

REPULSADO DEL ACERO INOXIDABLE

Por : Manuel Fernández
 Doctor Ingeniero Industrial
 Licenciado en Ciencias Físicas

INTRODUCCIÓN

El repulsado es un procedimiento de conformación de la chapa que permite obtener piezas de revolución de secciones longitudinales muy diversas, con simetría cilíndrica, a partir de chapas planas o de formas tubulares previas (Figura 1), mediante el empleo combinado de un movimiento de rotación y de una fuerza, aplicadas sobre la chapa, para conseguir su conformado sobre un mandril (Figura 2).

También se pueden obtener por repulsado, utilizando la maquinaria adecuada, formas geométricas con secciones ovales transversales, (perpendiculares al eje de giro). Tanto el repulsado de piezas con simetría cilíndrica como con simetría oval requiere de una elevada especialización del personal. El proceso es una alternativa a la fabricación por embutición y/o por estampado, en función del utillaje disponible y de las series de fabricación.

El repulsado puede clasificarse en dos categorías diferentes :

Entallado, en el que prácticamente no existe reducción en el espesor de la chapa o, de existir, es muy pequeña.

Fluotorneado o estirado, en el que el metal es reducido de sección

de forma muy acusada, por la aplicación de adecuados esfuerzos de conformación. Podríamos decir que el entallado busca la conformación como primer objetivo y la pequeña reducción de espesor, cuando la hay, viene como consecuencia, mientras que el fluotorneado busca el estirado y la reducción consecuente del espesor, a la vez que la conformación.

ENTALLADO

Características

El entallado se realiza aplicando la fuerza necesaria para la deformación, de forma manual o mecánica. En el proceso manual, la herramienta puede ser sostenida directamente por el operario, que hace palanca sobre un soporte adecuado

(Figura 2a), o estar sujeta sobre la bancada de la máquina (Figura 2b). En el proceso mecánico, la herramienta es movida por un carro, que es accionado en forma mecánica o hidráulica.

La velocidad a aplicar depende de la ductilidad y del espesor del material a conformar y del tamaño y la geometría de la pieza, así como del equipo o maquinaria disponible. Para los aceros inoxidables de la serie 300, excepto para el 305, suelen emplearse velocidades del orden de 1/3 a 1/2, de las que se emplean para trabajos similares, ejecutados con aceros al carbono. Con aceros entre 1/2 y 3/4, de las utilizadas en similares ejecuciones, con aceros al carbono. Velocidades de unos 60m/min son las máximas alcanzadas para el entallado de los aceros inoxidables.

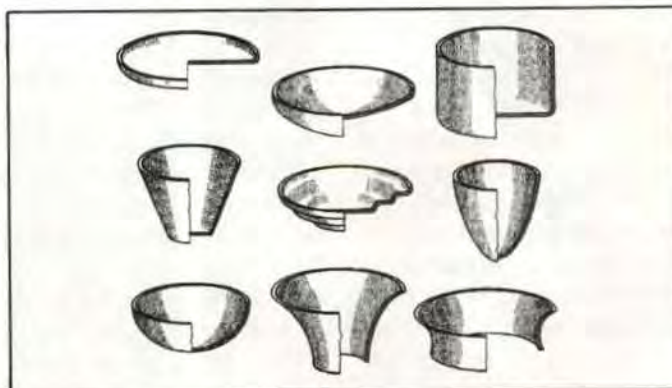


Figura 1. Piezas con simetría cilíndrica

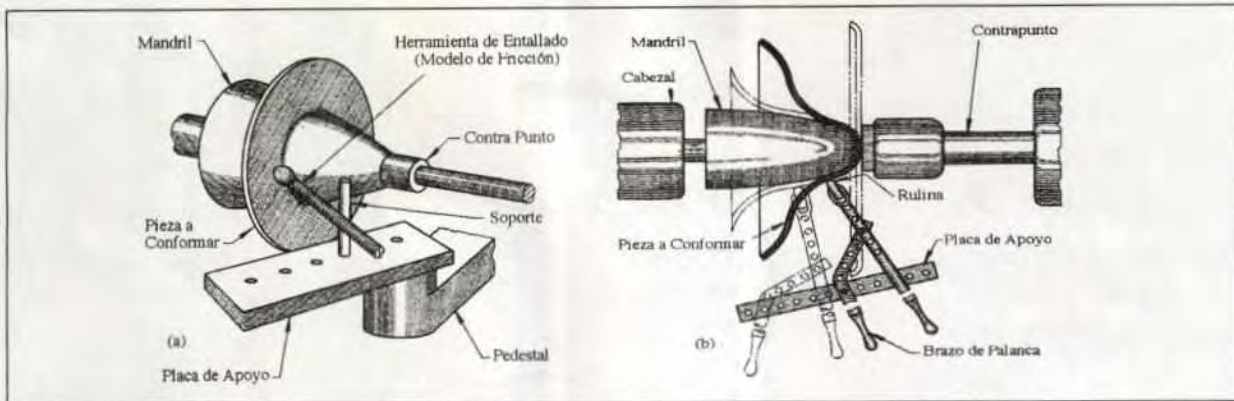


Figura 2. Torno de entallado

Los discos mayores que se emplean en el entallado no suelen rebasar los 2.500 mm de diámetro, con herramientas accionadas mecánicamente, siempre que la máquina lo permita. Nuestra experiencia personal, para trabajos de entallado con herramientas manuales, no conoce diámetros de discos superiores a los 900 mm.

Comparación con otros procesos

El entallado como sistema de producción alternativo respecto a otros procesos de conformación, puede presentar las siguientes ventajas:

- Maquinaria relativamente barata.

- Utillaje más económico y más simple.

- Tiempos mas cortos de preparación de máquina.

- Adaptabilidad del equipo y herramienta a cualquier metal y cualquier espesor, dentro de ciertos límites.

- Posibilidad de efectuar con facilidad cambios en el utillaje, para variar

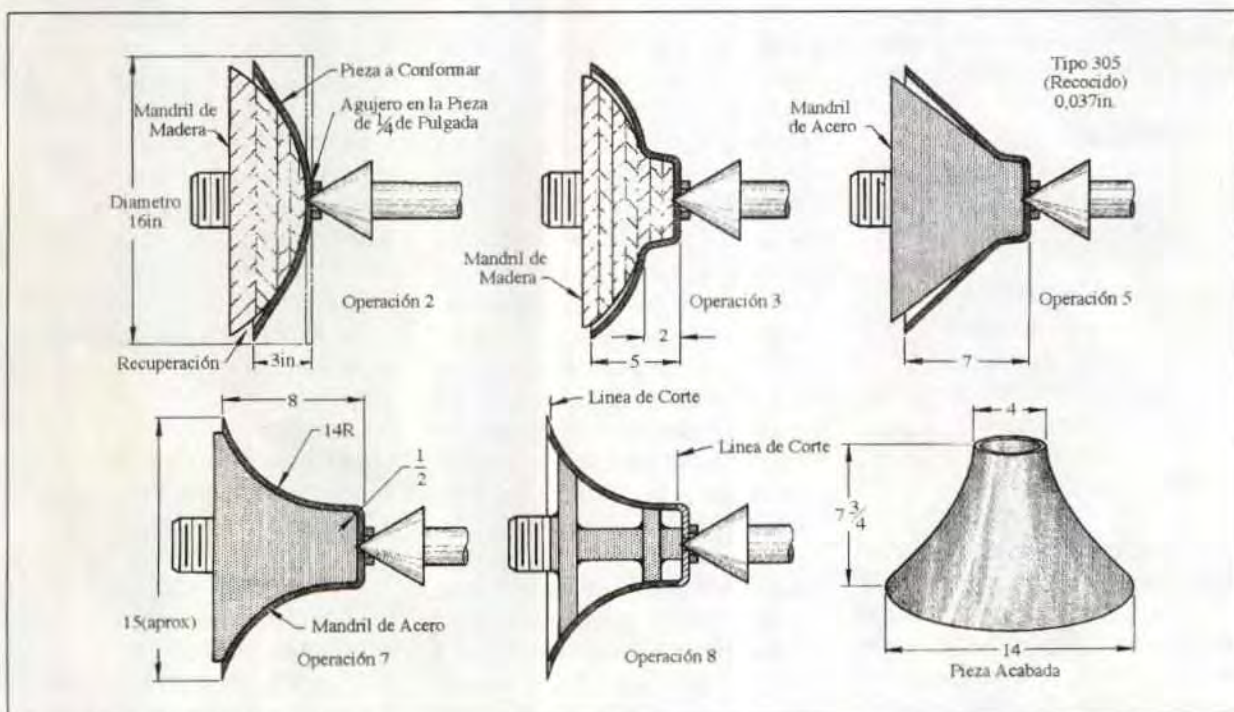


Figura 3. Mandriles diversos, para operaciones sucesivas

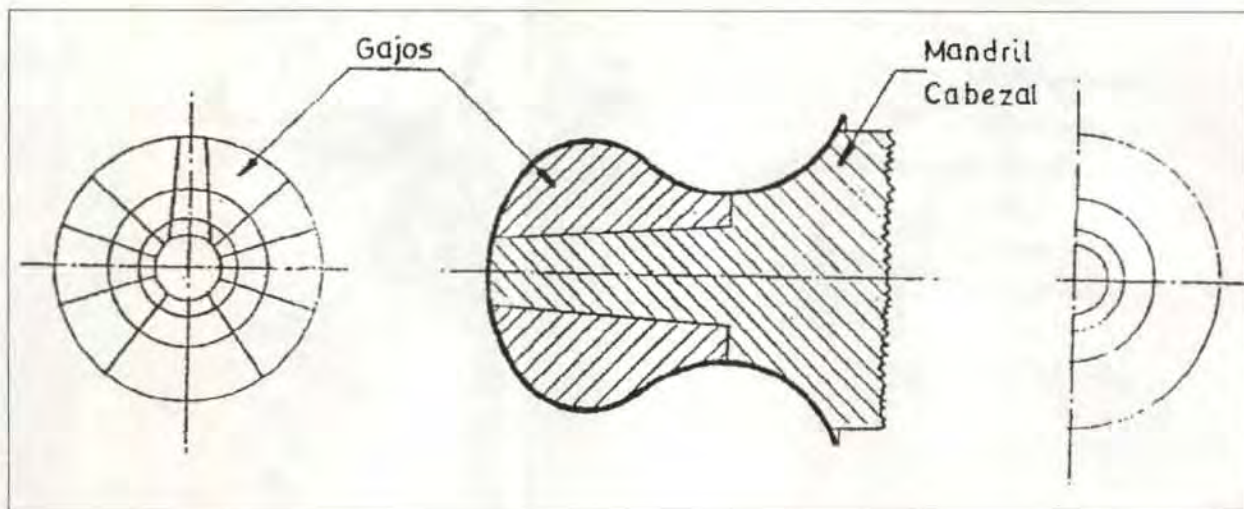


Figura 4. Mandril de gajos

dimensiones y formas en las piezas.

- En contrapartida, hay ciertas desventajas :

- Se requiere mano de obra especializada.

- La igualdad de las piezas en forma y dimensiones dependen grandemente de la habilidad del operador.

- Los tiempos de ejecución son más altos que en otros procesos de conformación : por ejemplo, en embutición.

- La fuerza disponible para la conformación es menor que la disponible en una prensa, aunque en el entallado mecánico se obvia, en parte, esta desventaja.

Utillaje y equipo

El utillaje para el entallado consiste rácticamente en un mandril con la forma de la pieza deseada, tal como se indica en la Figura 2. Cuando la deformación es muy acusada, no puede lograrse en una sola pasada la forma final de la pieza y, entonces, se recurre a operaciones sucesivas

sobre mandriles con formas distintas, como en la Figura 3. En ésta, la pieza realizada en acero inoxidable AISI 305 de 1 mm de espesor, se taladra en su centro para facilitar la sujeción con el contrapunto.

Se entalla a 300 r.p.m. sobre el mandril de la operación 2, hasta tener una altura de 760 mm. En la operación 3, se consigue una altura de 127 mm con forma ligeramente diferente. La operación 4 es un recocido a 1050° C en un horno de atmósfera de amoniaco disociado, con enfriamiento al aire. La operación 5 ciñe la pieza a un nuevo mandril y vuelve a recocerse la pieza como antes. La operación 7 ajusta la pieza a su forma final y en la 8, se cantea para igualar los bordes y dejar la altura a la cota deseada de 197 mm.

En el diseño del utillaje ha de dejarse las tolerancias adecuadas, para prever, en sentido contrario, la recuperación del material, con miras a que la pieza acabada quede con la forma y dimensiones deseadas. Así mismo, se prevén también

tolerancias para compensar las posibles deformaciones producidas por el desarrollo de calor, durante la ejecución de la operación.

Los mandriles suelen hacerse en madera, aluminio, resinas, fundición o acero, según el material a entallar y las series a fabricar. Los de fundición y los de acero sólo se utilizan para series relativamente bajas. Cuando se trata de entallar cuerpos en contrasalida, se recurre al empleo de mandriles de gajos, mandriles que sirvan para "entallado al aire" o dispositivos especiales de excéntrica para producciones importantes. En la Figura 4 se puede ver un sistema de mandril de gajos para fabricar el cuerpo de una cafetera.

En la Figura 5, se ve la fabricación de un cuerpo de análogos características, pero fabricado por "entallado al aire".

Las herramientas de entallado para aleaciones de Cu o de Al, están hechas de aceros al carbono o aleados que permitan durezas de 60 HRC al templarlas, mientras que suelen utilizarse bronce al

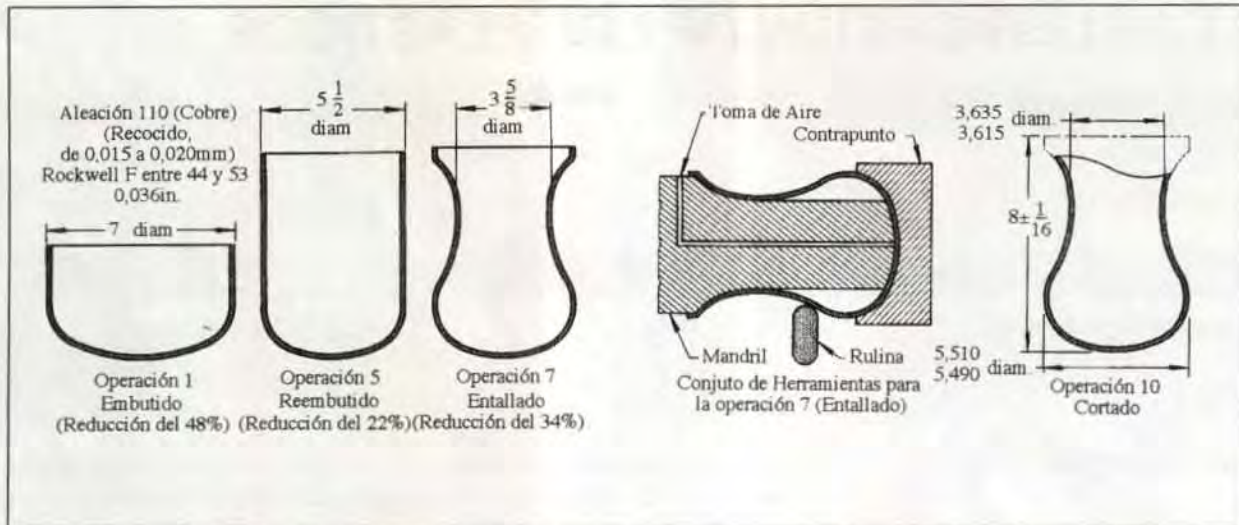


Figura 5. Entallado al aire

aluminio para aquellas que van a trabajar el acero inoxidable.

La velocidad de fluotorneado mínima, desde el punto de vista práctico, es de unos 25 m/min, aunque, con frecuencia, se usan velocidades entre los 300 y 600 m/min, con independencia de la naturaleza del metal, de la forma de la pieza y de la reducción aplicada en la pasada.

Las tolerancias logradas en el entallado dependen, grandemente, de la habilidad del operador. En la

Tabla 1, se dan los valores admitidos para fines comerciales y para técnicas aeroespaciales, en función del diámetro de partida del disco.

El avance de las rulinas está comprendido entre 40 y 380 mm/min (según el diámetro de la pieza), y de él depende el ajuste de la chapa al mandril y el grado de acabado superficial.

Un aumento en la velocidad de avance logrará un ajuste más apretado, mientras que el grado de acabado será más grosero y, viceversa,

un avance menor dará una pieza menos ajustada, pero con mejor acabado.

Preparación del material

Los discos para las operaciones de entallado deben ser lisos, libres de rebabas y defectos en los cantos y de espesor uniforme, para conseguir una sujeción correcta sobre el mandril, por medio del contrapunto y asegurar un buen deslizamiento del extremo activo de la herramienta sin saltos, enganches ni vibraciones, que pueden ser peligrosas para el operario y para el buen acabado de la pieza. Como en esta operación prácticamente no debe haber reducción de espesor en la chapa, el disco inicial se calcula haciendo que su superficie tenga un área igual a la de la superficie lateral de la pieza acabada. En caso de que el trabajo requiera de unos rebordes, que hayan de ser luego recortados para tener la pieza final, la superficie a recortar se tendrá en cuenta en el cálculo del disco inicial.

BIBLIOGRAFIA

CEDINOX.-ACERO INOXIDABLE, (Barcelona) No. 30 jul. 1996; p. 7-10.-- il

φ del disco (mm)	Tolerancia (mm)	
	Comercial	Aeroespacial
300	± 0,40	± 0,20
300 a 930	± 0,40	± 0,20
930 a 1.430	± 0,80	± 0,38
1.400 a 2.500	± 1,60	± 0,50
2.500 a 3.600	± 6,40	± 1,00