



② El arte del plegado de chapas.

El plegado de chapa, es un proceso de fabricación mediante el cual el metal es deformado plásticamente, mientras se somete a tensiones más allá de su límite elástico, pero sin llegar a su límite de rotura. Un poco más del tema se tocará en la próxima entrega.

En esta operación, es necesario tener en cuenta el radio de curvatura y la elasticidad del material. A ser posible, deben evitarse los cantos vivos; para este propósito se aconseja fijar los radios de curvatura interiores, iguales o mayores que el espesor de la chapa, con la finalidad de no estirar excesivamente la fibra exterior y así garantizar un doblado sin fisuras en la pieza.

Para evitar estos problemas muy notables en el producto final, los radios de curvaturas se deben asumir de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- radio de curvatura de 1 a 2 veces el espesor, para materiales dulces o elásticos.
- Radio de curvatura de 3 a 4 veces el espesor, en materiales duros o poco elásticos.

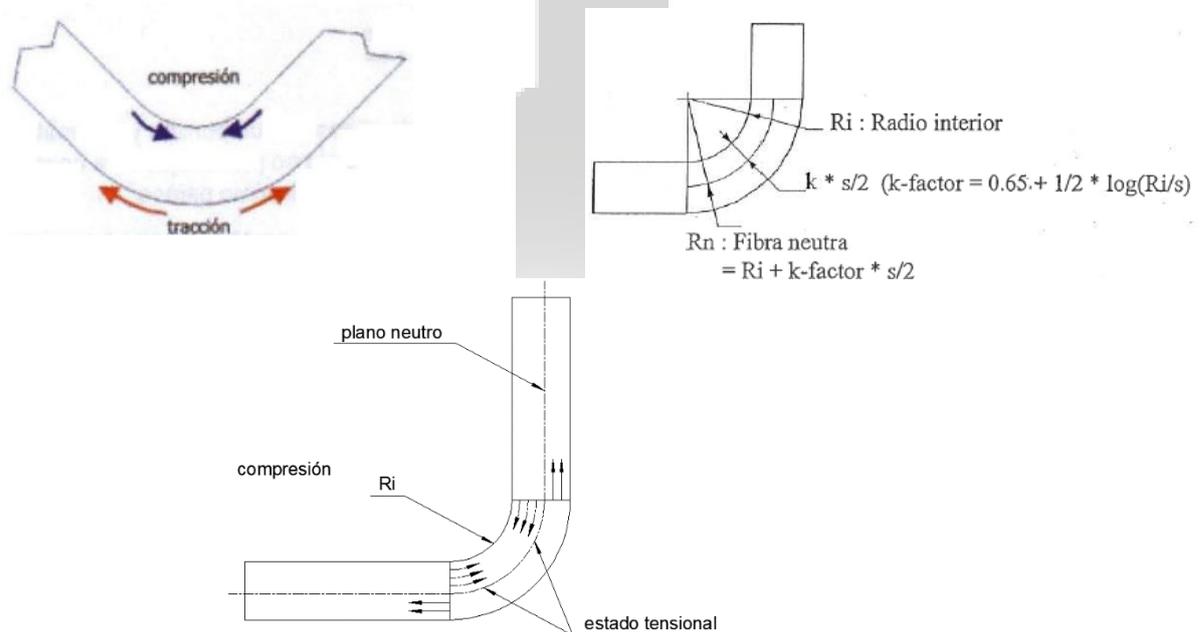
Cuando la chapa metálica es doblada, como sucede en todo sólido en flexión, la superficie más alejada del centro de la curvatura resulta estirada longitudinalmente y comprimidas transversalmente, mientras que las más cercanas a este son comprimida en la dirección longitudinal y estiradas en la dirección transversal. Entre ambas curvaturas, encontramos sobre un plano, fibras que mantienen su longitud inicial, formando el plano conocido como plano neutro.

La figura siguiente, muestra el comportamiento de las moléculas en el material doblado.





A continuación, mostraremos la representación gráfica de esta línea o plano neutra y sus ecuaciones teóricas.



Como se puede ver en la figura anterior, la línea neutra se encuentra cercana al centro del espesor de la chapa, pero su posición real puede variar dependiendo de varios factores como el material, del radio de doblado, la temperatura ambiente, la dirección del grano del material (difiere mucho si se conforma a favor o en contra de la fibra del material), del método o tipo de plegado empleado, etc.

La ubicación de la línea neutra a menudo se conoce como el factor “k”, que representa la ubicación del plano neutro con respecto al espesor del material.

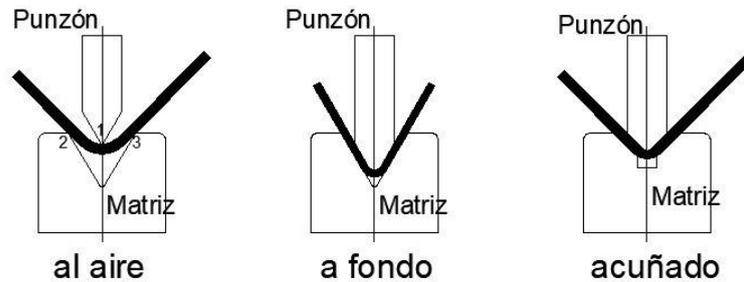
Muchos programas CAD, calculan los márgenes de tolerancias de forma automática, partiendo de valores “k” obtenidos después de varios estudios prácticos, además de permitir que el usuario pueda interactuar sobre el e introducir sus valores empíricos. Así tenemos, los cálculos automáticos que utilizan los controles Cybelec, o DELEM, así como los que realiza el CAD Pro-E, SolidWorks, Inventor, etc.

Sin embargo, también existen algunas reglas generales que se pueden usar para factores K que generalmente arrojarán resultados que se encuentran dentro de las tolerancias aceptables para el trabajo de chapa metálica que no sea de elevada precisión. Algunos de estos factores K de muestra se dan en los tipos de plegados que explicaremos a continuación.

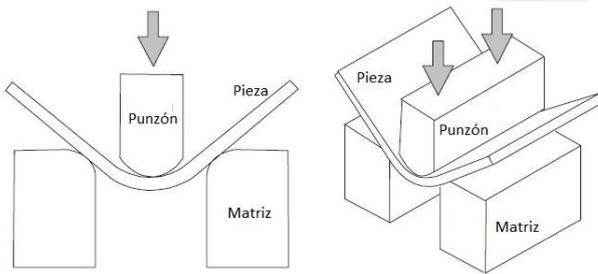
La norma alemana DIN-6935 incluye referencias del factor “K” para diferentes ángulos de plegados.



Tipos principales de plegados:



Plegado al aire. → ("Air bending")



La operación de plegado, se realiza con el contacto solo de 3 puntos; estos son la punta del punzón y las dos esquinas superiores de la matriz. Tiene la característica de nunca permitir que el material entre en contacto con el fondo de la matriz ni apoyarse en los flancos del ángulo de la misma.

Es uno de los procesos más utilizados, por ser el más versátil y económico, gracias a la posibilidad de ejecutar cualquier ángulo entre 180° y la medida del ángulo de la matriz y punzón sin necesidad de cambio de utillaje. Usualmente se utiliza el mismo ángulo tanto para el punzón como en la matriz. Es típico que se utilicen utillajes a 30° para fabricar la mayoría de las piezas.

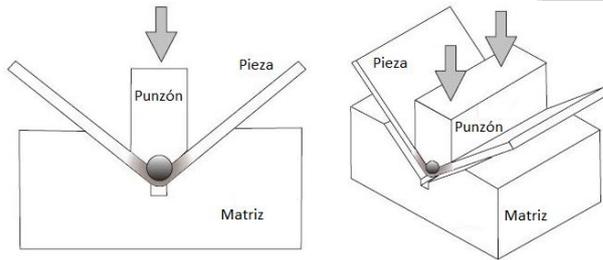
En este método, no es necesario el cambio de punzones y matrices para obtener diferentes ángulos de plegados, porque el ángulo se obtiene en función de la carrera del punzón, es decir, de la penetración del mismo dentro de la matriz.

La fuerza requerida para realizar el plegado es relativamente pequeña, por haber menos fricción al haber muy pequeño contacto entre el material y las herramientas. La prensa plegadora no requiere ser de grandes tonelajes.

Es un proceso más rápido y con menos desgaste de los utillajes, pero hay que tener en cuenta el retorno elástico del material (springback) para poder obtener una buena precisión en el plegado. El radio interior del plegado es prácticamente el mismo que el radio del punzón.



Plegado a fondo → "Bottom bending".



Es un proceso de plegado, donde el punzón y las caras de la pieza tocan el fondo de la matriz, el material cede ligeramente reduciendo su elasticidad y la holgura entre el punzón y la matriz es menor que el espesor del material. De esta forma se controla más el ángulo de plegado, al disminuirse el retorno elástico del material (springback).

El punzón y la matriz deben de tener el mismo ángulo.

El radio interior de la pieza debe ser como mínimo igual al espesor del material.

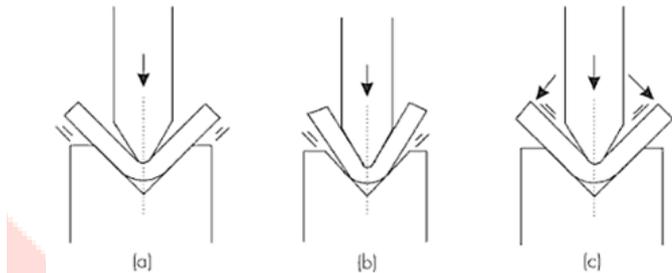
El tonelaje en este tipo de plegado es superior al requerido para el plegado al aire, aproximadamente este método requiere hacer entre 50%-60% más que un plegado al aire.

En algunas ocasiones este tipo de plegado, para eliminar un poco más el retorno elástico, es aconsejable que ***solo el radio sea estampado en el material***. Como se muestra en la siguiente figura, hay suficiente claridad angular entre las herramientas, es decir, entre el punzón y la matriz para compensar el retorno elástico del material. Los ángulos del punzón y de la matriz no coinciden, siendo siempre el punzón más cerrado angularmente que la matriz. (Ejemplo: Punzón a 85° y matriz a 90°).

a) Retorno elástico es controlado a través del ángulo usado en la herramienta.

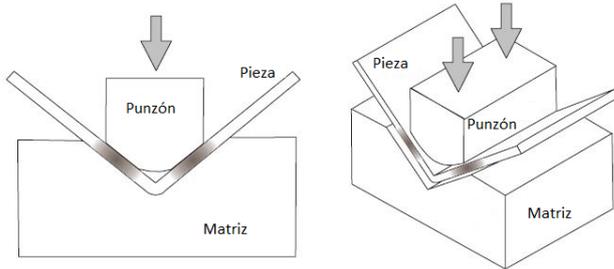
b) El material es llevado hasta un ángulo que incluye la recuperación elástica, se pasa en ángulo el plegado.

c) y una vez liberado el material es forzado a retornar al ángulo de la matriz.





Plegado acuñado → "Coining Bending"



Este probablemente fue el primer método de plegado practicado a la chapa, en el mismo el ángulo del punzón y de la matriz deben ser iguales y coincidentes con el que se quiere obtener en la pieza. Ejemplo: Para hacer una pieza a 90°, se debe usar matriz y punzón de 90°.

Es un método donde se controla el retorno elástico, debido a que la punta del punzón y sus laterales en ángulo penetran en el material, pasando la fibra neutra a presión extrema constante, logrando así realizar un estampado del ángulo en la chapa. La tensión de compresión se aplica a la región de flexión para aumentar la cantidad de deformación plástica.

El radio interior debe ser de hasta 0.75 veces el espesor de la chapa.

Si el radio del punzón es muy pequeño (menor del 63% del espesor del material), la punta del punzón puede penetrar dentro o pasar el eje de la fibra neutra de plegado.

Con esta penetración hasta la fibra neutra por la punta del punzón, el retorno elástico desaparece, y el material se mantiene permanentemente deformado hasta el punto donde la presión fue realizada. Es un plegado muy preciso, pero requiere el uso de máquinas con mucho tonelaje y de utillaje acorde a las necesidades del plegado.

El tonelaje en este tipo de plegado es superior al requerido para el plegado al aire, aproximadamente este método requiere hacer entre 5 a 10 veces mayor fuerza que un plegado al aire.