

PUNZONADO CON PUNZONADORAS CNC

Actualmente en el mercado podríamos clasificar las punzonadoras CNC en dos tipos en función del tipo utillaje que utilicen: las punzonadoras de torreta y las monopunzón. Las primeras tienen un doble tambor (torreta superior e inferior) donde van alojados los utillajes de punzonado. El utillaje se compone de un contenedor (porta-punzón) que va montado en la torreta superior y que consta de una guía, un muelle, el punzón y el pisador. En la torreta inferior se montará la matriz. Esta torreta girará en función del programa para ir seleccionando los utillajes necesarios para realizar la pieza.

El segundo tipo de punzonadora tienen un almacén de utillaje. La punzonadora ira cogiendo y dejando los utillajes de ese almacén. Cada una de las posiciones del almacén dispone de un cassette donde están montados el punzón, el separador, la matriz y un anillo de orientación.

Los elementos básicos para realizar un agujero en una chapa son el punzón, el pisador o separador y la matriz. A estos tres elementos se les denomina juego.

Antes de entrar a valorar los diferentes aspectos que influyen en estos elementos analizaremos la geometría de un agujero realizado en la chapa por estos elementos.

CICLO DE PUNZONADO

Para poder realizar el agujero de una forma y unas dimensiones determinadas el juego (punzón, matriz y pisador) debe tener la misma forma. El ciclo de punzonado en ambos tipos de punzonadora es muy similar y la chapa debe estar siempre entre el punzón y la matriz.

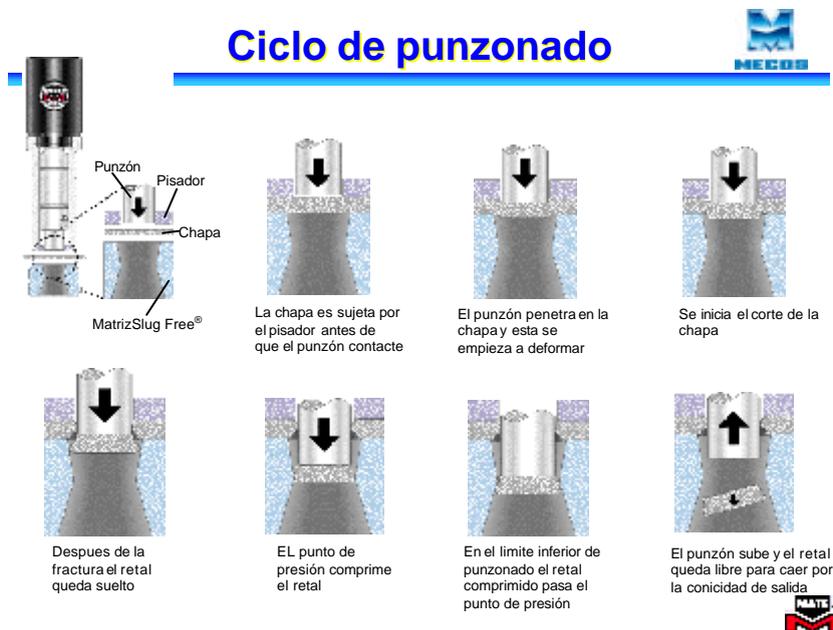


FIGURA 1

En una punzonadora de torreta la punzonadora hará girar la torreta y situará el utillaje justo debajo del martillo de la máquina. A partir de ese momento el martillo descenderá empujando al porta-punzón. El pisador contactará con la chapa presionando y sujetando la chapa manteniéndola plana contra la matriz. El martillo seguirá bajando, comprimiendo los muelles del porta-punzón y haciendo descender al punzón. El punzón iniciará la penetración en la chapa produciendo una pequeña curvatura en la chapa alrededor del filo cortante del punzón y de la matriz. Seguidamente se iniciará una fase de corte que posteriormente se convertirá en unas fracturas en la chapa tanto en la parte superior como inferior debido al arranque del material. Cuando coincidan las fracturas anteriores el retal correspondiente al agujero quedará suelto de la chapa. El martillo seguirá bajando hasta su limite inferior para facilitar

la caída del retal. A continuación el martillo subirá y los muelles del contenedor extraerán el punzón de la chapa mientras el pisador mantiene la chapa completamente plana.

En el otro tipo, la punzonadora deberá dejar el punzón situado debajo del martillo en su lugar del almacén e ir a buscar el utillaje deseado. La diferencia principal en el ciclo de punzonado es que el separador no presiona la chapa mientras el punzón está agujereando la chapa pero se mantiene a muy poca distancia de la superficie superior de la chapa. Otra diferencia es que es el propio martillo el que estira el punzón para sacarlo de la chapa. El separador actúa reteniendo la chapa cuando esta tiende a subir junto con el punzón.

GEOMETRÍA DE UN AGUJERO

Una vez punzonado un agujero podemos distinguir las diferentes fases comentadas anteriormente si observamos el retal o el agujero en la chapa.

Si analizamos un agujero punzonado en una chapa (figura 2) podremos distinguir la curvatura (A) que se crea cuando el punzón empieza a penetrar en la chapa. A continuación se puede observar una zona brillante (B) que se debe al corte del material ocasionado por el filo cortante del punzón. Luego aparece una zona mate, rugosa (C) que es la zona de material arrancada y finalmente aparece la rebaba del corte (D). Lo mismo se puede observar en el retal de chapa pero en posición inversa ya que el filo cortante es el de la matriz.



Sistema Slug Free®

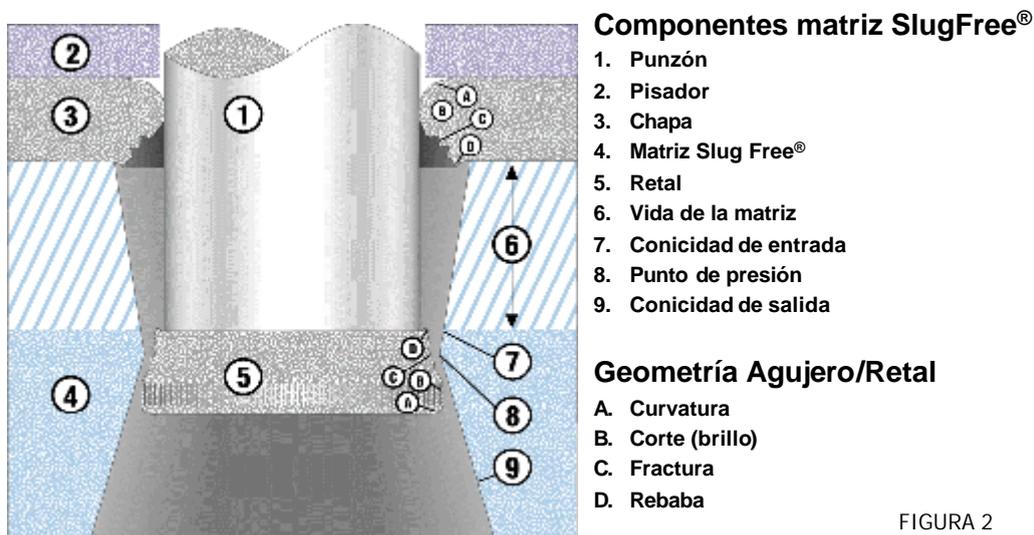


FIGURA 2

Estas 4 zonas son las que determinarán la calidad de un agujero punzonado. La calidad del agujero vendrá condicionada por las características y condiciones del punzón, de la matriz y del pisador.

TOLERANCIA DE CORTE DE LA MATRIZ

Para realizar un agujero de una dimensión concreta en una chapa de un espesor determinado el punzón debe tener la misma dimensión que el agujero deseado y la matriz deberá tener una dimensión un poco mayor. Esa diferencia de dimensiones es conocida como tolerancia de corte de la matriz. Es muy importante que la tolerancia de corte de la matriz este uniformemente repartida alrededor de la medida del punzón incluso en las esquinas. Por ejemplo, si un punzón es de diámetro 10 mm y la matriz es de 10,2 mm la tolerancia total de 0,2 mm a de quedar uniformemente repartida de forma que entre pared de punzón y pared de matriz se mantenga una tolerancia de 0,1 mm. en todo el perímetro.



La tolerancia de corte adecuada

(figura 3) es aquella que hace coincidir las fracturas de corte generadas por el punzón y por la matriz. Esto ocurrirá cuando las fracturas se encuentren a 1/3 o 1/2 del espesor de la chapa.

Si utilizamos una matriz con tolerancia demasiado ajustada se crearán dos fracturas que no se encontrarán. Esto es fácilmente apreciable ya que la zona brillante del agujero y del retal es mayor. Por otro lado al ser la tolerancia menor implicará que sea necesario mayor fuerza para cortar por lo que el utillaje puede sufrir un mayor desgaste. Una tolerancia demasiado pequeña podría llegar a crear más rebabas por laminación. Otro inconveniente es que a menor tolerancia es necesario mayor fuerza de extracción.

Si utilizamos una tolerancia demasiado grande (Figura 4) se generará una curvatura mayor alrededor del agujero y las rebabas serán mayores. En el agujero y en el retal se observará que la zona de corte (zona brillante) es más pequeña mientras que la zona de arranque de material es mayor.

Tolerancia apropiada contra una muy ajustada

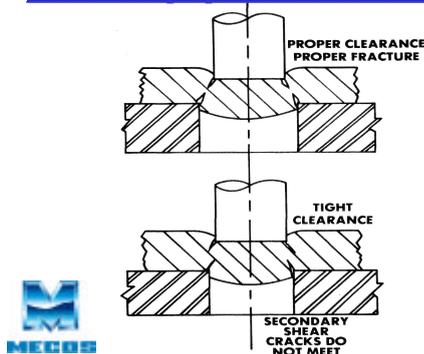


FIGURA 3

Tolerancia excesiva

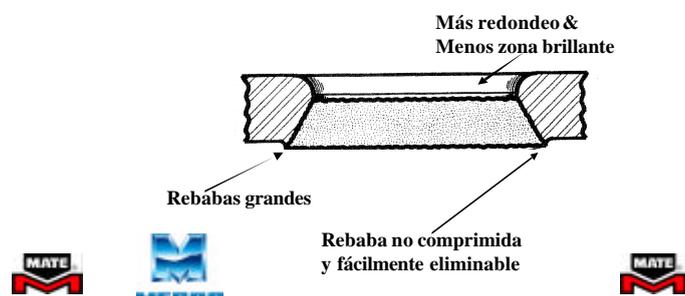


FIGURA 4

La tolerancia de corte adecuada de una matriz varía con el espesor y con el tipo de material de la chapa. Normalmente se obtiene de un porcentaje con relación al espesor de la chapa. Como regla general se puede establecer que a mayor esfuerzo de corte del material y mayor espesor de chapa la tolerancia de corte debe ser mayor. Por ejemplo, para chapas de un mismo espesor se necesitará una tolerancia de corte mayor para el inoxidable que

para una de acero o de aluminio. Por otro lado una chapa de 6 mm. de espesor necesitará más tolerancia que una chapa de 1 mm.

Los valores de la tolerancia pueden variar desde un 15% a un 25% del espesor de material en función del espesor y tipo de material. Como regla general se podría aplicar como tolerancia de corte un 15% para el aluminio, un 20% para el acero y un 20-25% para el inoxidable.

A continuación mostramos una tabla en la cual se sugieren unas tolerancias de corte orientativas para el punzonado de diferentes materiales.

TOLERANCIAS DE CORTE PARA DIFERENTES TIPOS DE MATERIALES Y ESPESORES

Espesor (mm)	Alum. (20-25 Kg/mm ²)	Fe (37-45 Kg/mm ²)	Inox (60-70 Kg/mm ²)
0,6 – 1,0	0,10 – 0,15	0,12 – 0,20	0,12 – 0,20
1,2 – 1,5	0,20 – 0,25	0,25 – 0,30	0,25 – 0,35
2,0 – 2,5	0,30 – 0,40	0,40 – 0,50	0,45 – 0,60
3,0	0,45 – 0,50	0,60 – 0,70	0,70 – 0,80
4,0	0,70 – 0,80	0,80 – 1,0	0,90 – 1,2
5,0	0,9 – 1,0	1,0 – 1,2	1,2– 1,4
6,0	1,1 – 1,2	1,2 – 1,5	1,5– 1,8

Queda claro que utilizar una tolerancia de corte adecuada es muy importante. Resumiendo, podríamos concluir citando los beneficios de utilizar una tolerancia de corte adecuada:

- Menor rebaba y curvatura en los agujeros
- Agujeros más uniformes y cortes más limpios
- Piezas punzonadas más planas, con menos deformaciones
- Mayor precisión entre agujeros
- Mayor vida del utillaje (punzón y matriz)
- Mejor extracción del punzón
- Menor adhesión del material punzonado en las paredes del punzón

PROBLEMA DE SUBIDA DE RETALES

La tecnología de las nuevas punzonadoras permite que estas puedan dar muchos golpes por minuto. Estas altas velocidades de punzonado pueden provocar que el retal del agujero punzonado tienda a subir hacia arriba. Esto puede provocar varios problemas en una punzonadora CNC. Dependiendo de la posición del retal puede ocasionar que la chapa al desplazarse se trabe con el propio retal moviéndose o saliéndose de las mordazas que la sujetan. Esto puede ocasionar desde un mal posicionamiento de los agujeros posteriores a que la chapa colisione con algún elemento de la máquina ocasionando daños. También se dan situaciones en los que el retal sale completamente de la matriz. En este caso el riesgo es que el retal quede situado en la arista de corte de la matriz ocasionando daños en el utillaje durante el siguiente punzonado ya que en una zona de corte tendríamos el doble del espesor de chapa. Esto ocasionará daños al utillaje teniendo, en el mejor de los casos, que rectificar punzón y matriz.

En el mercado existen matrices con un mecanizado especial en su interior para evitar que los retales puedan subir, son las matrices Slug Free[®]. Estas matrices (ver figura 2) están mecanizadas interiormente con una doble conicidad. Cuando el retal es separado de la chapa el punzón sigue bajando. Como el mecanizado interior de la matriz se va reduciendo (centésimas) obliga al retal a comprimirse. Una vez que el retal pasa el punto de máxima compresión la conicidad de la matriz cambia y el retal, por elasticidad, tiende a recuperarse

su dimensión original. En ese momento será muy difícil que el retal pueda subir hacia arriba y facilitando la caída libre del retal. Existen también otros motivos que pueden provocar la subida de retales punzonados. Para evitar estos problemas citamos algunas medidas preventivas:

- ❑ Utilizar matrices Slug Free® para facilitar la caída del retal
- ❑ Desmagnetizar los utillajes después de rectificarlos. Cuando se rectifican utillaje a veces se suele utilizar platos magnéticos para fijarlo. Esto puede provocar que se magnetice el utillaje. Cuando se punzonan materiales férricos el utillaje puede actuar como un imán atrayendo los retales
- ❑ Disminuir la tolerancia de la matriz. De esta forma se reduce la apertura por donde salen los retales, reduciendo la probabilidad de que estos puedan subir fácilmente.
- ❑ Aumentar la penetración del punzón en la matriz llevando el retal lo más abajo posible. Esto es importante junto con el punto anterior cuando se punzona material protegido con plástico. De esta forma aseguraremos que el plástico se pueda romper en todo el perímetro del agujero.
- ❑ Utilizar rectificadores especiales en el punzón. De esta forma el retal no quedará plano y se pueden evitar el efecto ventosa y por otro lado obligará a aumentar la penetración del punzón
- ❑ Utilizar eyectores de uretano en el punzón. Los eyectores están situados en la superficie de corte de los punzones. Actúan como expulsores ya que estos se comprimen al inicio del ciclo de punzonado y cuando el retal ya está suelto de la chapa lo impulsan hacia abajo
- ❑ Utilizar la lubricación automática de utillaje (ABS). El sistema ABS de algunas máquinas, basado en inyectar aceite pulverizado, ayuda a evitar que el retal pueda subir debido a la propia presión de aire.

PROBLEMAS DE EXTRACCIÓN

Como ya se ha explicado en el ciclo de punzonado la última operación es la extracción del punzón de chapa. Hay que tener en cuenta cuando se realiza un punzonado y debido a la elasticidad del material la chapa tiende a comprimirse contra las paredes del punzón. Por este motivo es necesario que algún elemento ejerza una fuerza ascendente suficiente para que ayude al punzón a salir de la chapa. Dependiendo del tipo de punzonadora esta fuerza proviene de 2 fuentes distintas.

En las punzonadoras de torreta los punzones van montados en un porta-punzones. Estos contienen unos muelles que son los que ejercerán la fuerza de extracción. Como la chapa tiende a comprimirse hacia las paredes del punzón también hay que evitar que la chapa suba junto con el punzón. Para solventar este problema en la parte inferior del porta-punzones va instalado el pisador. Su función es mantener la chapa plana contra la matriz durante todo el ciclo de punzonado. Por lo tanto, durante la fase de extracción el pisador sujeta la chapa para evitar que esta suba junto con el punzón. Es importante que la situación física del punzón en el porta-punzón este siempre por encima del pisador, o sea, que no sobresalga del pisador. De esta forma aseguramos que la chapa se separe del punzón.

En las punzonadoras monopunzón la extracción la realiza la propia máquina estirando al punzón. Si la chapa sube junto con el punzón el separador, situado a poca distancia de la superficie de la chapa, funcionará de tope evitando que la chapa suba. En este tipo de punzonadora el punzón debe estar situado físicamente por encima del separador.

Para reducir problemas de extracción y hay que facilitar la extracción del punzón de la **Back-Taper (conicidad negativa) Standard**

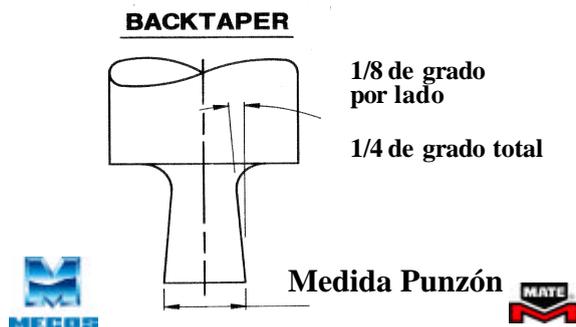


FIGURA 5

Heavy-Duty Back-Taper (Conicidad negativa)

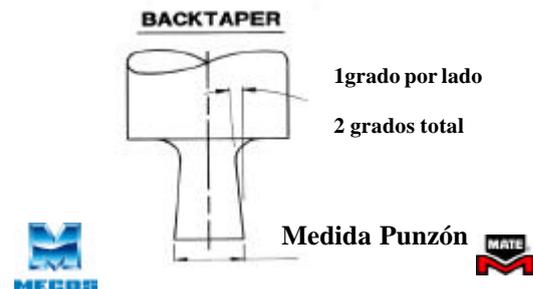


FIGURA 6

chapa. Una de las soluciones más habituales y que suele ser standard es que los punzones estén mecanizados con una conicidad negativa en la mecha. Esta conicidad (ver figura 5) suele ser una fracción de grado de forma que la medida del punzón no varía sustancialmente. Pero por otro lado esta conicidad reduce la superficie de contacto y por tanto la presión que la chapa ejerce sobre las paredes del punzón. De esta forma reducimos la fuerza necesaria para realizar la extracción. Para punzonar cierto tipo de materiales especialmente problemáticos con la extracción como el inoxidable y/o grandes espesores de chapa esta conicidad se puede aumentar (ver figura 6) para facilitar lo máximo posible la extracción. Otras medidas para solventar la problemática de la extracción del punzón son:

- ❑ Incrementar la tolerancia de la matriz. Queda claro que un agujero punzonado será cónico ya que por la parte superior tiene la medida del punzón y por la parte inferior la medida de la matriz que es más grande debido a la tolerancia de esta. Si aumentamos la tolerancia de la matriz el agujero tendrá más conicidad y por tanto reduciremos la superficie de contacto entre punzón y chapa
- ❑ Verificar la fatiga de los muelles de extracción. Como todo elemento mecánico los muelles está sujetos a una fatiga. Esto puede reducir la fuerza de extracción. Si fuese necesario sustituir los muelles
- ❑ Mantener bien afilado punzón y matriz. De esta forma conseguiremos una mejor calidad de corte evitaremos rozamientos innecesarios.
- ❑ Utilizar lubricación de utillaje (ABS) y/o de chapa. Queda claro que lubricando la chapa y los punzones el coeficiente de fricción (rozamiento) se reducirá
- ❑ Utilizar una estación superior. Al cambiar a una estación superior los muelles serán mayores y por tanto tendrán más fuerza de extracción.
- ❑ Verificar que el punzón no tiene adherido material. Si a las paredes del punzón se ha adherido material el rozamiento será mayor y será necesario más fuerza para extraer el punzón de la chapa
- ❑ Utilizar afilados especiales. De esta forma la fuerza de extracción necesaria será más prolongada pero no tan intensa.

PROBLEMAS DE ADHESIÓN DE MATERIAL EN EL PUNZÓN

Este tipo de problema se produce debido a varios factores. Cuando se realizan varios punzonados la temperatura de punzón aumenta. Teniendo en cuenta que cuando se realiza un agujero hay parte del material que es arrancado es normal que ciertas partículas de chapa queden sueltas. Si además, existe una compresión del material contra las paredes del punzón es fácil que esas partículas se queden adheridas al punzón. Este tipo de

problemas dependerá del mucho del tipo de material que se esté punzonando. Si se punzona aluminio o inoxidable las probabilidades serán mayores que si se punzona acero. Para reducir esta problemática lo más sencillo es reducir la presión que ejerce la chapa sobre las paredes del punzón ya que sobre los otros factores es más difícil. las acciones para reducir este problema son parecidas a las aplicadas para reducir los problemas de extracción: incrementar la tolerancia de la matriz, mantener bien afilado punzón y matriz, utilizar lubricación de utillaje (ABS) y/o de chapa.

Otras soluciones serán reducir la velocidad de punzonado y/o cambiar la secuencia de punzonado de forma que no se realicen muchos punzonados seguidos, de esta forma la temperatura no aumentará tan rápido.

Otra solución es aplicar ciertos tratamientos (nitrurado) o recubrimientos (de titanio) a los punzones. Este tipo de acción provoca que el coeficiente de fricción del propio punzón se reduzca. De esta forma será más difícil que las partículas de material se puedan adherir a las paredes laterales del punzón. El nitrurado es un tratamiento térmico en una atmósfera de Nitrógeno y los recubrimientos es una adhesión de unas pocas micras de un nitruro de titanio (Máxima).

PROBLEMAS DE TONELAJE

Es importante saber que tonelaje va a ser necesario cuando realicemos un agujero para no sobrepasar el tonelaje máximo de la punzonadora. En caso contrario podríamos ocasionar daños al utillaje o a la máquina.

El tonelaje necesario depende del perímetro de corte del punzón, del espesor de la chapa y del esfuerzo de corte del material a punzonar. Para calcular el tonelaje se debe aplicar la siguiente formula:

$$\frac{\text{Perímetro} \times \text{Espesor} \times \text{Esfuerzo de corte}}{1.000} = \text{Toneladas}$$

Para el esfuerzo de corte se suelen aplicar los siguientes valores

- ❑ Aluminio 20 – 25 Kg/mm²
- ❑ Acero 37 – 45 Kg/mm²
- ❑ Inoxidable 60 – 70 Kg/mm²

Cada material tiene su esfuerzo de corte pero sería conveniente utilizar los valores máximos para poder tener un margen de seguridad.

Para el calculo de los perimetros adjuntamos una tabla donde aparecen algunas formulas para calcularlo en función de la forma geométrica del utillaje.

Veamos un ejemplo. ¿Qué tonelaje necesitamos para realizar un agujero cuadrado de 35 mm en chapa de 4 de acero?

Perímetro = 4 x 35 = 140 mm.

Espesor = 4 mm

Esfuerzo de corte para acero = 45 Kg/mm²

$$\text{Tonelaje necesario} = \frac{140 \times 4 \times 45}{1.000} = 25,2 \text{ Tons.}$$

Shape	'A' Dimension Dictates Station Size	'L' Dimension Outside Perimeter
Round	 A = Diameter	L = 3.14 x A
Square	 A = B x 1.414	L = 4 x B
Rectangle	 A = $\sqrt{B^2 + C^2}$	L = 2 x (B + C)
Oval	 A = C	L = 2C + 1.14B
Rect / Oval	 A = $\sqrt{B^2 + C^2}$	L = 2C + 1.57B
Equilateral Triangle	 A = 1.334 x C	L = 3 x B
Quad 'D'	 A = Diameter	L = (approx.) 3.14 x A
Hexagon	 A = 1.155 x B	L = 3 x A

Cálculos de Perímetros

Determinar perímetros para cálculo de tonelaje y diagonales para determinar el tipo de estación

L = Perímetro agujero
A = Dimensión Diagonal (Medida Estación)



Si tuviésemos una punzonadora que fuese de 20 toneladas no podríamos realizar este agujero de un solo golpe. Para poder hacer el agujero deberíamos realizarlo con un punzón de menores dimensiones y en varios golpes. Cuando el agujero que queremos realizar sobrepasa el tonelaje o las dimensiones máximas del utillaje de nuestra punzonadora existen múltiples soluciones para poder realizar ese agujero mediante la combinación de punzonados con formas standard o especiales.

Otra posibilidad de reducir el tonelaje podría ser dar un afilado especial al punzón. De esta forma la fuerza necesaria será progresiva y no necesitaremos tanta fuerza de punzonado. Al aplicar esta solución se ha de tener en cuenta que a medida que se desgasta el punzón la fuerza de punzonado aumenta. Por este motivo es muy importante mantener el utillaje en buenas condiciones de corte.

Por ejemplo si queremos punzonar 3 mm de inoxidable con un punzón diámetro 35, necesitaremos 23,1 Tons. Si nuestra punzonadora es de 20 Tons. No podremos realizarlo de un solo golpe. Si al punzón lo afilamos tipo Rooftop (tejadillo o punta de flecha) reduciremos el tonelaje y lo podremos hacer con nuestra punzonadora.

Existen distintos tipos de afilado de punzón (ver figura 7). Además de poderse utilizar para reducir el tonelaje los afilados también se pueden utilizar para otras aplicaciones:

- Reducir el ruido de punzonado
- Para evitar la subida de los retales
- Para evitar problemas de extracción
- Para reducir el impacto sobre el utillaje y sobre la punzonadora

Afilados habituales

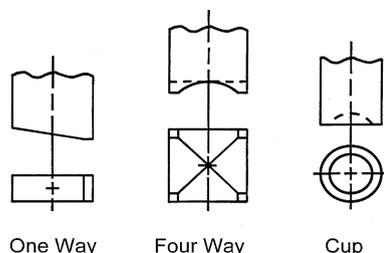
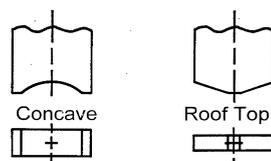


FIGURA 7



PROBLEMAS DE AFILADO Y VIDA DEL UTILLAJE

¿Cuántos golpes puedo dar antes de rectificar un punzón o matriz? Esta es la típica respuesta cuya respuesta es muy difícil de dar. El motivo es que existen muchas variables para poder dar una respuesta concreta.

Uno de esos factores es el espesor y el tipo de chapa que se esté punzonando. Esta claro que la fuerza necesaria para punzonar aluminio de 1 mm no es la misma que para punzonar 4 mm de inoxidable. Cuanta más fuerza sea necesaria más se desgastará el utillaje.

Otro factor es el uso correcto de las tolerancias del cual ya hemos hablado anteriormente. Si las tolerancias no son correctas y las fracturas no se encuentran el utillaje deberá realizar más esfuerzos para realizar un agujero.

Se comento también que la tolerancia debe estar uniformemente repartida y partiendo de que el utillaje está bien mecanizado (centrado y orientado) el problema puede ser de la máquina. Puede existir un problema de alineación entre punzón y matriz achacable a la punzonadora. Como problemas de alineación se puede dar el caso de que los centros del punzón y de la matriz no coincidan y/o que la posición angular de estos no sea correcta. Se podría dar el caso que el problema sea de las chavetas/chaveteros de la máquina, porta-punzones o cassettes un mal montaje por parte del operario o que el mecanismo del index, que permite girar los utillajes este desfasado entre punzón y matriz.

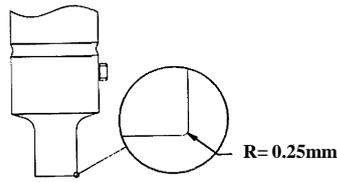
También es importante para la vida del utillaje lubricar los punzones, las guías y la chapa. Esta demostrado, y de hecho en algunas punzonadoras es standard y en otras opcional, que la lubricación del utillaje (ABS) aumenta la vida del utillaje. También en muchas punzonadoras se puede instalar un sistema de lubricación de la chapa.

Mecanizar radios de construcción en las esquinas de los utillajes puede aumentar la vida de los utillajes. Por ejemplo en ciertas esquinas de algunos triángulos o en esquinas de cuadrados o rectangulares cuando se está punzonando chapa de cierto grosor.

Para ciertas aplicaciones es posible aumentar la vida del utillaje aplicando afilados especiales a los punzones. También se les pueda nitrurar o aplicarle un recubrimiento que aumente su dureza y reduzca el coeficiente de fricción.

Pero lo más importante de todo en condiciones de funcionamiento adecuadas de máquina para mejorar la vida de los utillajes es mantenerlos en las mejores condiciones de corte posibles. Para ello es necesario rectificarlos frecuente y adecuadamente. La recomendación habitual a la hora de rectificar un utillaje es tener que rectificar unos 0,25 mm. Esto quiere decir que tanto en el punzón como en la matriz el filo de corte se ha convertido en un radio de 0,25 mm. (ver figura 8). Hay que tener en cuenta que cada vez que se da un punzonado se crea un microradio debido al desgaste. Esta claro que al realizar el siguiente punzonado las condiciones de corte son un poquito peores que en el punzonado anterior. Esto obligará a ejercer un poquito más de fuerza para poder realizar el agujero, por lo tanto, el punzón se desgastará un poquito más que en el punzonado anterior. Quede claro que este desgaste entre un punzonado y el siguiente es inapreciable pero a fuerza de ir acumulando punzonados el desgaste va creciendo rápidamente.

Cuándo Reafilar Punzones y Matrices



Afilarse cuando se forme un radio de 0.25mm en el punzón o matriz



La vida del útil es MAS DEL DOBLE si Afilamos Frecuentemente



FIGURA 8

Importancia de un Mantenimiento frecuente

Afilado Inapropiado		Afilado apropiado	
Total Agujeros Punzonados	Radio Formado	Total Agujeros Punzonados	Radio Formado
100,000	0.25mm	100,000	0.25mm
50,000	0.50	100,000	0.25
25,000	0.75	100,000	0.25
10,000	1.00	100,000	0.25
185,000	1.0mm	400,000	1.0mm
Total Golpes	Desgaste total		

FIGURA 9

Como ejemplo analicemos la tabla que aparece en la figura 9. Supongamos que hasta que se crea un radio de 0,25 mm en el filo de corte hemos realizado 100.000 golpes. Si rectificamos 0,25 mm estaremos en condiciones óptimas de punzonado y podremos dar 100.000 golpes más. Siguiendo este procedimiento cuando hayamos rectificado hasta 1 mm habremos dado 400.000 golpes.

Supongamos que después de que el filo de corte del punzón se haya redondeado a un radio de 0,25 mm no afilamos el utillaje. Al no estar en las mejores condiciones de corte el utillaje cuando tuviese que rectificarse 0,5 mm (0,25 más que antes) dará 50.000 golpes. Si seguimos este procedimiento el número de golpes correspondiente para cada afilado de 0,25 mm más será menor. En total, cuando tuviésemos que rectificar un total de 1 mm habremos dado 185.000 golpes.

Observamos que depende del procedimiento de rectificado que sigamos podemos dar el doble de golpes. En resumen, un buen mantenimiento del utillaje puede alargar mucho la vida de los utillajes y que es el mejor remedio para alargar la vida del utillaje.

APLICACIONES ESPECIALES DE PUNZONADO

A continuación comentaremos algunas situaciones especiales de punzonado

Punzonado en grandes espesores

Cuando se debe realizar punzonados en espesores grandes nos pueden aparecer la mayoría de problemas asociados al punzonado. Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente resumiremos los puntos a tener en cuenta en esta situación:

- Tener los utillajes en las mejores condiciones de corte, bien afilados
- Utilizar la gama más alta de tolerancias
- Utilizar punzones con conicidad negativa extra (2° en total)
- Si es posible utilizar radios en las esquinas para un menor desgaste del utillaje
- Lubrificar el utillaje (ABS) y la chapa
- Utilizar velocidades de punzonado y velocidades de desplazamiento de ejes lentas
- Inspeccionar frecuentemente el estado de los utillajes
- Aplicar afilados especiales a los punzones

Agujeros con dimensiones inferiores al espesor

Hay situaciones en las que es necesario realizar agujeros que tienen alguna dimensión inferior al espesor de la chapa. En estos casos el riesgo de que se rompa el punzón aumenta. Cuando la mecha de un punzón con dimensiones inferiores al espesor de la chapa inicia el ciclo de punzonado tiende a flexar y por tanto a romperse. Existen utillajes llamados completamente guiados en los que el pisador cumple una función extra: guiar la parte inferior de la mecha del punzón. La abertura del pisador con relación a

la dimensión del punzón es solo de 0,04 mm de forma que evita la flexión de la mecha del punzón. Al evitar esta flexión y guiar al punzón conseguimos que este entre más centrado en la matriz con lo que la uniformidad de la tolerancia de corte será mejor. De esta forma la vida de los utillajes aumentará y la calidad del punzonado será inmejorable. En la tabla inferior se muestra la relación entre la dimensión mínima de un utillaje y el espesor de la chapa tanto para el utillaje standard como para el utillaje guiado

Relación entre dimensión mínima y espesor de chapa según el material

Material	Utillaje standard	Utillaje Guiado
Aluminio	0,75 a 1	0,5 a 1
Acero	1 a 1	0,75 a 1
Inoxidable	2 a 1	1 a 1

Este tipo de utillajes son muy recomendables para utillaje de recortar ya que suelen utilizarse mucho y es importante para la calidad final de la pieza. También es aconsejable para los típicos punzones que se utilizan para recortar ya que a veces se debe punzonar una área mucho menor que la del punzón, lo que crea que este tienda a desviarse. Por el mismo motivo es aplicable para operaciones de muescado (nibbling) con redondos. Con este tipo de utillajes se ha llegado a realizar agujeros de diámetro 2,5 en chapa de 6 mm de acero st52 en una punzonadora combinada con láser Amada para poder iniciar el corte desde un agujero y evitar tener que realizar la perforación con el láser.

Cuando los retales son la pieza buena (Blanking)

En ciertas ocasiones es posible cortar el contorno de una pieza pequeña de un solo golpe. Hay tener en cuenta que el retal de punzonado siempre es cónico debido a la diferencia de dimensiones entre punzón y matriz. Por este motivo es importante determinar las tolerancias críticas de la pieza. También habrá que determinar si las dimensiones de la pieza se aplican al punzón o a la matriz. En este tipo de piezas la tolerancia de corte se suele reducir un 5% para que la pieza sea lo menos cónica posible. Es muy importante que los utillajes estén en buenas condiciones de corte y se deben inspeccionar frecuentemente. En función de la geometría de la pieza es posible que el retal no quede plano. En ese caso se debe aplicar unafilado especial al punzón para compensar. En la figura 10 se pueden ver algunos ejemplos.



FIGURA 10



FIGURA 11

Necesidad de realizar un agujero lo más recto posible (shaving)

En ocasiones es necesario que las paredes del agujero que debemos punzonar sea tenga las paredes lo más rectas posibles. Para ello el agujero se debe realizar con dos punzonados. El primer punzonado lo realizaremos con una tolerancia normal y el segundo

se realizará con una tolerancia lo más pequeña posible con la finalidad que la diferencia entre punzón y matriz sea lo mínimo posible. Una aplicación podría ser el realizar un agujero previo en chapa gruesa para luego roscarlo en lugar de realizar una extrusión. En la figura 11 podemos observar los retales del segundo punzonado.

EMBUTICIONES

En este apartado comentaremos de forma muy general los problemas asociados a las embuticiones.

Una embutición es crear una deformación en un lugar determinado de la chapa. Los utillajes de embutición pueden ser únicamente de embutición, de punzonado y embutición, de corte y embutición, de embutición en continuo y estampado. Se pueden crear deformaciones tipo avellanado, extrusiones para métricas, rejillas de ventilación, embuticiones para roscar directamente tornillo roscachapas, estampar logotipos, botones de localización, etc.

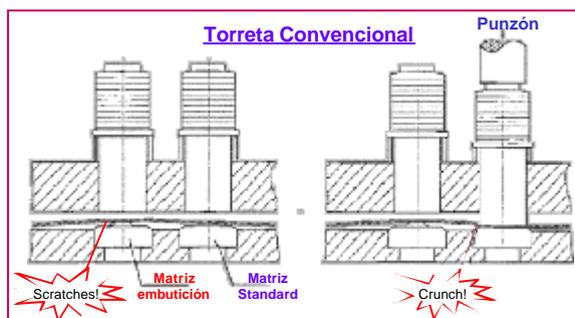
Normalmente los utillajes de embutición realizan la deformación hacia arriba para evitar problemas de colisiones cuando la chapa sea desplazada. Por lo tanto, podríamos decir que el utillaje de embutición trabaja al revés. El punzón suele estar abajo y la matriz arriba. Por este motivo hay que tener en cuenta que las matrices del utillaje de embutición son más altas que las matrices normales. Suelen tener un sistema de extracción que consiste en unos muelles que van en el interior de la matriz para ayudar a extraer la chapa del punzón que está en la parte inferior. Según el tipo de embutición también puede llevar extracción en la parte superior (matriz). El motivo de que sean más altas es para que cuando el útil superior llegue al límite inferior de punzonado comprimiendo los muelles de extracción la matriz tenga la misma altura que una matriz de punzonado. De esta forma la chapa quedará plana y no se deformará.

Debido a esa diferencia de altura de las embuticiones hay que tener en cuenta una serie de consideraciones:

- Realizar las embuticiones como última operación de la pieza
- Trabajar a velocidad de punzonado lenta
- Situar la pieza que la embutición este lo mas lejos posible de las mordazas
- Utilizar matrices con bola para ayudar a la chapa a salvar la diferencia de altura



Embutición en una punzonadora de torreta



Otras consideraciones a tener en cuenta son:

- ❑ Lubrificar la chapa y utilizar el sistema de lubricación de utillaje (ABS) para facilitar el deslizamiento de la chapa durante la deformación.
- ❑ Los utillajes de embutición precisan de una regulación de la carrera del martillo diferente a la de punzonado. Si no es posible regular la carrera del martillo se deberá regular la altura del utillaje.
- ❑ Para encontrar la regulación correcta escoger una carrera corta o reducir la altura total del utillaje. Luego ir incrementando poco a poco la carrera o la altura del utillaje hasta conseguir la embutición deseada
- ❑ Procurar no utilizar las estaciones adyacentes a una embutición como estaciones de punzonado. Es importante estudiar el lugar de la torreta donde se sitúan los utillajes de embutición.
- ❑ Los utillajes de embutición suelen estar diseñados para un espesor de chapa determinado.
- ❑ La máxima altura de embutición depende de varios factores como el espesor de la chapa, el tipo de chapa, la luz máxima entre punzón y matriz o entre tordetas, del tipo de embutición, etc.

