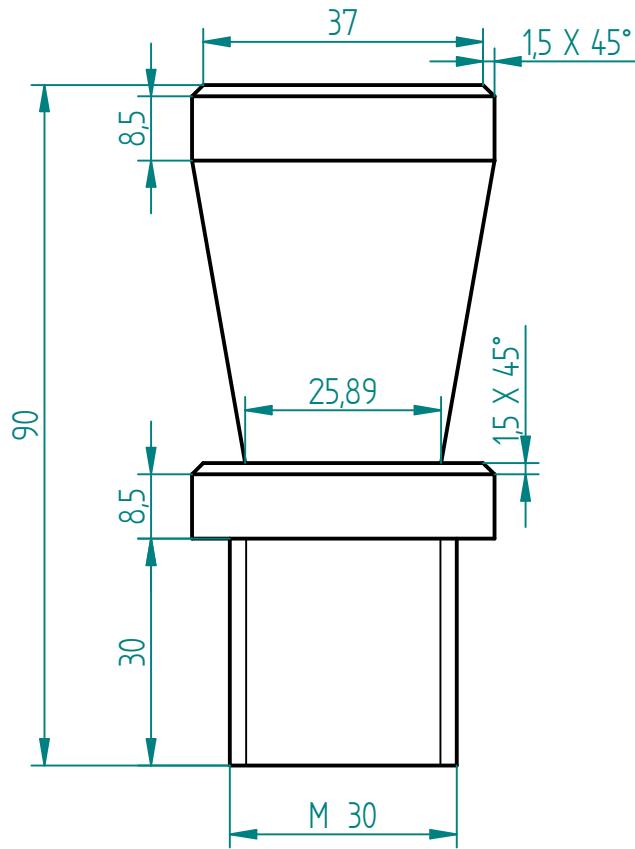
100

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	13/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	
Aprobado 2				Soporte entrada
			A 4	Nº de Plano: 10
			Archivo: Soporte entrada caso 1.par	
			Escala: 1:1	Plano 1 de 1

 Universidad
Zaragoza

Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

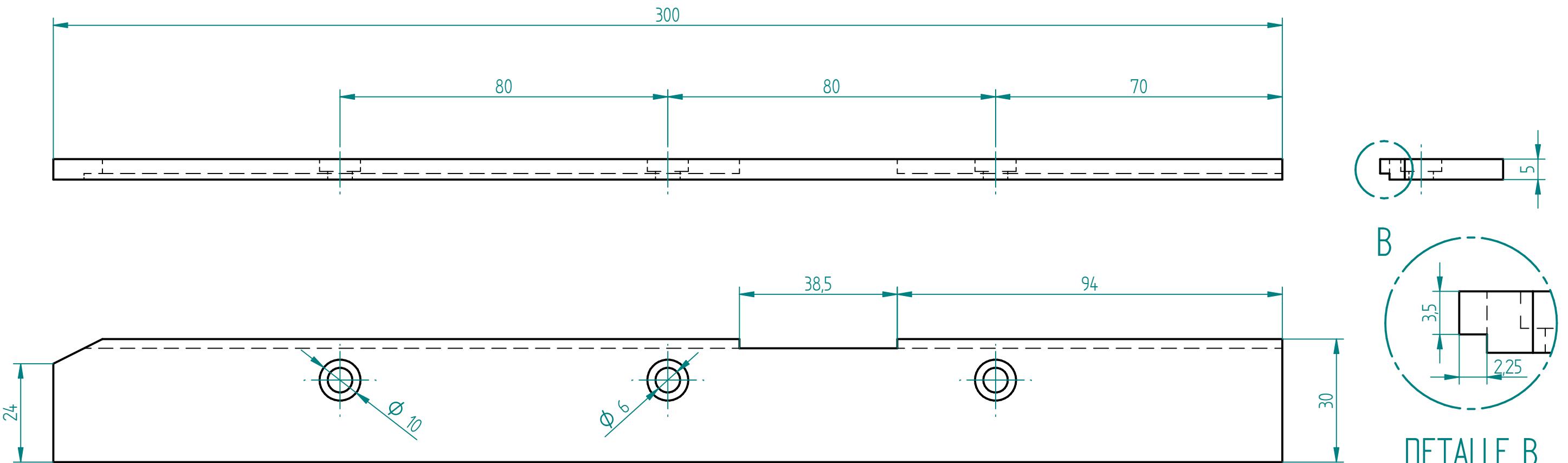


	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	13/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	Vástago
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 11	
Archivo: Vástago caso 1.par				
Escala: 1:1			Plano 1 de 1	

Lista de planos Caso 2

Nº	Nombre	Escala	Formato	Archivo
1	Placa base	1:2	A3	Placa base caso 2.par
2	Placa matriz	1:2	A3	Placa matriz caso 2.par
3	Placa sufridora	1:1	A3	Placa sufridora caso 2.par
4	Banda guía derecha	1:1	A3	Banda guía derecha caso 2.par
5	Banda guía izquierda	1:1	A3	Banda guía izquierda caso 2.par
6	Placa intermedia	1:2	A3	Placa intermedia caso 2.par
7	Placa pisadora	1:1	A3	Placa pisadora caso 2.par
8	Placa superior	1:2	A3	Placa superior caso 2.par
9	Placa portapunzones	1:2	A3	Placa portapunzones caso 2.par
10	Punzón agujeros	2:1	A4	Punzón agujeros caso 2.par
11	Punzón agujeros posicionamiento	2:1	A4	Punzón agujeros posicionamiento caso 2.par
12	Punzón U	1:1	A4	Punzón U caso 2.par
13	Sufridora superior	1:2	A4	Sufridora superior caso 2.par
14	Pieza final	2:1	A4	Pieza final caso 2.par

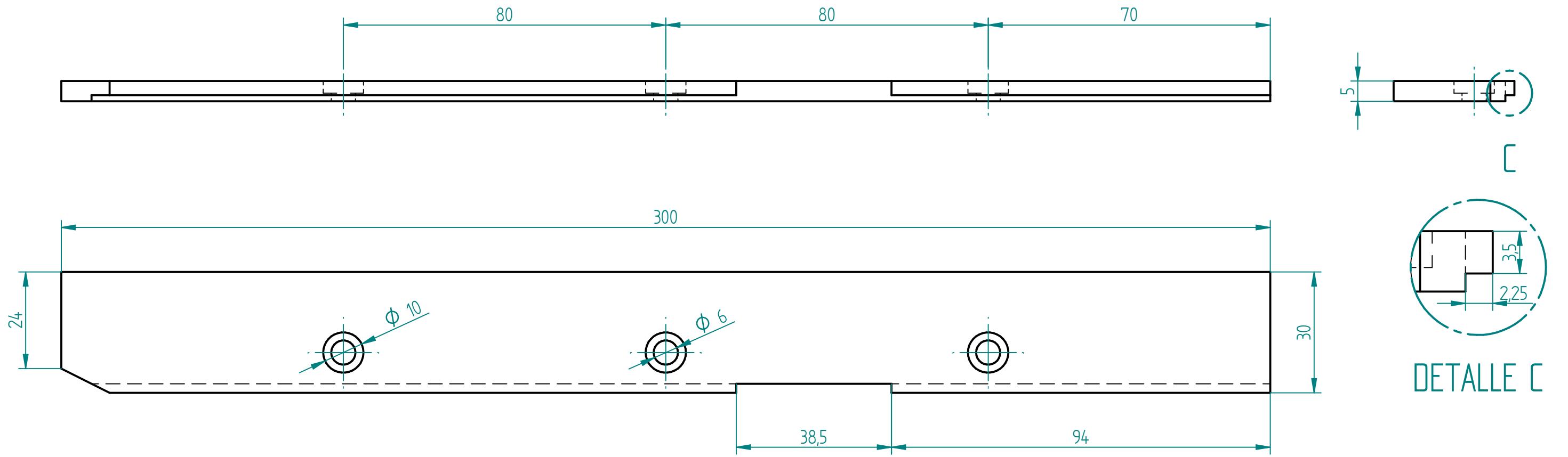
	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado			Firma:	 Lista planos caso 2
Aprobado 1				
Aprobado 2				
			A 4	Nº de Plano: 1
			Archivo: Lista de planos.dft	
			Escala: 1:1	Hoja 2 de 3



B
DETALLE B

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado			Firma:	
Aprobado 1				Banda guía derecha
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 3	Nº de Plano: 4	
Archivo: Banda guía derecha caso 2.par				
Escala: 1:1		Caso 2	Plano 1 de 1	



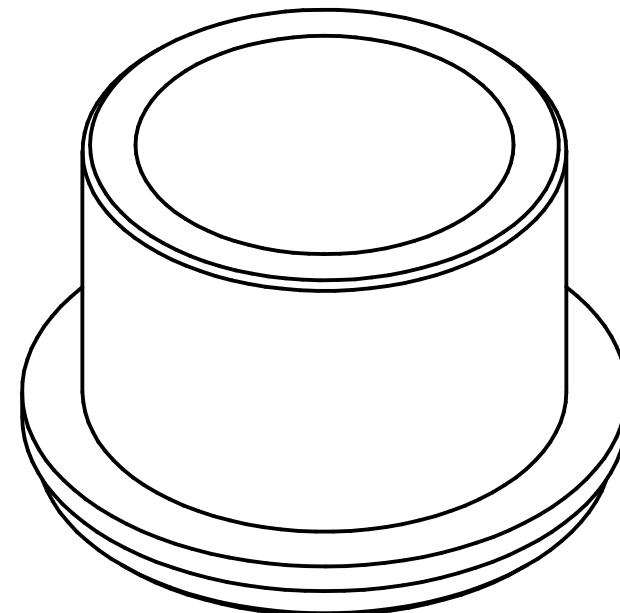
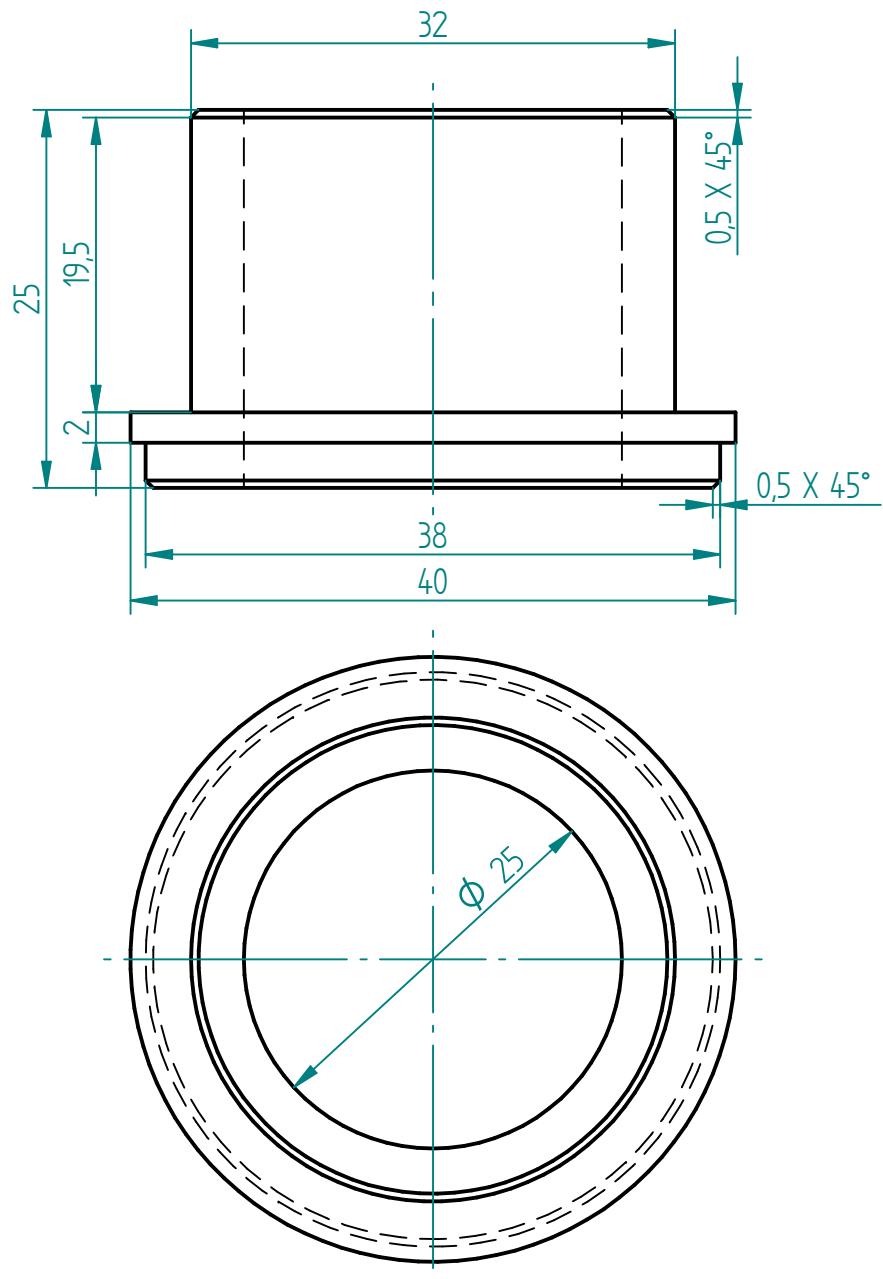
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado			Firma:	Banda guía izquierda
Aprobado 1				
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 3	Nº de Plano: 5	
Archivo: Banda guía izquierda caso 2.par				
Escala: 1:1	Caso 2		Plano 1 de 1	

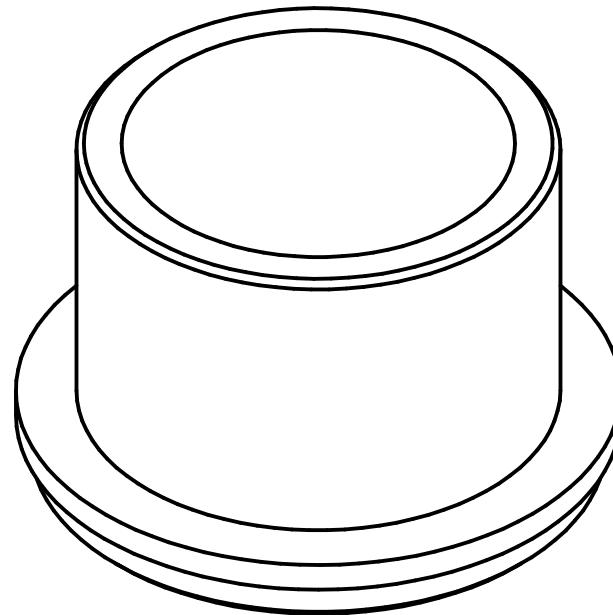
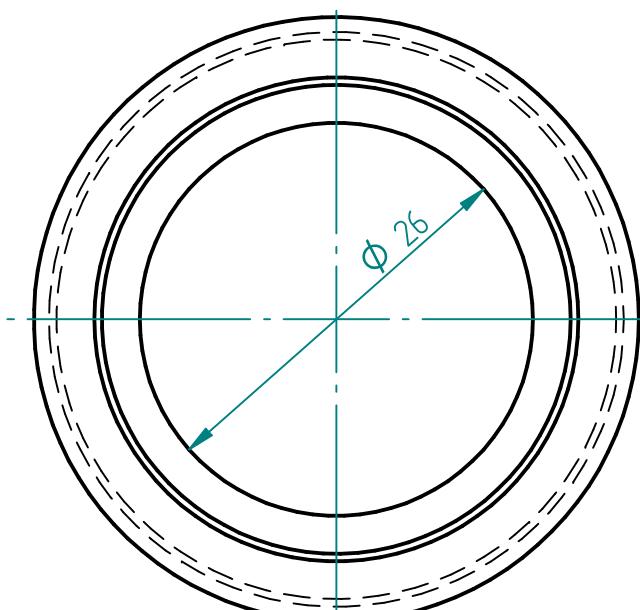
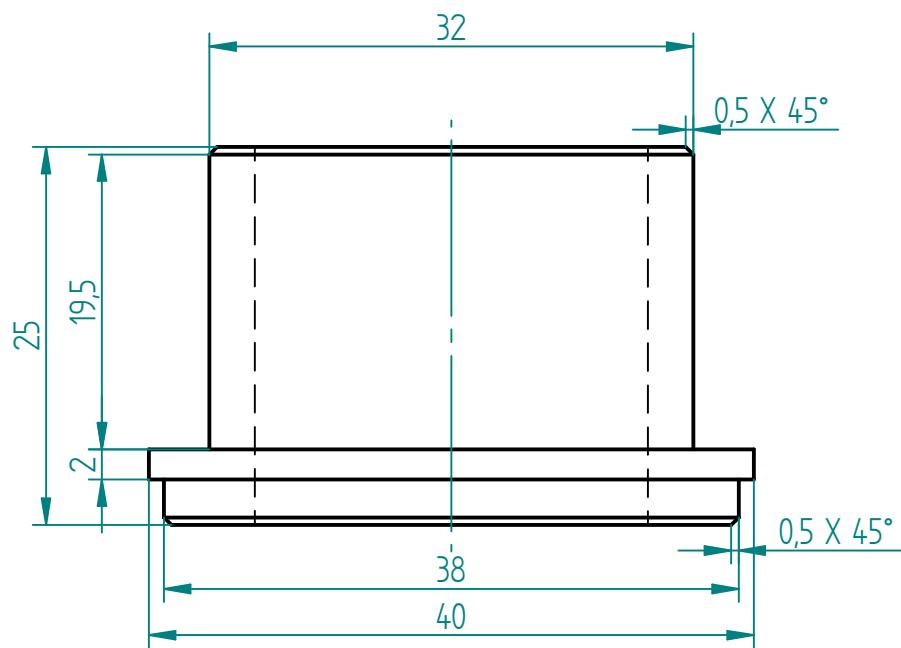
Lista de planos Utillaje

Nº	Nombre	Escala	Formato	Archivo
1	Casquillo 25mm	2:1	A4	Casquillo 25.par
2	Casquillo 26mm	2:1	A4	Casquillo 26.par
3	Pilar guía 25mm	1:2	A4	Pilar guía 25.par
4	Pilar guía 26mm	1:2	A4	Pilar guía 26.par
5	Resorte	2:1	A4	Resorte caso 2.par
6	Tornillo M6x10	5:1	A4	Tornillo M6x10.par
7	Tornillo M6x40	2:1	A4	Tornillo M6x40.par
8	Tornillo M4x8	5:1	A4	Tornillo M4x8.par
9	Tornillo M6x60	2:1	A4	Tornillo M6x60.par

	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1				
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza		Firma:	 Lista planos utillaje	
		A 4	Nº de Plano: 1	
			Archivo: Lista de planos.dft	
			Escala: 1:1	Hoja 3 de 3

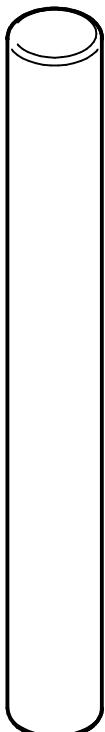
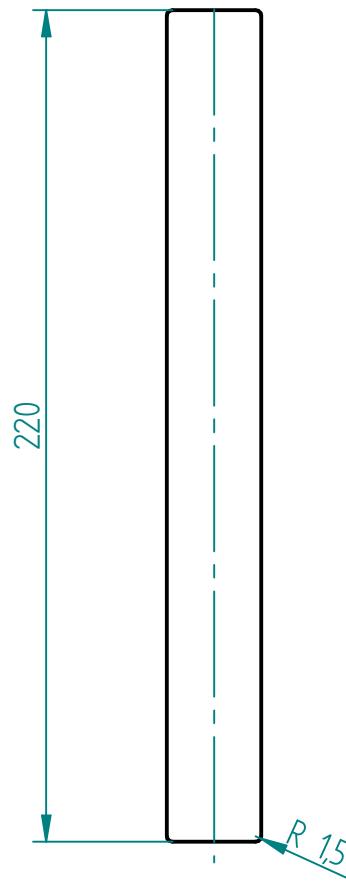


	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y cascos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	
Aprobado 2				Casquillo 25mm
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 1	
Archivo: Casquillo 25mm caso 2.par				
Escala: 2:1	Utilaje		Plano 1 de 1	

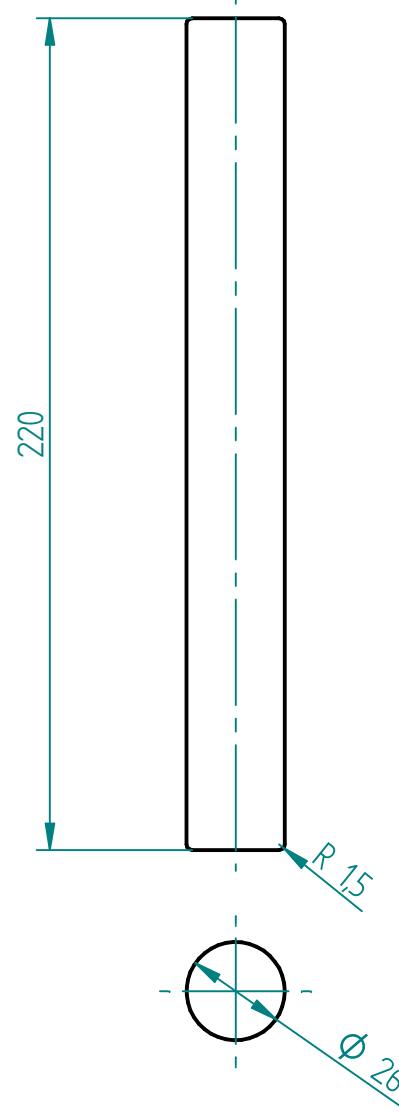


	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y cascos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	
Aprobado 2				Casquillo 26mm
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 2	
Archivo: Casquillo 26mm caso 2.par				
Escala: 2:1	Utilaje		Plano 1 de 1	

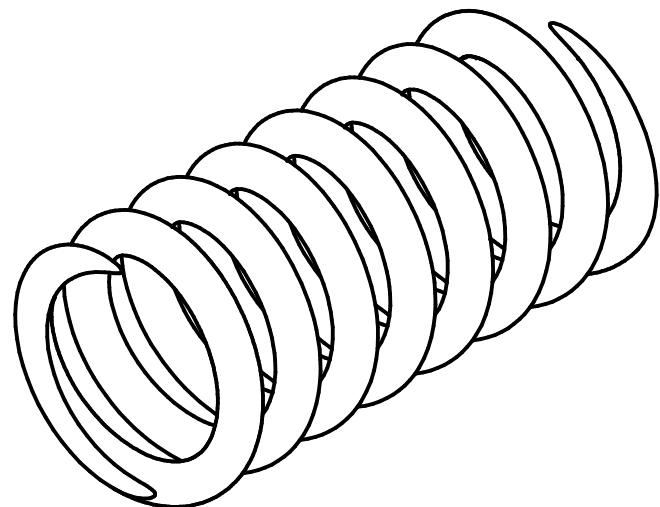
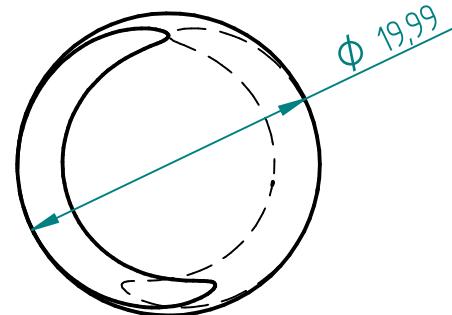
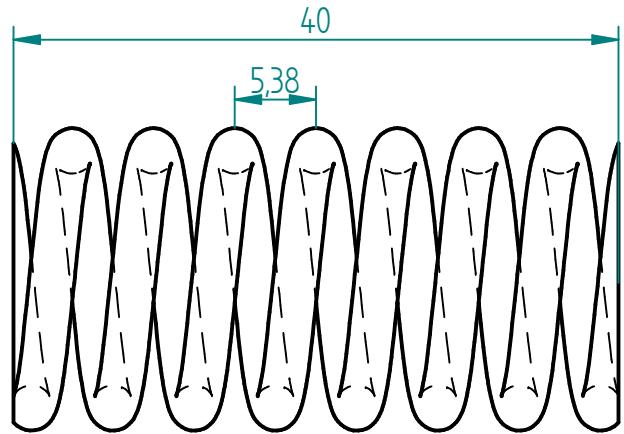
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



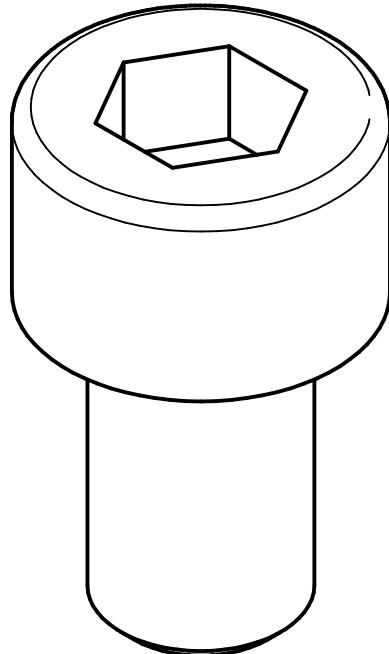
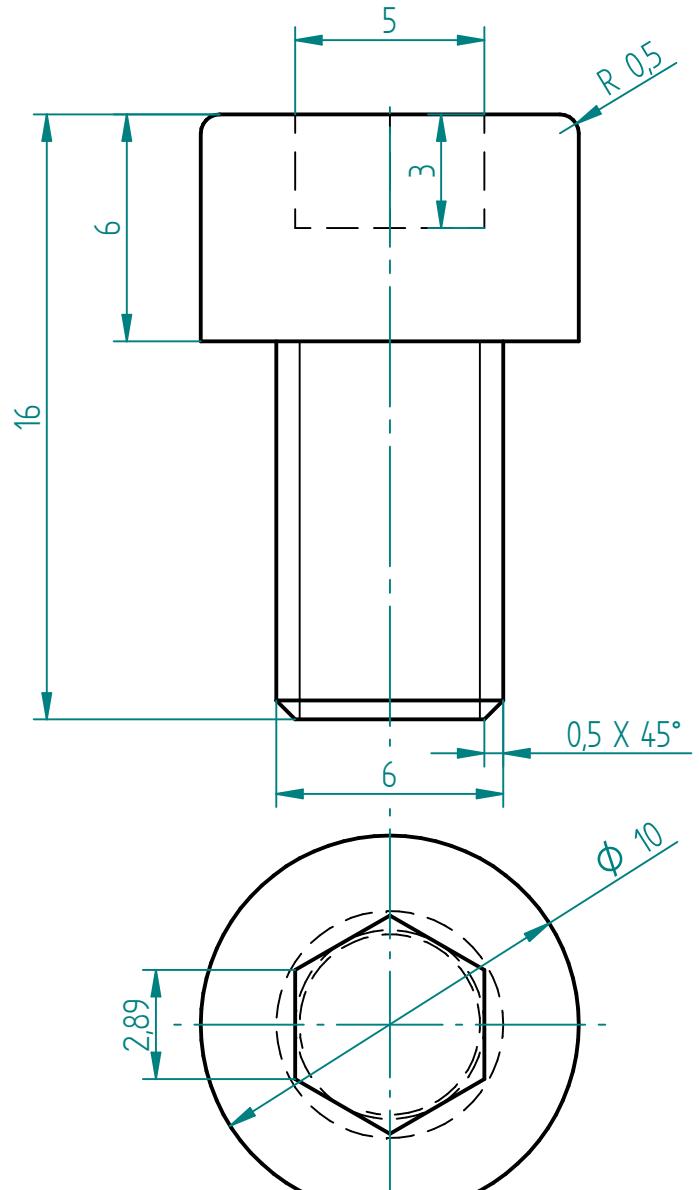
	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	 Pilar guía 25mm
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 3	
Archivo: Pilar guía 25mm caso 2.par				
Escala: 1:2		Utilaje	Plano 1 de 1	



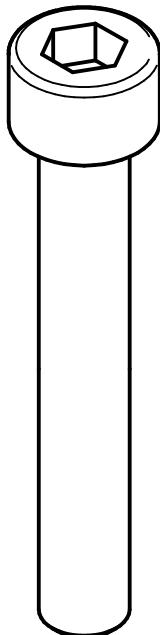
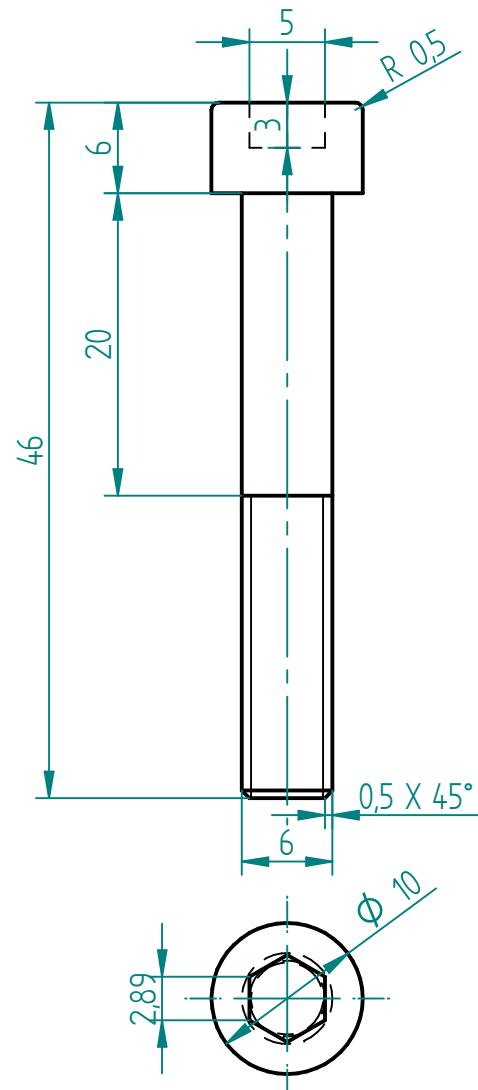
	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	 Pilar guía 26mm
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 4	
Archivo: Pilar guía 26mm caso 2.par				
Escala: 1:2		Utilaje	Plano 1 de 1	



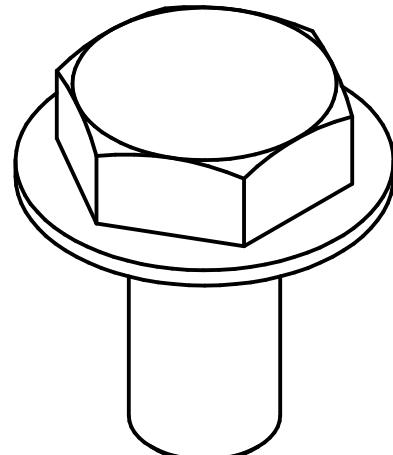
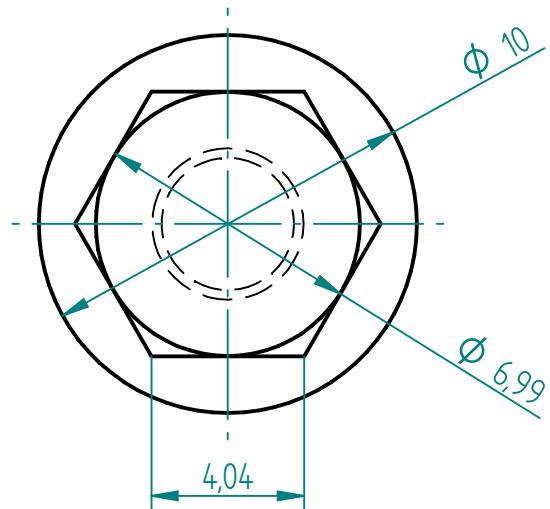
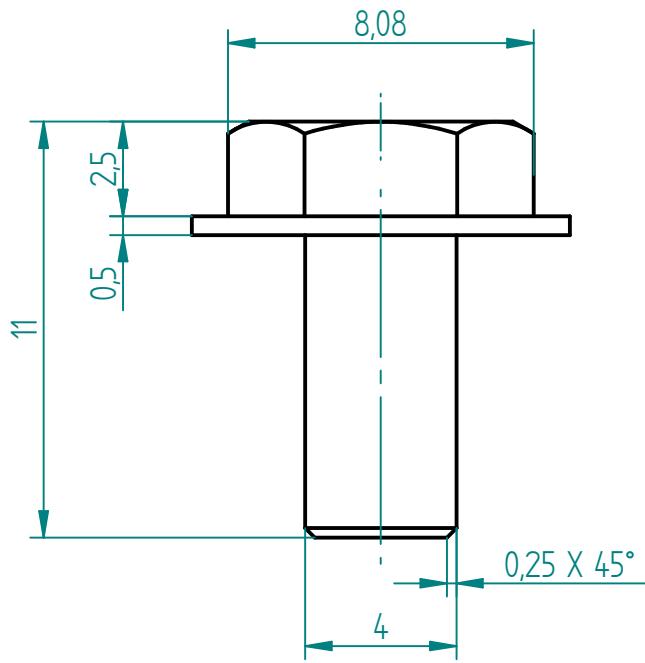
	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado			Firma:	Resorte
Aprobado 1				
Aprobado 2				
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 5	
Archivo: Resorte caso 2.par				
Escala: 2:1	Utilaje		Plano 1 de 1	



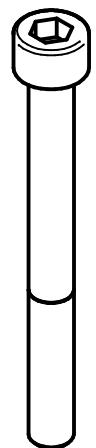
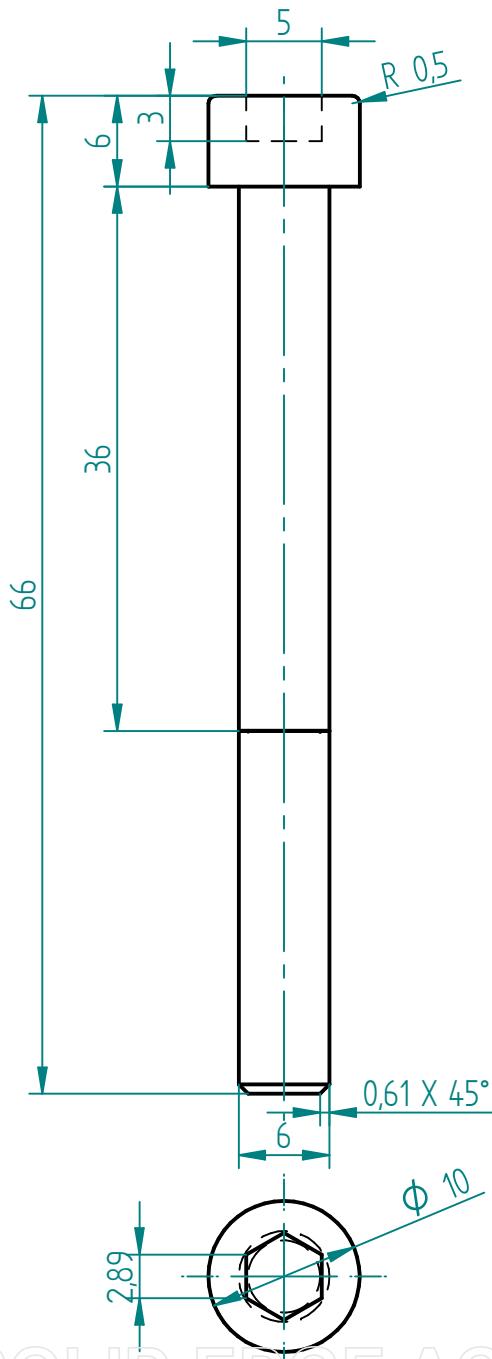
	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	
Aprobado 2				Tornillo M6x10
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 6	
Archivo: Tornillo M6x10 caso 2.par				
Escala: 5:1		Utilaje	Plano 1 de 1	



	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	
Aprobado 2				Tornillo M6x40
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 7	
Archivo: Tornillo M6x40 caso 2.par				
Escala: 2:1		Utilaje	Plano 1 de 1	



	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	
Aprobado 2				Tornillo M4x8
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 8	
Archivo: Tornillo M4x8 caso 2.par				
Escala: 5:1		Utilaje	Plano 1 de 1	



	Nombre	Fecha	PFC: Diseño de una matriz para corte de chapa y casos prácticos	
Dibujado	Aitor Huete	15/05/15		
Comprobado				
Aprobado 1			Firma:	
Aprobado 2				Tornillo M6x60
 Universidad Zaragoza		A 4	Nº de Plano: 9	
Archivo: Tornillo M6x60 caso 2.par				
Escala: 2:1		Utilaje	Plano 1 de 1	