



**Escola Politècnica Superior  
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# PROYECTO FINAL DE CARRERA

**TITULO:**

**DISEÑO Y CALCULO DE UNA MATRIZ PROGRESIVA PARA REALIZAR  
UNA GARRA PASACABLES POR ESTAMPACIÓN EN FRIO.**

**AUTOR:** Alberto Mariné Arce.

**TITULACIÓN:** Ingeniería Técnica Industrial. Especialidad Eléctrica.

**DIRECTOR:** Salvador Cuéllar Segarra

---

**TÍTULO: DISEÑO Y CALCULO DE UNA MATRIZ PROGRESIVA PARA REALIZAR UNA GARRA PASACABLES POR ESTAMPACIÓN EN FRIO.**

**COGNOMS: MARINE ARCE**

**NOM: ALBERT**

**TITULACIÓ:** Enginyeria Tècnica Industrial

**ESPECIALITAT:** Elèctrica

**PLA: 95**

**DIRECTOR:** Salvador Cuéllar Segarra

**DEPARTAMENT:** Expressió Gràfica

### **Resumen:**

Se trata de realizar el diseño y cálculo de una matriz progresiva de 9 estaciones o pasos con el fin de obtener una garra metálica pasa cables.

El plano de la pieza viene definido por el cliente, lo que nos definirá que tipo de chapa metálica debemos utilizar. Al igual que la cantidad de piezas a fabricar anualmente según necesidades previstas del cliente. Este punto es muy importante en lo que a la decisión de realizar la matriz se refiere, ya que ello nos define la amortización de la matriz o herramienta a fabricar.

Antes de la decisión de realizar dicha pieza mediante estampación en frío vía una matriz progresiva, se han estudiado las diferentes opciones existentes en el mercado.

El proyecto consta de una memoria descriptiva, un pliego de condiciones, unos planos y un presupuesto.

El diseño de la matriz se ha realizado utilizando Autocad como software de diseño. Se ha realizado en 3D a fin de favorecer la visibilidad y expresividad grafica de los diferentes componentes.

Se describirá todo el proceso productivo de los diferentes elementos constituyentes de la matriz al igual que materiales utilizados.

La principal motivación para la realización de este proyecto es analizar las opciones de fabricación teniendo en cuenta las actuales variables económicas y técnicas, las cuales se usan en diferentes sectores industriales como el de la automoción, informática, electrodoméstico y otros varios. A fin de poder diseñar una herramienta de fabricación la cual cumpla las necesidades del cliente en cuanto a calidad, durabilidad y coste.

**Palabras claves:**

PUNZÓN	SUFRIDERA	REGLES	PRENSA	
MATRIZ	CENTRADO	ARMAZÓN	PORTAPUNZON	

**HOJA INDICE DE LA MEMORIA.**

1- Objeto.....	5
2- Alcance del proyecto.....	5
3- Antecedentes, opciones constructivas.....	6
3.1 Matriz simple de estampación.....	6
3.2 Matriz progresiva.....	7
3.3 Mediante maquinaria.....	8
3.4 Resumen y conclusiones.....	9
4- Normas.....	10
5- Definiciones.....	11
5.1 Elementos constitutivos de la matriz.....	11
6- Cálculos.....	14
6.1 Cálculo de esfuerzos.....	14
6.1.1 Cálculos esfuerzos de corte.....	14

6.1.2 Cálculos esfuerzos doblado.....	15
6.1.2.1 Cálculo esfuerzo doblado en L.....	15
6.1.2.2 Cálculo esfuerzo doblado en U.....	16
6.1.3 Resumen cálculo de esfuerzos corte mas doblado.....	18
6.2 Cálculo resortes.....	19
6.2.1 Resortes extracción punzones.....	19
6.2.2 Resortes banda.....	20
6.2.3 Resortes postizos dobladores.....	20
7- Proceso productivo y elementos.....	21
7.1 Descripción operaciones de mecanizado.....	21
7.2 Fabricación elementos de la matriz.....	23
7.2.1 Base inferior.....	23
7.2.2 Sufridera inferior zona corte.....	24
7.2.3 Sufridera inferior zona doblado.....	25
7.2.4 Placa matriz zona corte.....	26
7.2.5 Placa matriz zona doblado.....	27
7.2.6 Guia tira banda.....	27
7.2.7 Pisador zona corte.....	29
7.2.8 Pisador zona doblado.....	30
7.2.9 Placa porta punzones zona corte.....	30
7.2.10 Placa porta punzones zona doblado.....	31
7.2.11 Punzones.....	32
7.2.12 Placa sufridera superior zona corte.....	35
7.2.13 Placa sufridera superior zona doblado.....	36
7.2.14 Base superior.....	36
7.2.15 Equilibradores de picada.....	38
8- Sistema de sujeción de la matriz a la prensa.....	40
9- Anexo Planos.....	
10- Anexo Presupuesto y amortización.....	
10.1 Presupuesto .....	1
10.2 Amortización.....	12
11- Anexo Pliego condiciones. ....	
11.1 Especificaciones materiales a utilizar.....	2
11.2 Especificaciones de diseño de la matriz.....	2
11.2.1 Especificaciones dimensionales. ....	2
11.2.2 Cotas para sujeción en prensa.....	2
11.2.3 Evacuación de retales.....	3
11.2.4 Seguridad de la matriz.....	3
11.2.5 Lubricación de la matriz.....	3
11.3 Garantías de la matriz. ....	3
11.4 Requerimientos de homologación.....	4
11.5 Condiciones de pago.....	4
11.6 Penalizaciones.....	5
11.7 Legislación. ....	5
12- Bibliografía.....	41

---

## **Introducción**

### **1º- Objeto del proyecto:**

El objeto del proyecto es el diseño y calculo de una matriz progresiva para obtener una garra pasa cables mediante estampación en frío de una chapa metálica con unas propiedades determinadas.

### **2º- Alcance del proyecto**

El alcance del proyecto es el diseño y calculo de la matriz anteriormente descrita al igual que las medidas propias de seguridad para garantizar la funcionalidad de la misma.

Definición de que tipo de prensa es necesario para la producción de esta pieza al igual que la debanadora y alimentador neumático necesario.

Se realizara la descripción del proceso productivo de cada elemento de la matriz, excepto en los casos en que sea material comercial o MCR (material de consumo y reposición).

No entraremos en el diseño de la prensa ni del sistema de alimentación, sino que tomaremos las opciones de productos existentes en el mercado las cuales se adapten a nuestra necesidad.

### **3º- Antecedentes:**

Para la realización de dicha pieza podemos diseñar o escoger diferentes procesos productivos, si enumeramos las posibilidades actuales tendríamos las siguientes:

#### **Mediante herramienta.**

**3.1 Matriz de estación simple** (significa el diseño de una matriz para la realización de cada paso necesario a fin de poder obtener el resultado final). En este caso necesitaríamos una matriz completa de corte para obtener el desarrollo necesario a fin de poder seguidamente proceder a las operaciones de doblado.

El problema que tendríamos en este caso seria el realizar el diseño de una matriz de doble efecto en la cual cortaríamos el desarrollo mediante el punzón situado en la parte inferior de la matriz y mediante una placa matriz extractora procederíamos a la extracción de la pieza ya que la placa matriz quedaría por encima del nivel del punzón. Al realizar el diseño del punzón de una sola pieza, se nos producirán unos puntos críticos de geometría los cuales con mucha seguridad nos romperán los cantos vivos del punzón (geometría a 90º o muy poco radio).

Una vez tenemos el desarrollo en plano, tenemos que realizar la construcción de los moldes dobladores del desarrollo, a fin de poder obtener la geometría descrita por el cliente. Esto significa el construir 2 moldes dobladores o uno de 2 estaciones.

El principal problema que tiene esta opción es el coste de la manipulación de las piezas de una matriz a otra a parte de la generación de stocks intermedios lo cual va en contra de los conceptos LEAN imperantes en todos los sectores industriales ya que favorece el descontrol del proceso productivo y peligros en cuanto a términos de calidad se refiere (mezclado de piezas a falta de alguna operación, falta de piezas y otras incidencias que pueden surgir).

Al ser volúmenes altos de producción, el factor manipulación tiene un impacto vital en el coste de la pieza.

Si realizamos una simulación del coste MOD (mano de obra directa). Tenemos que:

Para la operación de corte del desarrollo necesitamos un operario con 100% dedicación. Tomando como promedio de coste hora en el país de 16 €/hora para un trabajador sin un alto grado de especialización.

Para dicha operación tomamos una productividad de 40 piezas por minuto. Contando que tiene que aprovisionarse el material más los coeficientes de fatiga correspondientes y suponiendo que trabaja a actividad 100 (ritmo normal cronometrado, operario a ritmo normal). Tenemos el siguiente resultado:

Coste operario hora = 16 €/hora.  
Productividad hora= 40 piezas minuto.

Coste MOD (Mano de obra directa) por pieza = 0.0066 € por pieza.

Si le aplicamos la misma relación pero para la operación de doblado pero modificando la productividad (será inferior por tener más manipulación) obtenemos los siguientes datos:

Coste operario hora = 16 €/hora.  
Productividad hora= 30 piezas minuto

Coste MOD por pieza = 0.0088 € por pieza.

Por lo que para realizar dicha operación en términos puramente productivos (sin contar la logística interna ni stocks intermedios) tenemos:

Coste total = 0.0066€ + 0.0088€ = 0.0154 €/pieza.

**3.2 Matriz progresiva.** Consiste en una matriz la cual esta compuesta o formada por diferentes estaciones o pasos.

En cada uno de estos pasos generalmente se produce una operación determinada como puede ser:

Corte, doblado, embutido, roscado. Remachado, etc....

Si utiliza normalmente para producciones con volúmenes elevados ya que el coste de la herramienta suelen ser elevados por la complejidad de construcción. A nivel de ventajas es que obtenemos la pieza totalmente acabada reduciendo totalmente la mano de obra y permitiendo trabajar a la matriz en prensa sin saturación de personal, normalmente utilizamos personal para cambios de bobina, realizar autocontroles y otras comprobaciones. Lo que supone poder saturar a un operario con varias

maquinas reduciendo el impacto del coste MOD en la pieza. Ya que se reparte entre todas las maquinas que puede gestionar.

El funcionamiento básico de una matriz progresiva consiste en la introducción de una banda metálica por los regles de entrada hasta realizar tope físico con los dispositivos diseñados a tal efecto. Seguidamente mediante impacto de los punzones y diferentes elementos los cuales realizan operaciones se perfora o dobla la chapa según lo diseñado.

Una vez realizado un ciclo mediante sistema de alimentación, la banda avanza la distancia definida (lo que se conoce como paso).

Se repite dicha operación hasta que la banda ha pasado por todas las estaciones de la matriz y se obtiene la pieza acabada, es entonces cuando se puede dejar en ciclo continuo de trabajo para que en cada ciclo obtengamos la pieza deseada y trabajemos con continuidad hasta que la bobina se acabe o hasta que obtengamos la producción planificada.

Simulación de coste.

El disponer de una matriz progresiva nos permite el obtener la pieza acabada en un solo centro de trabajo y con un solo operario. El cual no tiene saturación del 100% en dicha prensa. La productividad nos viene definida por los golpes minuto posibles en prensa dependiendo de recorridos a realizar por la prensa excéntrica.

En este caso y por las características de la pieza y matriz se puede trabajar a una carencia de 60 golpes por minuto en prensa. Suponiendo que la prensa esta completamente amortizada y que el valor residual contable no afecta al calculo. Tenemos que:

Coste operario = 16 €/hora (60% saturación). 9.6 €/hora.

Productividad 120 piezas/minuto x 60 minutos hora = 7200 hora.

Coste total = 9.6€ / 7200 piezas hora = 0.0013 €/pieza.

### **3.3 Mediante maquinaria.**

En este caso tendríamos que plantear la opción de:

#### **Corte por láser + posterior doblado.**

Esta opción consiste en realizar el corte del desarrollo necesario para conseguir la pieza mediante corte por láser, Para ello es necesaria la utilización una maquina de corte por láser. Dicha maquina funciona por la emisión de un haz de luz el cual produce el corte en la chapa. Se puede regular la potencia del láser mediante diferentes boquillas y mediante software de maquina. Se introduce mediante CAD la geometría a cortar y mediante la introducción de sabanas de chapa metálica se

produce a cortar teniendo en cuenta las dimensiones de las sabanas y las repeticiones programadas.

Seguidamente procedemos a la extracción de los desarrollos para almacenarlos en espera de realizar la operación de doblado a fin de obtener la pieza final acabada.

En este caso tenemos los costes de utilización de la maquina (Tasa) los cuales son bastantes altos, debido a los altos costes de mantenimiento. Al igual que mucha manipulación de sabanas metálicas. No es un flujo continuo con los problemas de trazabilidad y calidad nos puede generar. Seguidamente hay que proceder a la fase de doblado mediante dobladores los cuales tienen un coste productivo a parte de la saturación de MOD.

En este caso el calculo del coste productivo sería de cortar por maquina láser las sabanas de material, con la posterior recogida de las pieza. Por lo que si contamos la saturación del operario es mas alta que en la matriz progresiva. (Alrededor del 70%). Los tasas horarias de una maquina láser son mas altas que las de una prensa excéntrica normal mas su correspondiente alimentador.

La carencia del corte por láser depende de la dureza del material, de su espesor y del perímetro a cortar. Por lo que por esta geometría se refiere podemos tomar 1 segundo por pieza.

Seguidamente tenemos la operación de doblado. Tomaremos los valores calculados en la primera opción, por lo que tenemos:

Corte por Láser: 60 piezas minuto \* 11.2€ hora (16€ al 70% saturación). = 0.0031 € pieza.

Fase doblado= 0.008 € pieza.

Coste productivo= 0.0031€+ 0.008€ = 0.011 € pieza.

### **3.4 Resumen:**

Matrices individuales 2 operaciones= 0.0154 €/pieza

Matriz progresiva = 0.0026 €/pieza (83.11% mas barato que caso 1).

Láser + útil de doblado= 0.011 €/pieza. (28.57% mas barato que caso 1).

Después de analizar las diferentes opciones en términos de costes, calidad y flujos productivos se toma la decisión de realizar dicha pieza mediante una matriz progresiva.

#### 4. Normas y definiciones.

En este caso se trata de una garra pasacables. El diseño de la pieza viene dado por el cliente el cual nos especifica materiales y dimensiones de la pieza.

El material definido por el cliente es acero según norma:

EN 1011(98)= DD11 10332

UNE 36-093(91)= AP11

DIN 1614(86)= Stw22

NF A 36-301/92(92)= 1C

BS 1449/91(91)= HR3

ASTM (96)= A569HRCQ

JIS G 3131(96)= SPHC

Las propiedades de este acero son específicas para la embutición y conformación en frío.

La composición y características de este material son las siguientes:

##### **Composición química según EN10111:**

**$C \leq 0,12$   $Mn \leq 0,6$   $P \leq 0,045$   $S \leq 0,045$**

##### **Características mecánicas según EN10111:**

$Re(N/mm^2)$  170-360

$Rm(N/mm^2) \leq 440$

$A80(\%) \geq 23$

$A5(\%) \geq 28$ .

El campo de aplicación de estos aceros va desde el plegado y la embutición ligera hasta la realización de las piezas mas complicadas con embuticiones profundas, pero para estos casos es mas adecuado el uso del acero tipo DD14.

El espesor del material es de 1m.m el volumen total de la pieza es de 305,1267 m.m<sup>3</sup>.

El ancho de banda o bobina el cual tendremos que utilizar será de 86 m.m el peso máximo de la bobina estará condicionado por el peso admisible de la debandadora la cual va a ser utilizada, pero generalmente se suministran en bobinas de 600-800 Kg. para este espesor de banda

El cliente nos facilita la geometría en 3D de la pieza a fabricar.

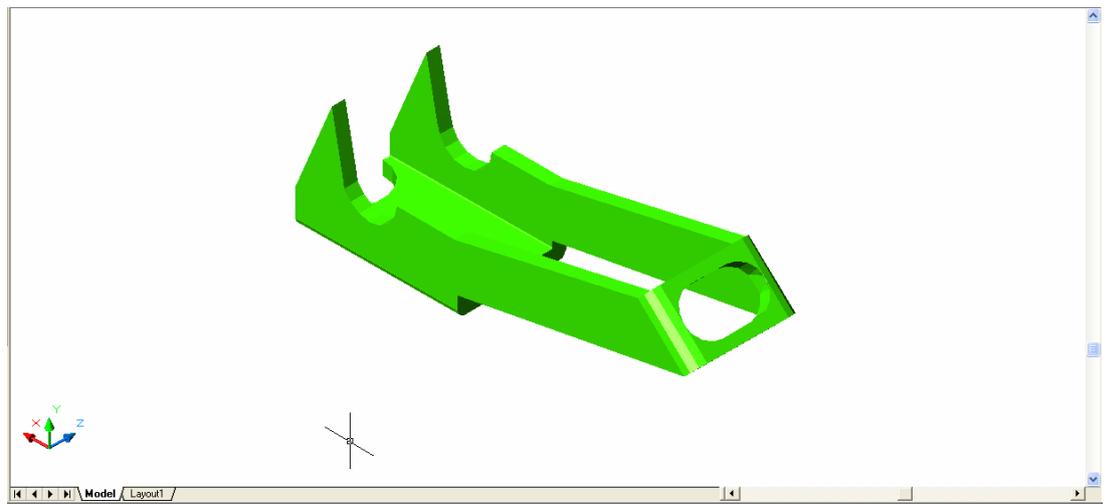


Imagen pieza a fabricar

Para el montaje de la matriz en prensa nos regiremos según las especificaciones de las prensas que el fabricante dispone a nivel de dimensiones de platos puntos de anclaje y caídas de retales.

Los sistemas de alimentación al igual que la prensa escogidos para la producción de dicha referencia serán descritos y analizados posteriormente.

Podemos finalizar los requisitos del cliente en cuanto a la pieza y especificaciones. Seguidamente nos focalizaremos en el diseño de la matriz propiamente.

## 5- Definiciones:

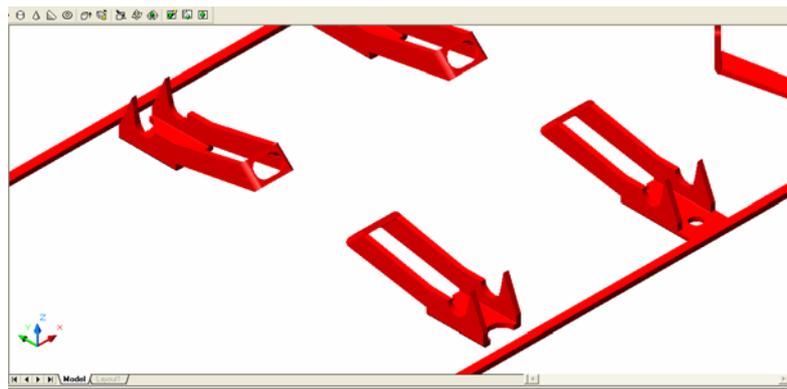
En este apartado trabajaremos la definición de los elementos por lo que podemos diseñar y dimensionar de la matriz.

### 5.1 Elementos constitutivos de la matriz.

Lo primero que tenemos que realizar es el estudio de banda. El estudio de banda es la definición gráfica de cómo vamos a obtener la pieza definiendo los pasos necesarios. Se parte del cálculo del desarrollo de la pieza.

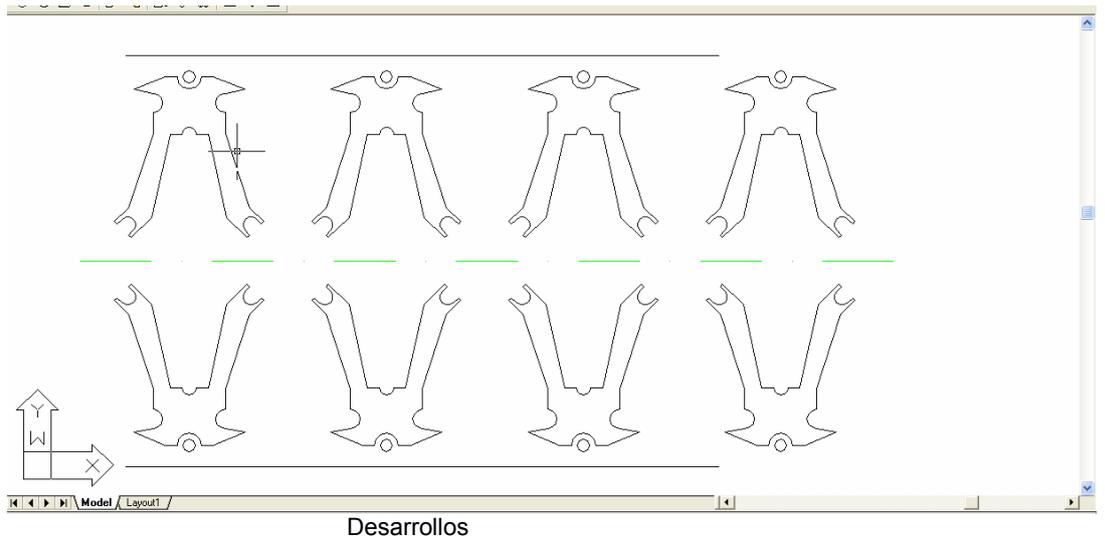
El desarrollo de la pieza es el despliegue de la pieza y la proyección en plano. Para ello se toma la fibra neutra de la pieza en su espesor. La fibra neutra la consideramos a  $1/3$  del espesor de la pieza. Ej. En nuestro caso si el espesor de nuestra pieza es de 1m.m tenemos que calcular la distancia equidistante de la pieza a 0,33 m.m de espesor. La longitud total resultante será el largo del desarrollo y realizando la misma operación en el ancho de la pieza obtendremos el rectángulo definitorio de la pieza.

Seguidamente proyectamos dicho desarrollo en el plano de trabajo. En nuestro caso realizaremos 2 piezas por golpe de prensa a fin de compensar los esfuerzos. Las piezas estarán distribuidas una en frente de otra según muestra el dibujo:



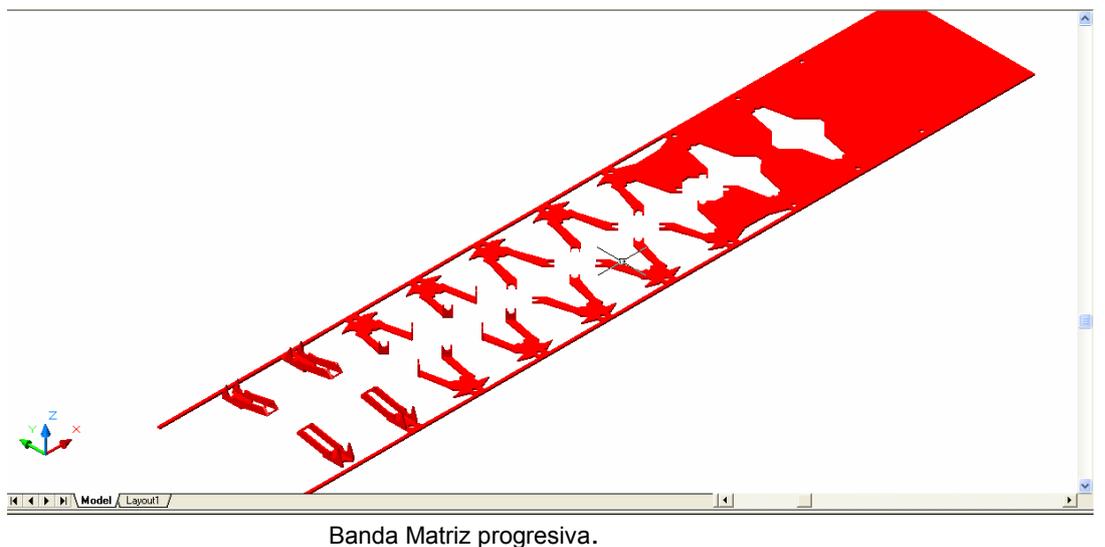
Situación de piezas

A partir de aquí empezamos a desdoblar los pliegues de la pieza hasta que nos quede su geometría en plano.



Seguidamente definimos los pasos a realizar para la obtención de la pieza al igual que la definición de la geometría de los punzones teniendo en cuenta los puntos críticos en cuanto a radios y cantos vivos.

Una vez finalizado obtenemos el estudio de banda el cual será el resultado de los pasos definidos para la obtención de la pieza.



Después de haber realizado el estudio de banda, podemos empezar a acotar dimensiones de los diferentes elementos que van a constituir la matriz progresiva. Antes de entrar en el diseño de cada elemento realizaremos un listado de los mismos.

Empezando desde la parte más inferior hacia la superior tendríamos:

- 1- Base inferior.
- 2- Placa sufridera inferior zona corte
- 3- Placa sufridera inferior zona doblado.
- 4- Placa matriz zona corte
- 5- Placa matriz zona doblado.
- 6- Guías de bandas.
- 7- Pisador zona corte
- 8- Pisador zona doblado.
- 9- Placa porta punzones zona corte.
- 10-Placa porte punzones zona doblado
- 11-Punzones, centradores y dobladores.
- 12-Placa sufridera superior zona corte.
- 13-Placa sufridera superior zona doblado

- 14-Base superior.
- 15- Tornilleria, pasadores y resortes, detectores de presencia por muelle, limitadores y varios.

## **6- Cálculos.**

En dicho apartado se procederá al cálculo de esfuerzos requeridos para el dimensionado de los diferentes componentes.

### **6.1 Calculo de esfuerzos.**

Previamente al diseño de los diferentes elementos tenemos realizar el cálculo de los esfuerzos de corte y de doblado en la matriz. El resultado de dicho cálculo será el tonelaje mínimo que necesitaremos para poder realizar la pieza.

#### **6.1.1 Calculo esfuerzo de corte**

En referencia al cálculo de tonelaje por esfuerzo de corte el algoritmo a utilizar seria el siguiente:

$$kN = \frac{(\text{Perímetro a cortar} \times \text{Espesor} \times \text{Esfuerzo de corte})}{1000}$$

En la siguiente tabla podemos ver los esfuerzos de corte para los diferentes tipos de materiales usados normalmente para la estampación en frío.

Para el esfuerzo de corte se suelen aplicar los siguientes valores

Aluminio 20 – 25 Kg/mm<sup>2</sup>  
Acero 37 – 45 Kg/mm<sup>2</sup>  
Inoxidable 60 – 70 Kg/mm<sup>2</sup>

En nuestro caso el material a utilizar es un acero AP-11 por lo Tomaremos los valores del acero y concretamente tal y como Recomienda por motivos de seguridad el valor más alto del rango de valores. Por lo que nuestro esfuerzo de corte será de 45 Kg./mm<sup>2</sup>.

Tenemos un perímetro total de corte de 604,08 mm. Por lo que el tonelaje necesario para el corte será:

$$kN = (604,08 \text{ m.m} \times 1 \text{ m.m} \times 45 \text{ kg/m.m}^2) / 1000 = \mathbf{27,1836 \text{ kN}}$$

Otro esfuerzo el cual tenemos que calcular es de extracción. Fext es la fuerza de extracción de la pieza, ya que la tira de chapa o banda se queda enganchada al punzón y debemos hacer una fuerza suplementaria al subir el punzón mientras presionamos con extractores o placa pisadora.

Fext= (2-7)%Fcorte siendo la fuerza de corte la calculada anteriormente por lo que por seguridad tomaremos un 7% del valor de la fuerza de corte:

$$F_{ext} = 7\%F = 7\%27,1836 \text{ Tn} = \mathbf{1,902 \text{ kN}}$$

Por lo que la fuerza total en zona de corte viene dada por la resultante de:

$$F_{total \text{ zona corte}} = F_{corte} + F_{ext} = 27,1836 + 1,902 = \mathbf{29,0856 \text{ kN}}$$

### 6.1.2 Calculo esfuerzo doblado.

Para la fuerza de doblado, en nuestro caso debemos realizar dos tipos de cálculo en función del tipo de doblado.

Tenemos 3 tipos de doblado V,L,U en nuestro caso tenemos que aplicar el calculo para doblado en L y U.

Para el doblado de las patas laterales aplicamos el tipo L.

### 6.1.2.1 Calculo esfuerzo doblado en L

Fuerza requerida para la transformación:

$$PL = \frac{0.33 \cdot (\sigma_B \cdot w \cdot t^2)}{1000 \cdot L}$$

Donde:

PL = Fuerza requerida para la transformación en kN

$\sigma_B$  = Resistencia a la tensión [kgf/mm<sup>2</sup> o APA]

w = Longitud del doblado. [mm]

t = Espesor del material. [mm]

L = Distancia entre radio de matriz y punzón en m.m

L = r<sub>1</sub>+r<sub>2</sub>+t [mm]

Por lo que la fuerza resultante es = **0.4082 kN**

La fuerza del pisador necesario en este caso viene determinada por:

P<sub>b</sub>=PL/6 por lo que obtenemos P<sub>b</sub>=0,4082/6= **0.068 kN**.

Por lo que la fuerza total necesaria sería:

PLT = (PL+P<sub>b</sub>) = (0,4082+0,068) = **0.4762 kN**.

En nuestro caso tenemos que multiplicar por 2 ya que tenemos 2 piezas y dichos cálculos son para una pieza.

Por lo que obtenemos una resultante:

F<sub>total doblado en L</sub> = 0.4762.2 = **0.9524 kN**.

Seguidamente vamos a calcular la energía necesaria para poder realizar dicho doblado en "L". El algoritmo de cálculo viene dado por:

$$E_b = P_{bt} \cdot h \cdot K^2$$

Donde;

E<sub>b</sub> = Energía necesaria de doblado (J)

P<sub>bt</sub> = Fuerza total de doblado (kN)

h = Carrera del punzón en (m.m)

K<sup>2</sup> = constante de valor 0.6 adimensional.

Por lo que tenemos el siguiente resultado:

$E_b = 0.9524 \times 8.6 \times 0,6 = \mathbf{4.9143 \text{ J}}$ . Energía necesaria para el doblado en "L"

Si queremos seleccionar una prensa para realizar esta operación, tenemos que considerar lo siguiente:

$P_{bd} = 1.5 \times P_{bt} = 1.5 \cdot (0.9524) = \mathbf{1.4286 \text{ kN}}$ .

$E_{bd} = 1.5 \times E_{bt} = 1.5 \cdot (4.9143) = \mathbf{7.37145 \text{ J}}$ .

Por lo que podemos decir que en este tipo de doblado necesitamos una prensa con una fuerza de 1.4286 kN y una energía de 7.37145 J

### 6.1.2.2 Calculo esfuerzo doblado en U

Seguidamente pasamos a realizar el cálculo de la fuerza de doblado en U. la cual viene dada por el siguiente algoritmo:

$P_u = (K3 \cdot \sigma_b \cdot t \cdot w) / 1000$

Donde:

$P_u$  = fuerza necesaria para doblado en U. (kN)

$K3$  = constante con valor de 0.4

$\sigma_u$  = Resistencia a la tensión. (Kg/mm<sup>2</sup>)

$t$  = espesor de la pieza. (m.m)

$w$  = longitud de la dobléz. (m.m)

Por lo que obtenemos el resultado unitario de una pieza de:

$P_u = (0.4 \times 386.1 \cdot 12) / 1000 = \mathbf{1.8528 \text{ kN}}$ .

Tenemos que multiplicar por 2 ya que tenemos 2 piezas por lo que obtenemos:

$P_{ut} = \mathbf{3.7056 \text{ kN}}$ .

La fuerza del pisador necesaria viene dada por:

$P_{up} = (1/4 \sim 1/3) \cdot P_{ut} = 0.333 \times (3.7056) = \mathbf{1.2352 \text{ kN}}$ .

$P_{ut} =$  Fuerza total de doblado en U =  $(P_{ut} + P_{up}) = 3.7056 + 1.2352 = \mathbf{4.9408 \text{ kN}}$ .

Ahora tenemos que calcular la energía necesaria para poder realizar el doblado en U. Dicho cálculo viene dado por el siguiente algoritmo:

$E_u = P_{ut} \cdot h_u \cdot K4$

Donde:

Eu= energía necesaria para realizar el doblado en U.(J)  
Put= Fuerza total del doblado en U.(kN)  
hu= Carrera del punzón de doblado. (m.m)  
K4= constante de valor 0.6

Por lo que aplicando el algoritmo tenemos:

$$Eu=(4.9408 \times 8.6 \times 0.4) = \mathbf{16.9963 \text{ J}}$$

Si queremos seleccionar una prensa para realizar esta operación, tenemos que considerar lo siguiente:

$$\begin{aligned} Pud &= 1.5 \times Put = 1.5 \cdot (4.9408) = \mathbf{7.4112 \text{ kN}}. \\ Eud &= 1.5 \times Eut = 1.5 \cdot (16.9963) = \mathbf{25.4944 \text{ J}}. \end{aligned}$$

Por lo que para calcular la fuerza y energía total de doblado necesaria en nuestra banda tenemos que sumar los 2 tipos de doblado.

Doblado en "L".

$$\begin{aligned} Pbd &= 1.4286 \text{ kN}. \\ Ebd &= 7.37145 \text{ J} \end{aligned}$$

Doblado en U.

$$\begin{aligned} Pud &= 7.4112 \text{ kN}. \\ Eud &= 25.4944 \text{ J} \end{aligned}$$

Por lo que la resultante en cuanto a fuerzas y energías de doblado será:

$$\begin{aligned} P_{total} &= Pbd + Pud = 1.4286 + 7.4112 = \mathbf{8.8398 \text{ kN}}. \\ E_{total} &= Ebd + Eud = 7.37125 + 25.4944 = \mathbf{32.8656 \text{ J}}. \end{aligned}$$

### **6.1.3 Resumen calculo de esfuerzos corte mas doblado.**

Por lo que en la fuerza resultante total de prensa necesaria seria la fuerza de la zona de corte más la zona de doblado.

Por lo que la resultante total seria:

$$Pt = P_{total} \text{ doblado} + P \text{ total corte}.$$

$$P_t = 8.8398 + 29.0856 = \mathbf{37.9254 \text{ kN.}}$$

Si aplicamos la conversión a toneladas de fuerza necesarias tendríamos lo siguiente:

$$1 \text{ kN} = 0,1 \text{ tonelada de fuerza.}$$

Por lo que necesitaríamos una prensa mínimo de **3,79** Toneladas de fuerza.

Después de realizar todos los cálculos de esfuerzos podemos pasar al diseño de los diferentes componentes de la matriz.

## **6.2 Calculo de los resortes:**

En referencia a los resortes que la matriz utiliza tenemos 3 grupos claramente diferenciados al igual que su función dentro de la matriz.

Los resortes de matriceria se dividen en colores en función de la carga:

Azul para carga ligera.

Rojo para carga media.

Amarillo para carga fuerte.

Verde para carga extra fuerte.

### **6.2.1 Resortes extracción punzones.**

El primer grupo serian los resortes destinados a la extracción de los punzones una vez han realizado el troquelado de la chapa.

Estos resortes están ubicados en la zona superior de la matriz estando una cara apoyada en la placa pisadora y otra cara en la placa porta punzones.

Las dimensiones de los resortes vienen dadas por:

Dh= Diámetro exterior del alojamiento del muelle en la placa.(m.m)

Dd= Diámetros del vástago que realiza las funciones de guía.(m.m)

L = Longitud de muelle en estado de reposo.(m.m)

Para este uso utilizaremos los resortes de carga fuerte color amarillo. Las dimensiones serán las siguientes:

Dh= 20 mm.  
Dd= 10 m.m  
L = 44 m.m

En nuestro caso obtendremos por una vida media del resorte lo que nos supone que trabajara a un 20% de compresión por lo que la carrera recomendable de uso será S= 8.8 mm.  
Nuestra carrera de compresión será de 9,5 m.m

Según tablas del fabricante un resorte de estas características y trabajando a las condiciones descritas nos da una fuerza de por resorte de:

F= 1.311 KN.

Si multiplicamos este valor por la cantidad de resortes de este tipo que hay en la matriz obtenemos la resultante de:

Ft= 1.311x16= 20.976 KN.

Dicho valor tiene que ser mayor que la fuerza tota de extracción calculada anteriormente.  
Podemos comprobar que es muy superior por lo que no existirá ningún problema en cuanto a la extracción de los punzones.

### **6.2.2 Resortes banda.**

El segundo grupo serian los resortes destinados a mantener la banda elevada mediante los guía tira.  
La fuerza de estos resortes tiene que ser muy inferior a la de los resortes colocados en la placa pisadora ya que tienen que permitir pisar la banda sin dificultades.

En este caso elegiremos el siguiente tipo de resortes:

Resorte de color rojo carga media.

Dh= 10 m.m  
Dd= 5 m.m  
L = 44 m.m

La compresión que elegiremos para calcular la fuerza que ejercen será la de trabajo al 20% por lo que S= 8.8 m.m

En este caso la fuerza que nos da cada muelle es de:

F= 0.132 KN.

Por lo que la fuerza total de compresión será de:

$$F_{total} = 0.132 \times 14 = 1.848 \text{ KN.}$$

### **6.2.3 Resortes postizos dobladores.**

El tercer grupo sería los resortes destinados a la extracción de los postizos elevadores para el doblado de la pieza.

En este caso utilizaremos resortes de color rojo de las siguientes dimensiones:

$$D_h = 10 \text{ m.m}$$

$$D_d = 5 \text{ m.m}$$

$$L = 38 \text{ m.m}$$

La compresión que elegiremos para calcular la fuerza que ejercen será la de trabajo al 20% por lo que  $S = 7.6 \text{ mm}$

En este caso la fuerza que nos da cada muelle es de:

$$F = 0.129 \text{ KN.}$$

Por lo que la fuerza total de compresión será de:

$$F_{total} = 0.129 \times 4 = 0.516 \text{ KN.}$$

### **7º- Proceso productivo y elementos:**

En dicho apartado procederemos a describir las diferentes operaciones de mecanizado y como realizaremos la construcción de los diferentes componentes de la matriz.

## **7.1 Operaciones de mecanizado:**

### **Fresado:**

El fresado consiste principalmente en el corte del material que se mecaniza con una herramienta rotativa de varios filos, que se llaman dientes, labios o plaquitas de metal duro, que

ejecuta movimientos de avance programados de la mesa de trabajo en casi cualquier dirección de los tres ejes ...

### **Rectificadora:**

La rectificadora es una maquina herramienta utilizada para conseguir mecanizados de precisión tanto en dimensiones como en acabado superficial, a veces a una operación de rectificado le siguen otras de pulido y lapeado. Las piezas que se rectifican son principalmente de acero endurecido mediante tratamiento térmico, utilizando para ello discos abrasivos robustos, llamados muelas. Las partes de las piezas que se someten a rectificado han sido mecanizadas previamente en otras máquinas herramientas antes de ser endurecidas por tratamiento térmico y se ha dejado solamente un pequeño excedente de material para que la rectificadora lo pueda eliminar con facilidad y precisión.

### **Electro erosión por hilo.**

El mecanizado por electro erosión se realiza en un medio dieléctrico mediante el salto de descargas eléctricas entre el electrodo y la pieza a mecanizar. El proceso es básicamente un proceso termoeléctrico en el que las chispas representan una fuente térmica puntual. Esta fuente térmica funde el material de la pieza produciéndose de esta forma la erosión.

En la electro erosión por hilo (EDM by wire), un hilo conductor, normalmente de latón, se utiliza como electrodo. El hilo pasa por unas guías imponiéndole la dirección que debe seguir. Las descargas se producen por la diferencia de potencial existente entre el hilo y la pieza que obviamente debe ser de un material conductor de la electricidad. El hilo circula continuamente, y entre el hilo y la pieza existe un canal, llamado de descarga, bañado por un fluido dieléctrico, que generalmente es agua. El dieléctrico (agua) es introducido entre el hilo y la pieza con el objetivo de ayudar al salto y calidad de las chispas, refrigerar el "gap" y eliminar el material arrancado después de las descargas eléctricas. El mantener una distancia correcta entre hilo y pieza es el punto más importante para tener un correcto mecanizado y conseguir precisión.

Mediante este tipo de mecanizado se consigue unas precisiones muy elevadas, siempre teniendo en cuenta que la geometría tiene que ser pasante en toda la placa.

### **Punteadora:**

Un tipo especial de taladradoras son las punteadoras que trabajan con pequeñas muelas de esmeril u otro material. Son utilizadas para operaciones de gran precisión y sus velocidades de giro suelen ser muy elevadas. Sirven para marcar todos los centros de los taladros a realizar o entradas de hilo en el caso de electro erosión por hilo.

### **Taladro vertical:**

Destinados a perforación, estas máquinas herramientas son, junto con los tornos, las más antiguas. En ellas el útil es el que gira y la pieza permanece fija a una mordaza o colocación. El útil suele ser normalmente, en los taladros, una broca que, debidamente afilada, realiza el agujero correspondiente. También se pueden realizar otras operaciones con diferentes útiles, como avellanar y escariar.

## **7.2 Fabricación elementos de la matriz.**

### **7.2.1 Base inferior:**

La base inferior es la placa donde se apoya la sufridera inferior y la que esta en contacto con la mesa inferior de la prensa. Dicha placa es la que se fija al plato inferior de la prensa mediante sistema de embrizado.

El material que vamos a utilizar para la fabricación de dicha placa es:  
DIN 1.1730

Composición química:

C	Si	Cr	Mn	Ni	P	S
0.42-0.50	0.17-0.37	≤ 0.025	0.50-0.80	≤ 0.025	≤ 0.035	≤ 0.035

Dureza del material 190 HB, 640 N/mm<sup>2</sup>.

Las dimensiones de la placa a fabricar serán las siguientes:

Largo= 550 m.m  
Ancho= 300 m.m  
Espesor= 90 m.m

Necesitamos calcular la masa de dicha placa a fin de poder calcular posteriormente el coste de dicho material.

Masa= $\rho$ .volumen

Donde:

$\rho$ = densidad del acero 7850 Kg/m<sup>3</sup>.

Volumen= área de la base. h(altura) m<sup>3</sup>

$$M= 7850.(0.550 \times 0.300 \times 0.09)= \mathbf{116.5725 \text{ Kg.}}$$

Por lo que tenemos el peso bruto de la base inferior.

El proceso productivo de dicha base estará formado por las siguientes operaciones:

**Fresado:** Para eliminar el excedente de material ya que es necesario para escuadrar las caras de la placa y conseguir referencias correctas. Se realiza un desbaste de la cara plana superior y se deja con un excedente de 0,3 m.m para acabar finalmente en rectificadora la cota final de espesor.

**Punteadora:** Para realizar todos los agujeros necesarios y descritos en el plano constructivo.

**Taladro:** Acabar todos los taladros descritos en el plano como alojamientos para tornillos, salidas de retales y demás.

**Electro erosión por hilo:** Para realizar las formas descritas en el plano, básicamente agujeros para pasadores y caídas de retales con la holgura necesaria.

**Rectificadora plana:** Eliminar el excedente de material en las caras planas.

### 7.2.2 Sufridera inferior zona corte:

La sufridera inferior en la placa donde se apoya a placa matriz y la que nos sirve de absorción de los golpes de toda la parte superior.  
El material que vamos a utilizar para esta placa es el:

DIN 1.2842

Composición química del material:

C= 0.9%, Si=0.2%, Mn=2%, Cr=0.4%, V=0.1%

Este material tendrá que ser templado mas 3 revenidos a fin de poder adquirir una dureza de 60-62 HRC.

Las dimensiones de esta placa son:

Largo= 225 m.m

Ancho= 150 m.m

Espesor= 10 m.m

Si calculamos el volumen de la placa obtenemos un volumen de 0.0003375 m<sup>3</sup> por lo que la masa de la placa será:

M= densidad. Volumen = 7850x0.0003375 = **2.6493 Kg.**

El proceso productivo de dicha base estará formado por las siguientes operaciones:

Rectificado de alturas con excedente de material para poder absorber deformaciones después del tratamiento térmico, al ser de un espesor de 10 mm las deformaciones del acero después de templado pueden ser importantes.

- Rectificado y fresado de los taladros pasantes más realización de los taladros para entrada de hilo.
- Tratamiento térmico.
- Rectificado.
- Erosión por hilo
- Rectificado.

### **7.2.3 Sufridera inferior zona doblado.**

La sufridera inferior en la placa donde se apoya a placa matriz y la que nos sirve de absorción de los golpes de toda la parte superior.  
El material que vamos a utilizar para esta placa es el:

DIN 1.2842

Composición química del material:

C= 0.9%, Si=0.2%, Mn=2%, Cr=0.4%, V=0.1%

Este material tendrá que ser templado más 3 revenidos a fin de poder adquirir una dureza de 60-62 HRC.

Las dimensiones de esta placa son:

Largo= 225 m.m

Ancho= 150 m.m

Espesor= 10 m.m

Si calculamos el volumen de la placa obtenemos un volumen de 0.0003375 m<sup>3</sup> por lo que la masa de la placa será:

M= densidad. Volumen = 7850x0.0003375 = **2.6493 Kg.**

El proceso productivo de dicha base estará formado por las siguientes operaciones:

Rectificado de alturas con excedente de material para poder absorber deformaciones después del tratamiento térmico, al ser de un espesor de 10 mm las deformaciones del acero después de templado pueden ser importantes.

- Rectificado y fresado de los taladros pasantes más realización de los taladros para entrada de hilo.
- Tratamiento térmico.
- Rectificado.
- Erosión por hilo
- Rectificado.

#### **7.2.4 Placa matriz zona corte:**

Esta placa es una de las más importantes ya que en ella es donde se produce el corte de la chapa mediante contacto con los punzones, en ella también se realiza el apoyo de la banda, es la placa donde el proceso productivo tiene que ser de una alta precisión.

El material el cual vamos a utilizar es:

DIN 1.2379 templado y revenido a 62-64 HRC

Las propiedades químicas de dicho material son:

C=1.55%, Si=0.3%, Mn=0.35%, Cr=12%, Mo=0.75%, V=0.9%

Las dimensiones de la placa son las siguientes:

Largo= 225 m.m  
Ancho= 150 m.m  
Espesor= 28 m.m

El espesor de las placas matrices normalmente es de 28 ya que el estándar de casquillos de corte y otros accesorios es de 28 m.m de altura.

Volumen de la placa= 0.000945 m<sup>3</sup>

Masa de la placa= 7850x 0.000945= 7.4182 Kg

Proceso constructivo de la placa matriz zona corte:

Rectificado de placa.

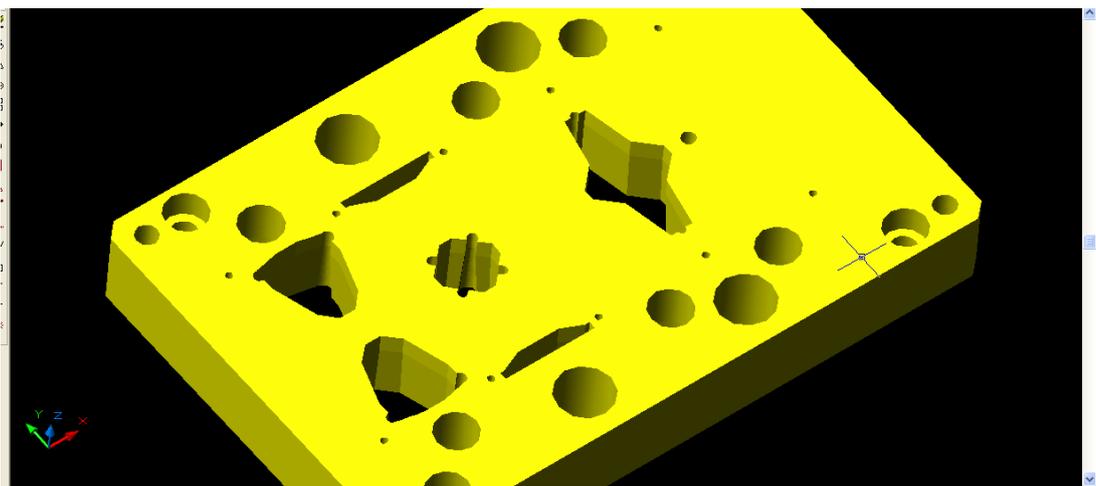
Punteadora más fresado de taladros.

Tratamiento Térmico (Templado + 3 Revenidos) Dureza obtenida 62-64 HRc.

Rectificado caras.

Electro erosión de hilo. Geometrías a realizar más pasadores.

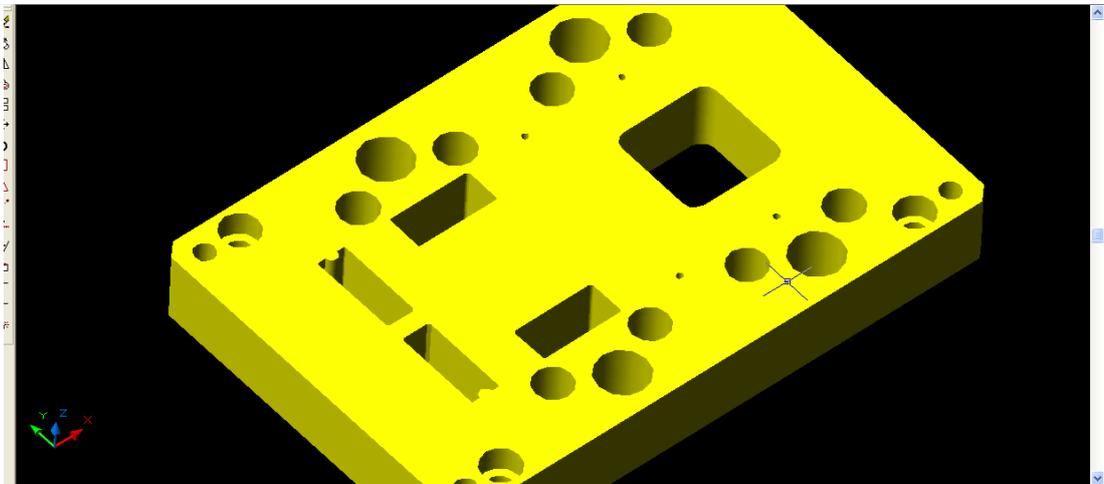
Rectificado de cara superior.



Placa matriz zona corte

## 7.2.5 Placa matriz zona doblado.

En este caso las dimensiones y el proceso productivo es el mismo que en el caso anterior de la placa matriz de la zona de corte.



#### 7.2.6 Guía tiras banda:

Los guías tiras son los elementos por los cuales la banda va guiada dentro de la matriz y impiden que se nos desplace hacia los lados de la matriz o hacia arriba. Digamos que nos retiene la banda en los 3 ejes de desplazamiento.

Llevan acoplados unos resortes para que nos levanten la banda por encima de la placa matriz y nos permita el desplazamiento en el eje X de la banda.

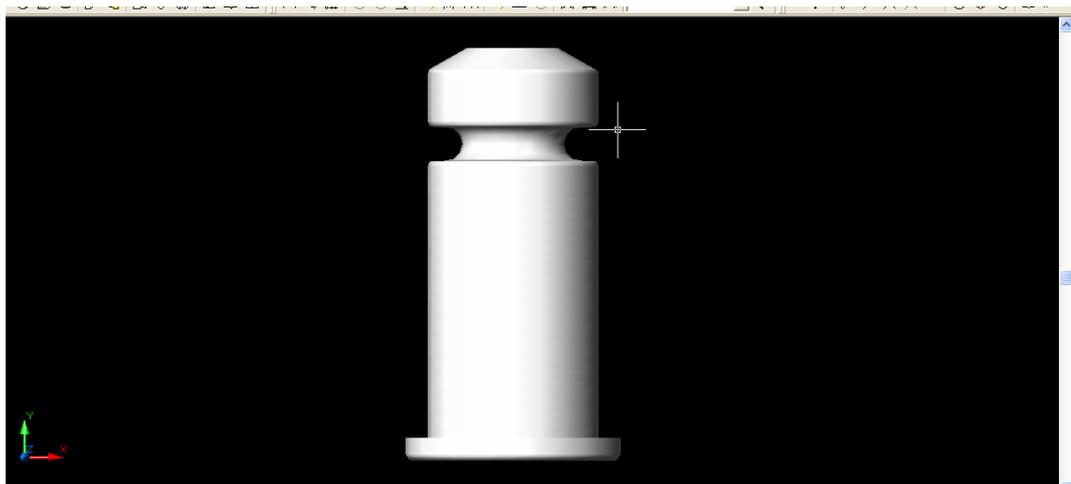


Imagen de un guía tira:

Material a utilizar:

DIN 1.2842

Composición química del material:  
C= 0.9%, Si=0.2%, Mn=2%, Cr=0.4%, V=0.1%

Este material tendrá que ser templado mas 3 revenidos a fin de poder adquirir una dureza de 60-62 HRC.

Tiene que tener esta dureza porque esta sometido a un rozamiento constante por parte de la banda.

Dimensiones:

Ø 19 m.m

Altura = 37 m.m

Volumen=  $1.0348 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

Masa=  $7850 \times 1.0348 \cdot 10^{-4} = 0.0812 \text{ Kg}$ .

Como necesitamos 14 guías tira la barra será de:

Ø19x530 de largo ya que tenemos que contar con el material que se pierde al cortar con la sierra de corte, el ancho de la sierra de corte suele ser de unos 2 m.m.

Por lo que el peso total será de 1.13 Kg.

Proceso productivo de los guía tira:

Torneado de desbaste.

Mandrinado del taladro interior apoyo del resorte.

Torneado del diámetros exteriores.

Tratamiento térmico.

Pulido.

### **7.2.7 Pisador zona corte:**

La función de dicha placa es la de guiar los punzones y de sujetar la banda para proceder al corte de la banda o doblado.

Esta unidad a la zona superior mediante unos distanciadores y es donde se alojan los resortes.

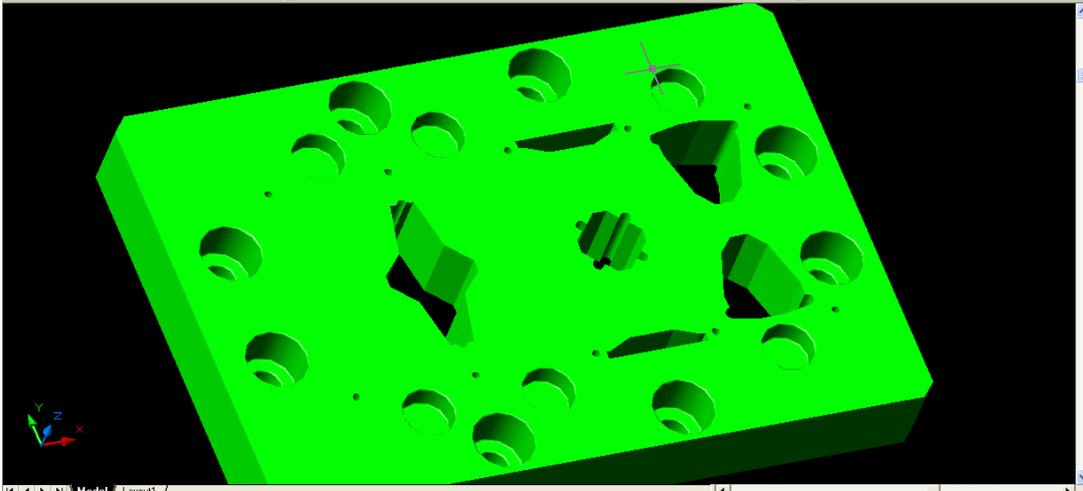


Imagen placa guía zona corte

Material a utilizar en esta placa es:

DIN 1.2842

Composición química del material:

C= 0.9%, Si=0.2%, Mn=2%, Cr=0.4%, V=0.1%

Las dimensiones de esta placa son:

Largo= 225 m.m

Ancho= 150 m.m

Espesor= 25 m.m

Por lo que tendremos un volumen de  $8.4375 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ .

Por lo que si lo multiplicamos por la densidad de  $7850 \text{ Kg/m}^3$ .

Tenemos una masa de **6.6234 Kg**.

En cuanto al proceso productivo de la placa aplicaremos:

Rectificado de caras.

Punteadora para los taladros a realizar y entradas de hilo.

Avellanado de taladros.

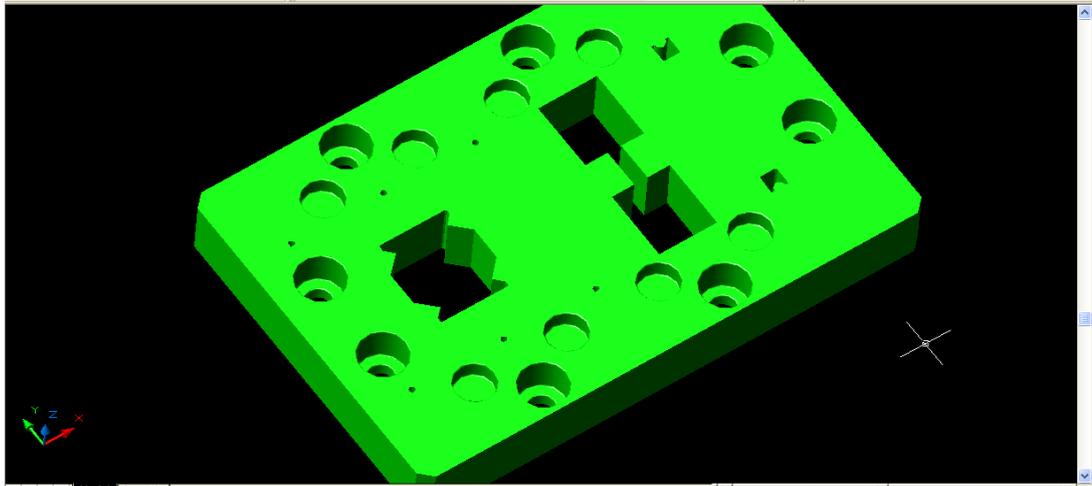
Tratamiento térmico a 58-60 HRC

Electro erosión por hilo de las geometrías necesarias.

Rectificado de caras.

### 7.2.8 Pisador zona doblado:

El material y proceso productivo de esta placa es la misma que la del pisador zona corte.



Pisador zona doblado.

### 7.2.9 Placa porta punzones zona corte:

La función de esta placa es alojar todos los punzones de la matriz y ubicarlos en la posición correcta.

El material que utilizaremos en esta placa será el:

DIN 1.2842

Composición química del material:

C= 0.9%, Si=0.2%, Mn=2%, Cr=0.4%, V=0.1%

Las dimensiones de esta placa son:

Largo= 225 m.m

Ancho= 150 m.m

Espesor= 25 m.m

Por lo que tendremos un volumen de  $8.4375 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ .

Por lo que si lo multiplicamos por la densidad de  $7850 \text{ Kg/m}^3$ .

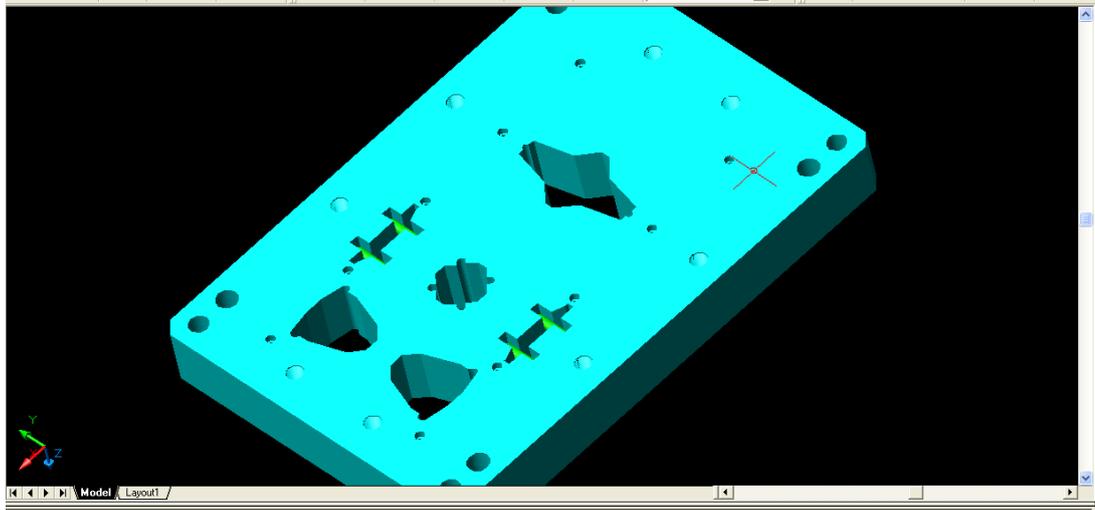
Tenemos una masa de **6.6234 Kg**.

En cuanto al proceso productivo de la placa aplicaremos:

Rectificado de caras.

Punteadora para taladros y entradas de hilo.

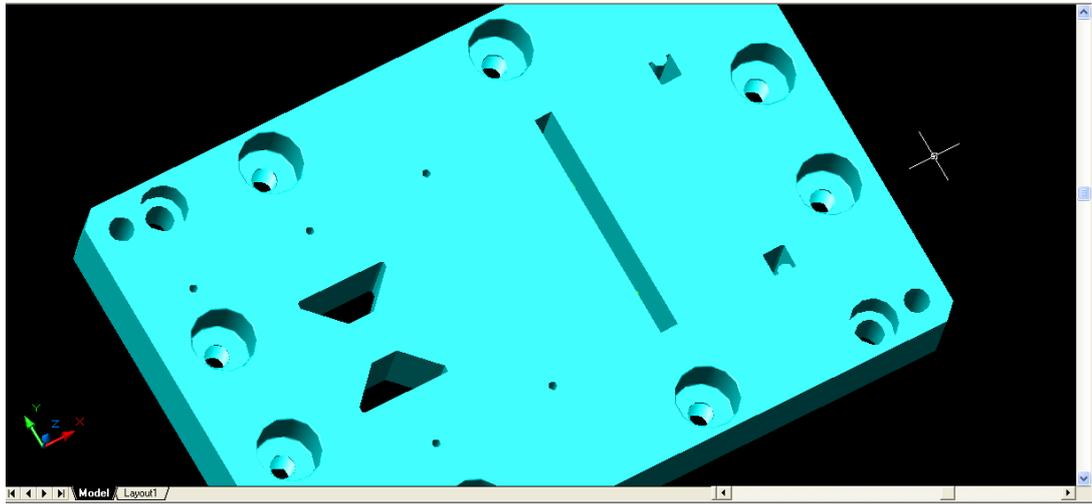
Electro erosión por hilo.  
Roscado de taladros especificados.  
Avellanados de agujeros.  
Rectificado final de caras.



Placa porta punzones zona corte.

#### 7.2.10 Placa porta punzones zona doblado:

Esta placa tiene la misma función que la anterior y utilizaremos el mismo material y proceso productivo que en la placa porta punzones zona corte.



Placa porta punzones zona doblado.

#### 7.2.11 Punzones:

Los punzones son los elementos los cuales mediante impacto con la banda y juego con la placa matriz en referencia al corte.

En cuanto a los punzones de doblado en combinación con los postizos y dobladores.

La altura de los punzones depende del recorrido que necesitamos y de los espesores de placa porta punzones y placa pisadora respetando las carreras definidas.

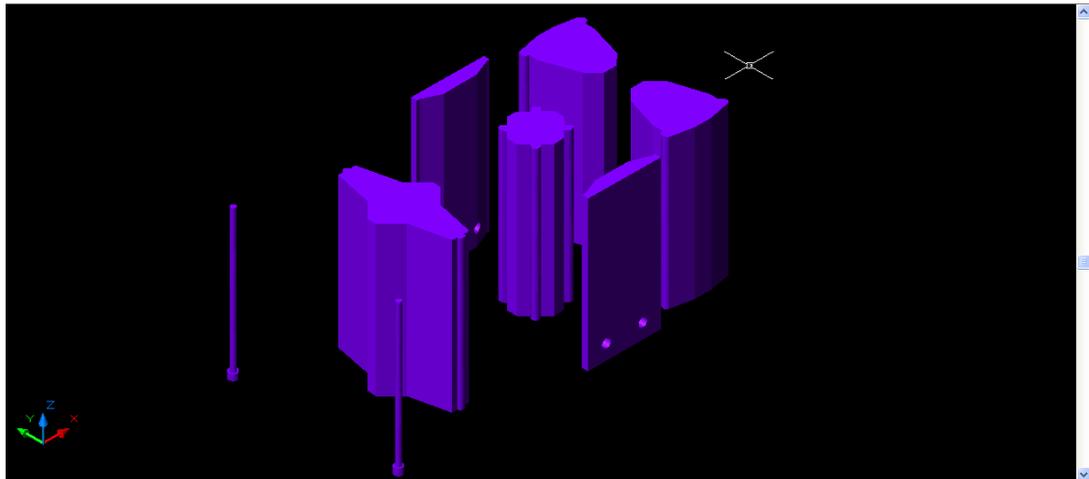
El material el cual vamos a utilizar será el:

DIN 1.2379

DIN 1.2379 templado y revenido a 62-64 HRC

Las propiedades químicas de dicho material son:

C=1.55%, Si=0.3%, Mn=0.35%, Cr=12%, Mo=0.75%, V=0.9%



Punzones zona corte.

Para construir todos los punzones de la zona de corte, partiremos de varios tacos de material de las dimensiones necesarias. Todos los punzones tienen una altura final de 70 m.m.

Taco de 40x45x73 peso 1.031 Kg.

Taco de 70x40x73 peso 1.604 Kg.

Taco de 65x40x73. peso 1.489 Kg.

Lo que nos da un peso total de 4.124 Kg.

Los 2 punzones redondos para los centradores de la banda se compran comerciales.

El proceso productivo de los punzones es el siguiente:

Rectificado de caras.

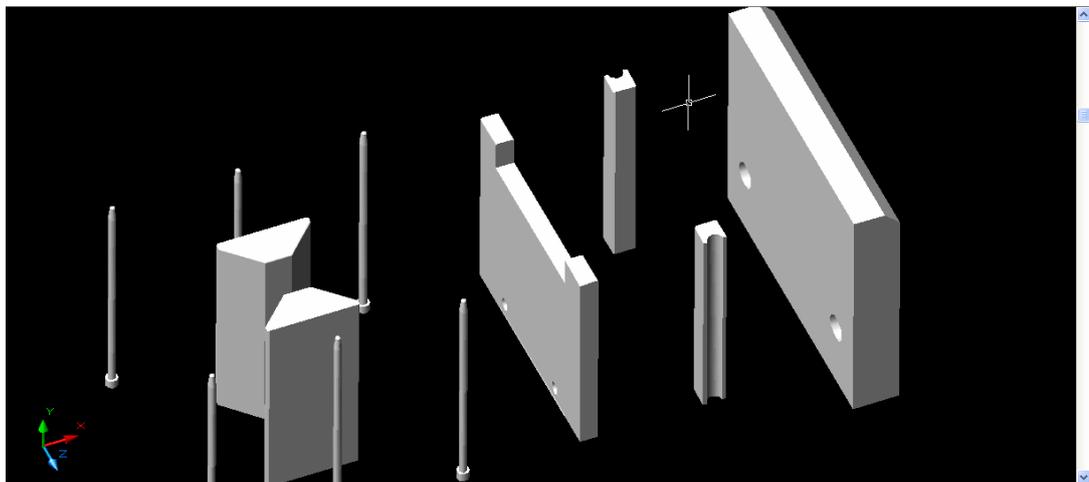
Realizar taladros de inicio de hilo.

Tratamiento térmico.

Electroerosión por hilo.

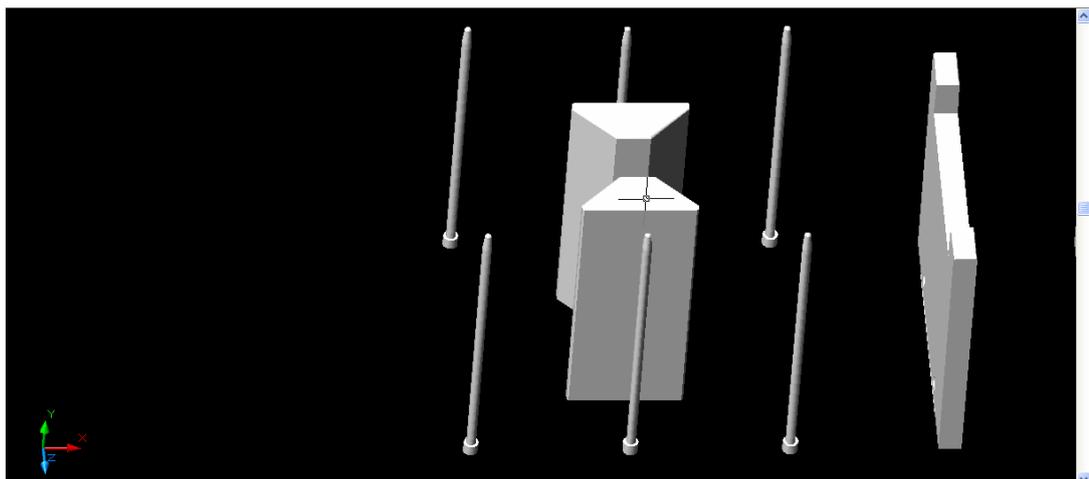
Rectificado final de caras para eliminar deformaciones y conseguir altura final deseada.

Punzones zona doblado:

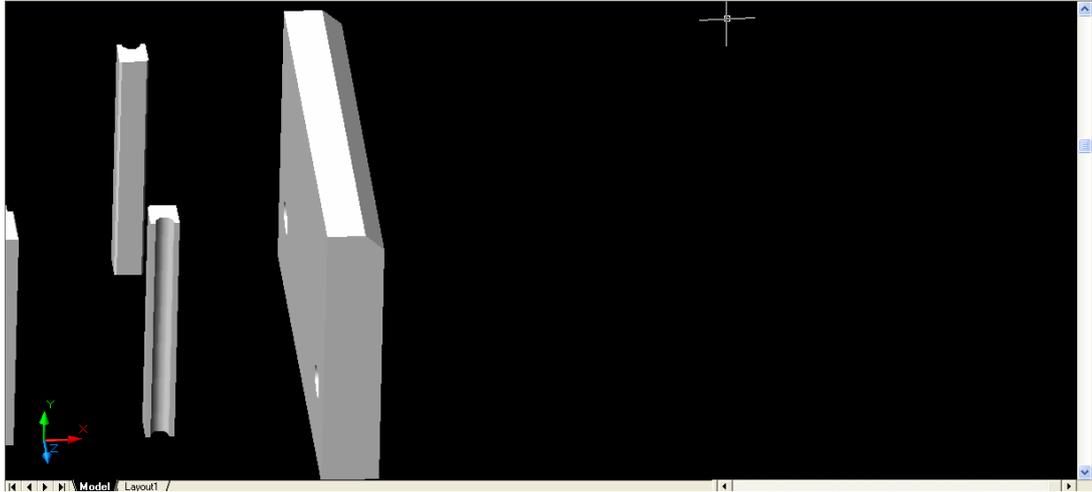


Punzones zona doblado.

En esta zona tenemos 2 punzones de doblado:



Punzones de corte y cuchilla de corte banda final.



A parte de los centradores de banda los cuales sujetan la banda antes de punzonar, los compraremos comerciales.

Los punzones de doblado se realizaran por el siguiente proceso:

- Rectificado de caras.
- Fresado de radios y cajoneras.
- Tratamiento térmico.
- Electroerosión por hilo.
- Rectificado final.

Los punzones de corte que existen en esta zona los realizaremos mediante el mismo proceso que los punzones de la zona de corte.

#### **7.2.12 Placa sufridera superior zona corte:**

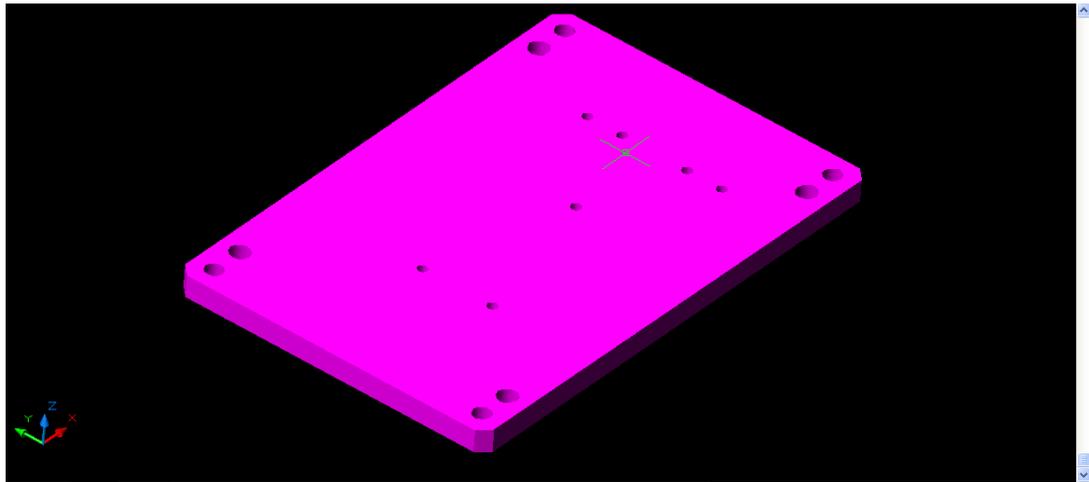
La sufridera superior zona corte es la placa donde se apoya la placa porta punzones y la que nos sirve de absorción de los impactos de los punzones.

El material que vamos a utilizar para esta placa es el:

DIN 1.2842

Composición química del material:  
C= 0.9%, Si=0.2%, Mn=2%, Cr=0.4%, V=0.1%

Este material tendrá que ser templado mas 3 revenidos a fin de poder adquirir una dureza de 60-62 HRC.



Placa sufridera superior zona corte.

Las dimensiones de esta placa son:

Largo= 225 m.m  
Ancho= 150 m.m  
Espesor= 10 m.m

Si calculamos el volumen de la placa obtenemos un volumen de 0.0003375 m<sup>3</sup> por lo que la masa de la placa será:

$M = \text{densidad} \cdot \text{volumen} = 7850 \times 0.0003375 = \mathbf{2.6493 \text{ Kg.}}$

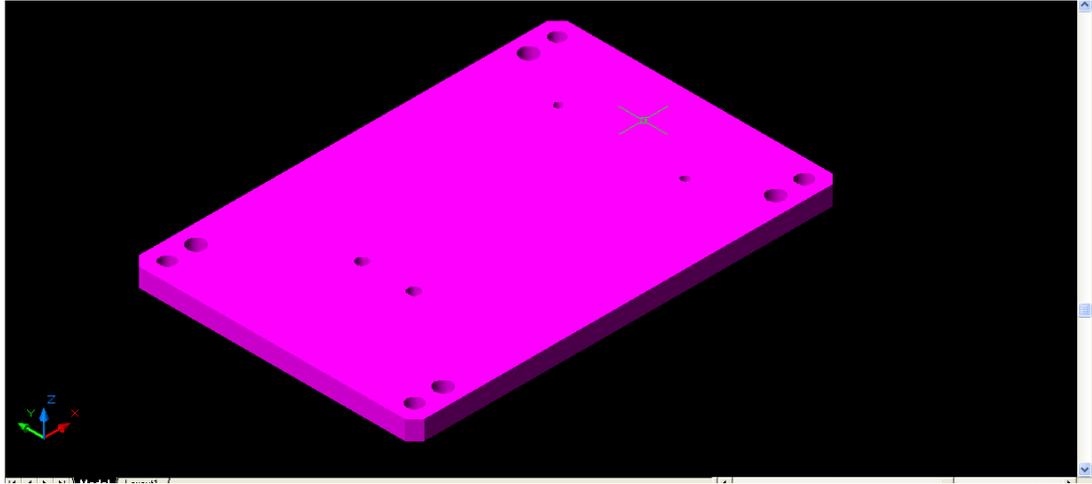
El proceso productivo de dicha base estará formado por las siguientes operaciones:

Rectificado de alturas con excedente de material para poder absorber deformaciones después del tratamiento térmico, al ser de un espesor de 10 mm las deformaciones del acero después de templado pueden ser importantes.

- Rectificado y fresado de los taladros pasantes más realización de los taladros para entrada de hilo.
- Tratamiento térmico.
- Rectificado.
- Erosión por hilo
- Rectificado.

### 7.2.13 Placa sufridera superior zona doblado:

La función de dicha placa, el material a utilizar y el proceso productivo es el mismo que en la placa sufridera superior zona corte.



Placa sufridera superior zona doblado.

### 7.2.14 Base superior:

La base superior es la placa donde se apoya la sufridera superior y la que esta en contacto con la mesa superior de la prensa. Dicha placa es la que se fija al plato superior de la prensa mediante sistema de embrizado.

El material que vamos a utilizar para la fabricación de dicha placa es:  
DIN 1.1730

Composición química:

C	Si	Cr	Mn	Ni	P	S
0.42-0.50	0.17-0.37	≤ 0.025	0.50-0.80	≤ 0.025	≤ 0.035	≤ 0.035

Dureza del material 190 HB, 640 N/mm<sup>2</sup>.

Las dimensiones de la placa a fabricar serán las siguientes:

Largo= 550 m.m  
Ancho= 300 m.m  
Espesor= 80 m.m

Necesitamos calcular la masa de dicha placa a fin de poder calcular posteriormente el coste de dicho material.

Masa= $\rho$ .volumen

Donde:

$\rho$ = densidad del acero 7850 Kg/m<sup>3</sup>.

Volumen= área de la base. h(altura)

$M = 7850 \cdot (0.550 \times 0.300 \times 0.08) = 103.62 \text{ Kg.}$

Por lo que tenemos el peso bruto de la base superior.

El proceso productivo de dicha base estará formado por las siguientes operaciones:

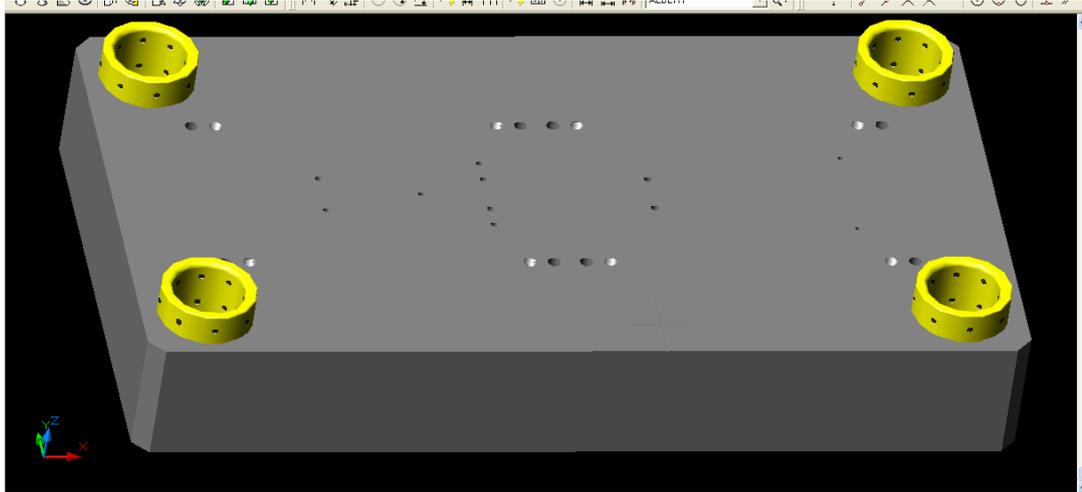
**Fresado:** Para eliminar el excedente de material ya que es necesario para escuadrar las caras de la placa y conseguir referencias correctas. Se realiza un desbaste de la cara plana superior y se deja con un excedente de 0,3 m.m para acabar finalmente en rectificadora la cota final de espesor.

**Punteadora:** Para realizar todos los agujeros necesarios y descritos en el plano constructivo.

**Taladro:** Acabar todos los taladros descritos en el plano como alojamientos para tornillos, salidas de retales y demás.

**Electro erosión por hilo:** Para realizar las formas descritas en el plano, básicamente agujeros para pasadores y caídas de retales con la holgura necesaria.

**Rectificadora plana:** Eliminar el excedente de material en las caras planas.



Base superior.

Los casquillos que están fijados en la matriz son de bronce con insertos de grafito y son comerciales.

Las columnas son comerciales y de  $\text{Ø}40$  por una altura de 300 m.m.

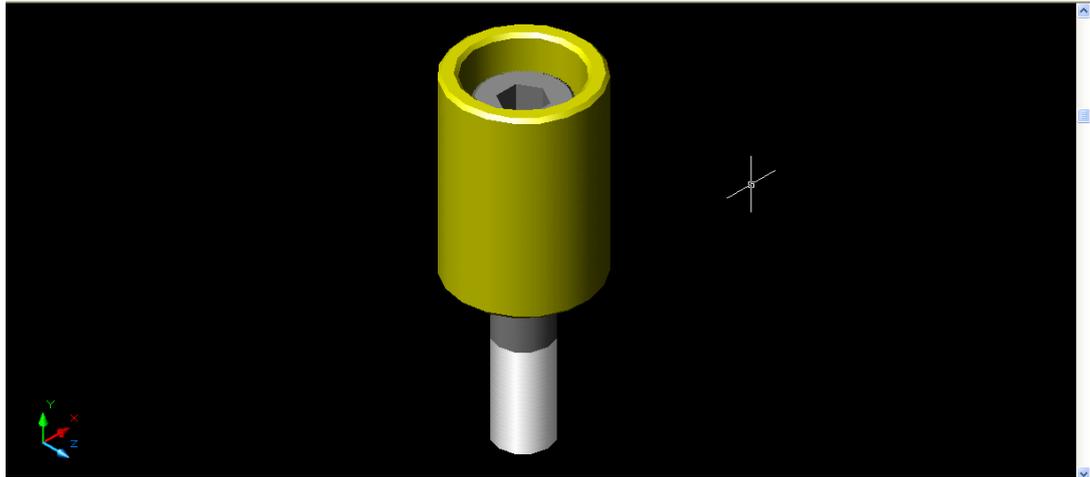
#### **7.2.15 Equilibradores de picada:**

La función de estos elementos es compensar el impacto de los punzones sobre la banda y que se produzca una picada lo más uniforme posible dentro de la matriz. Dichos limitadores sobresalen de la placa matriz el espesor de chapa menos 0.1 m.m.

Van alojados en la placa matriz y roscados en la base inferior.

La altura es de 28.9 m.m. y  $\text{Ø}20$  m.m

El material utilizado es DIN 1.2842 templados y revenidos para conseguir una dureza de 60-62 HRC.



Equilibrador de picada.

El proceso productivo de dichos equilibradores es el siguiente:

Torneado y mandrinado del alojamiento interior para alojamiento cabeza tornillo.

Torneado diámetro exterior.

Tratamiento térmico.

Rectificado final para conseguir altura definida.

## **8 Sistema de sujeción de la matriz a la prensa.**

En este capítulo definiremos el sistema de sujeción de la matriz a la prensa. Dicho punto es muy importante por motivos de seguridad en el trabajo tanto para el personal como para la matriz y la prensa.

El sistema que definimos será el constituido por:

Tensor DIN 6370 Calidad 8.8 modelo 1032 (M16x125).  
Tuerca en T DIN 508 modelo 2006 M16x18  
Tuerca alta DIN 6330B modelo 3005 M16

Arandela DIN 6340 modelo 4006 Ø17x6

Colocaremos 4 grupos en cada base de la matriz fijados a los platos de la prensa. 2 en cada lateral de la base equidistantes entre ellos en 350 m.m.

4 grupos en la base superior coincidentes con las regatas de fijación del plato superior.

4 grupos en la base inferior coincidentes con las regatas de fijación del plato inferior.

Todos los componentes son comerciales del proveedor Inmacisa.

En este caso el momento de apretadura para estos tensores de M16 es de 2.53 kN.m.

Totalmente suficiente para soportar los esfuerzos de extracción y el peso de la matriz.

Las bases superior e inferior ya disponen de los alojamientos necesarios para dichos grupos de sujeción.

## **12- Bibliografía:**

En este proyecto se ha utilizado diferentes fuentes de bibliografía siendo esta obtenida mediante fuentes en Internet y de proveedores conocidos del sector.

Para el apartado de cálculos de punzonado se ha usado la bibliografía de la empresa **MECOS**.

Para el cálculo de los esfuerzos de doblado se ha utilizado la bibliografía del proyecto de la empresa **JICA y CIDESI Automatización**.

Para la determinación de los materiales utilizados se ha usado la bibliografía específica de **ASCAMM**.

Para la elección del material de la chapa usamos la bibliografía del proveedor de acero en bobinas que es nuestro caso **METALSA**.

Para la elección de los resortes y calculo se ha utilizado la bibliografía del catalogo del proveedor. **SURISA S.A.**

Para los normalizados de matriceria se ha utilizado el catalogo de **UNCETA**.

Para la tornilleria y pasadores se ha utilizado la bibliografía del proveedor **Tornillería J.L.C.**

Se adjunta el anexo con toda la bibliografía.