

| | | | |
|------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| DEPARTAMENT: | FABR. MECÀNICA | PROFESSOR: | Alejandro Velardo |
| MATÈRIA/UNITAT: | M1 UF1 | GRUP: | MS3 |
| DATA: | | CONVOCATÒRIA: | |
| ALUMNE/A: | | | |

TRABAJO CON LÁMINAS METÁLICAS

1 PREGUNTAS TEÓRICAS

1. Identifique los tres tipos básicos de operaciones con láminas metálicas.

CORTE

DOBLADO

EMBUTIDO

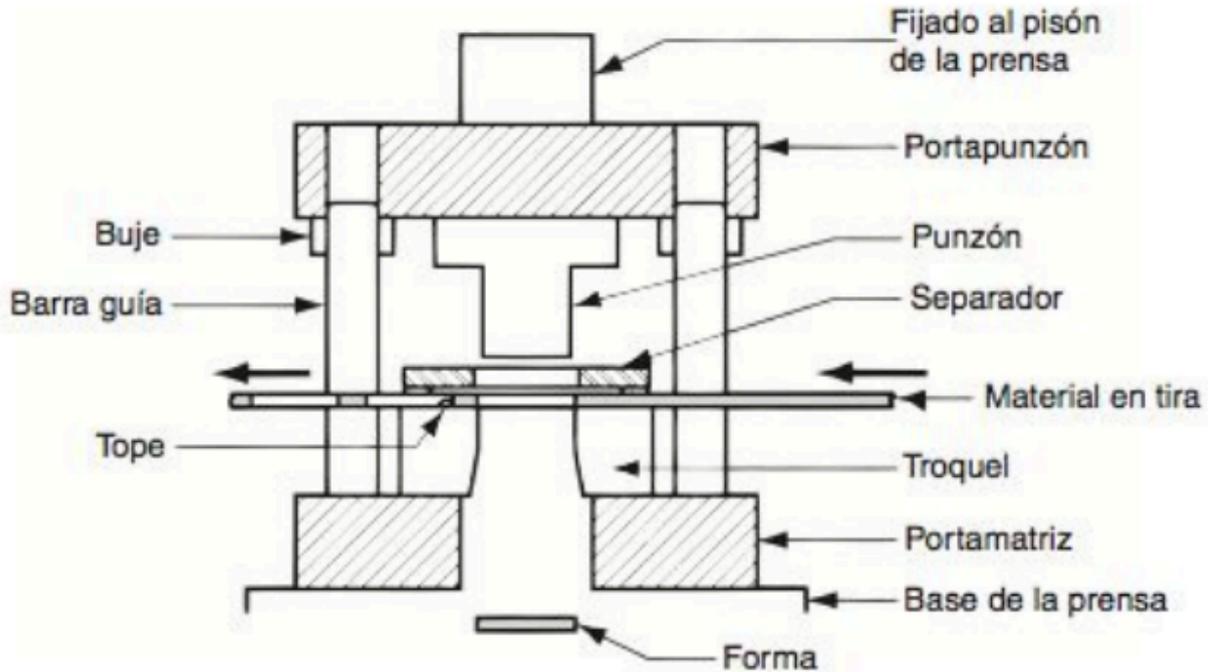
2. ¿Qué es el formado de bridas?

El formado de bridas es una operación en la cual el filo de la lámina de metal se doble en un ángulo de 90º para formar un borde.

3. ¿Describe los dos métodos para compensar la recuperación elástica del doblado?

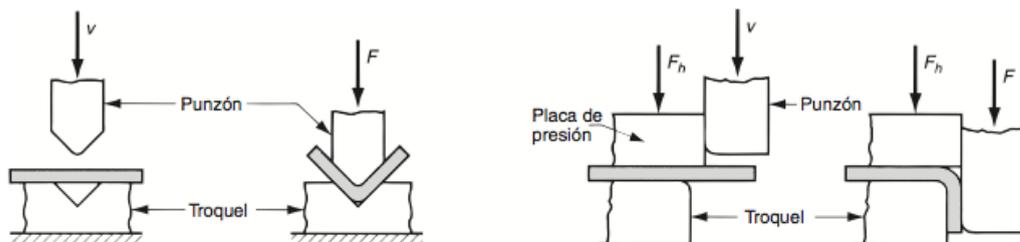
Se puede lograr una compensación para la recuperación elástica por varios métodos. Dos métodos comunes son el **sobredoblado** y el **fondeado**. En el **sobredoblado**, el ángulo del punzón y su radio se fabrican ligeramente menores que el ángulo especificado en la pieza final, de manera que la lámina regrese al valor deseado. El **fondeado** involucra comprimir la pieza al final de la carrera, deformándola plásticamente en la región de doblado.

4. Nombre las partes señaladas.



5. Describa los dos tipos de operaciones de doblado en placas metálicas: doblado en V y doblado de bordes. Puedes hacerlo mediante un esquema.

FIGURA 20.12 Dos métodos comunes de doblado: a) doblado en V y b) doblado de bordes; 1) antes y 2) después del doblado. Los símbolos v = movimiento, F = fuerza de doblado aplicada, F_h = fuerza de sujeción.



6. En las operaciones de trabajado metálico de láminas,
- ¿cuál es el nombre de las herramientas?
Punzón y troquel
 - ¿cuál es el nombre de la herramienta mecánica utilizada en las operaciones?
Prensa.
7. En el corte de formas de piezas redondas de lámina metálica, indique cómo debe aplicarse el espacio a los diámetros del punzón y del troquel.

Diámetro del punzón de corte de formas = $D_b - 2c$

Diámetro del troquel de corte de formas = D_b

8. ¿Cuál es la diferencia entre una operación de corte en trozos y una operación de partición?

Corte en trozos y partición El *corte* en trozos es una operación de corte en el que las piezas se separan de una tira de lámina metálica cortando los troqueles opuestos de la pieza en secuencia, como se muestra en la figura 20.8a). Cada corte produce una nueva pieza. Las características que distinguen la operación de corte en trozos del corte convencional son: 1) los bordes de corte no son necesariamente rectos, y 2) las piezas se pueden empalmar en la tira de tal manera que se evite el desperdicio.

La *partición* involucra el corte de una tira de lámina de metal por un punzón con dos bordes de corte que coinciden con los lados opuestos de la pieza, como se muestra en la figura 20.8b). Esto puede requerirse cuando los contornos de la pieza tienen forma irregular que impiden su empalme perfecto en la tira. La partición es menos eficiente que el corte en trozos debido a que produce algún material de desperdicio.

9. ¿Cuál es la diferencia entre una operación de muescado y semimuescado?

El muescado es el corte de una porción del metal en un lado de la lámina o tira. El semimuescado recorta una porción del metal del interior de la lámina.

10. ¿Qué es lo que compensa la tolerancia de doblado?

La elongación que tiene lugar cuando se dobla una pieza con una baja relación de radio entre el espesor del material.

11. ¿Qué es la recuperación elástica en el doblado de láminas metálicas?

Recuperación elástica Cuando la presión de doblado se retira al terminar la operación de deformación, la energía elástica permanece en la pieza doblada haciendo que ésta recobre parcialmente su forma original. Esta recuperación se conoce como **recuperación elástica** y se define como el incremento del ángulo comprendido por la pieza doblada en relación con el ángulo comprendido por la herramienta formadora después de que ésta se retira. Esto se ilustra en al figura 20.13 y se expresa como:

$$SB = \frac{\alpha' - \alpha'_i}{\alpha'_i} \quad (20.7)$$

12. Defina el embutido en el contexto del trabajado metálico de láminas.

El embutido es una operación de formado de láminas metálicas que se usa para hacer piezas de forma acopada, de caja y otras formas huecas más complejas. Se realiza colocando una lámina de metal sobre la cavidad de un troquel y empujando el metal hacia la cavidad de éste con un punzón, como se muestra en la figura 20.19. La forma debe aplanarse contra el troquel por un sujetador de formas. Las piezas comunes que se hacen por embutido son latas de bebidas, casquillos de municiones, lavabos, utensilios de cocina y piezas para carrocería de automóviles.

13. ¿Cuáles son algunas de las medidas simples usadas para valorar la factibilidad de una operación propuesta de embutido acopado?

Relación de embutido:

$$DR = \frac{D_b}{D_p}$$

Reducción:

$$r = \frac{D_b - D_p}{D_b}$$

Relación espesor diámetro.

14. Distinga entre reembutido y embutido inverso.

Al segundo paso de embutido y a cualquier otro posterior, si se necesita, se le llama reembutido

Una operación relacionada es el embutido inverso, en el cual se coloca una pieza embutida hacia abajo en el troquel y una segunda operación de embutido produce una configuración más compleja.

15. ¿Cuáles son algunos de los defectos posibles en el embutido de piezas de lámina?

- a) **Arrugamiento en la brida o pestaña.** El arrugamiento en una pieza embutida consiste en una serie de pliegues que se forman radialmente en la brida no embutida de la pieza de trabajo, debido al pandeo por compresión.
- b) **Arrugamiento en la pared.** Si la brida arrugada se embute en el cilindro, estos pliegues aparecen en la pared vertical del cilindro.
- c) **Desgarramiento.** Este defecto consiste en una grieta que se abre en la pared vertical, usualmente cerca de la base de la copa embutida, debido a altos esfuerzos a la tensión que causan adelgazamiento y rotura del metal en esta región. Este tipo de falla puede también ocurrir cuando el metal se estira sobre una esquina afilada del troquel.
- d) **Orejeado.** Ésta es la formación de irregularidades (llamadas **orejas**) en el borde superior de la pieza embutida, causada por anisotropía en la lámina de metal. Si el material es perfectamente isotrópico no se forman las orejas.
- e) **Rayados superficiales.** Pueden ocurrir rayaduras en la superficie de la pieza embutida si el punzón y el troquel no son lisos o si la lubricación es insuficiente.

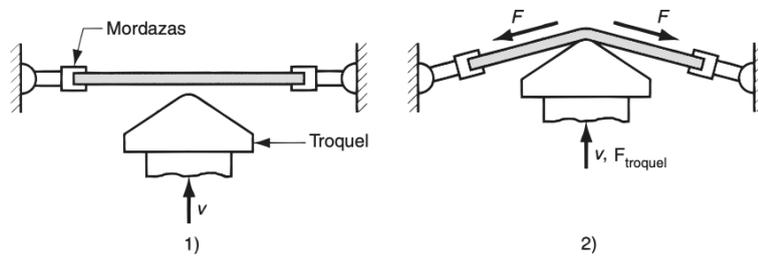
16. ¿Qué es una operación de estampado?

El **estampado** es una operación de formado que se usa para crear indentaciones en la lámina, como letras o costillas de refuerzo que se describen en la figura 20.26. Se involucran algunos estiramientos y adelgazamientos del metal. Esta operación puede parecer similar al acuñado. Sin embargo, los troqueles de estampado poseen contornos y cavidades que coinciden, el punzón contiene los contornos positivos y el troquel los negativos, mientras que los troqueles de grabado pueden tener cavidades diferentes en las dos mitades del troquel; por este motivo las deformaciones son más significativas que en el estampado.

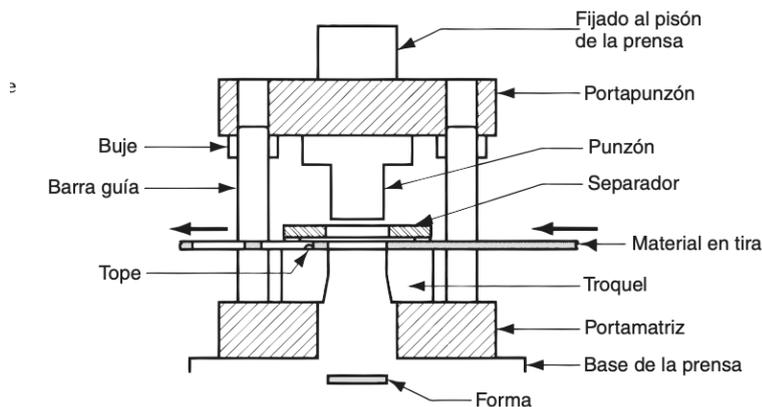
17. ¿Qué es el formado por estirado?

El **formado por estirado** es un proceso de deformación de láminas metálicas en el cual la lámina se restira en forma intencional y dobla simultáneamente a fin de lograr un cambio de forma. El proceso se ilustra en la figura 20.39 para un doblado gradual relativamente simple. La pieza de trabajo se sujeta por una o más mordazas en cada extremo y luego se restira y dobla sobre un troquel positivo que contiene la forma deseada. El metal se somete a esfuerzos de tensión a un nivel por encima de su punto de fluencia. Cuando se libera la carga de tensión, el metal ha sido deformado plásticamente. La combinación de estirado y doblado da por resultado una recuperación elástica relativamente pequeña de la pieza. Una estimación de la fuerza requerida en formado por estirado se puede obtener multiplicando el área de la sección transversal de la lámina en dirección del tirón por el esfuerzo de fluencia del metal. En forma de ecuación,

FIGURA 20.39 Formado por estirado: 1) inicio del proceso; 2) un troquel formador se presiona sobre el trabajo con una fuerza $F_{troquel}$, ocasionando el estirado y doblado de la lámina sobre la forma. F = fuerza de estiramiento.



18. Identifique los componentes principales de un troquel de estampado para el punzonado.



19. ¿Cuáles son las dos categorías básicas de los armazones estructurales usados en las prensas de estampado?

Prensa de escote y de estructura de lados rectos.

20. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas relativas de las prensas mecánicas sobre las hidráulicas en el trabajo de lámina?

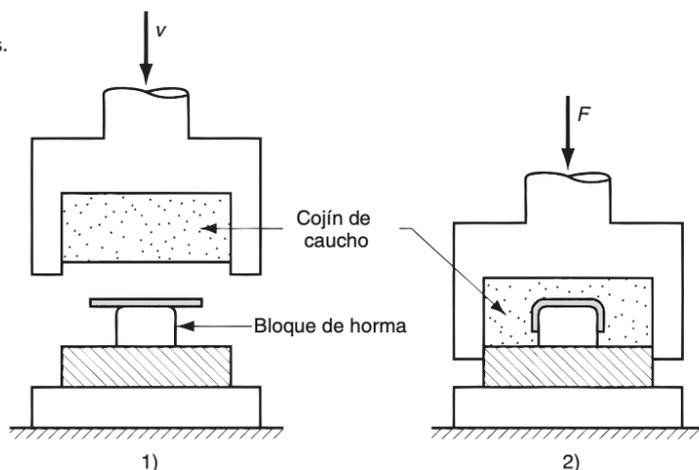
Las prensas mecánicas que utilizan este tipo de transmisión alcanzan fuerzas muy altas en el fondo de su carrera y, por tanto, son muy apropiadas para operaciones de forma y punzonado.

En cambio, las prensas hidráulicas suministran típicamente carreras más largas que las de impulsión mecánica y pueden generar la fuerza de tonelaje completo a través de la carrera entera.

21. ¿Qué es el proceso Guerin?

Proceso Guerin El **proceso Guerin** usa un cojín de caucho grueso (u otro material flexible) para formar la lámina de metal sobre un bloque de forma positiva como se muestra en la figura 20.28. El cojín de caucho está confinado en un recipiente de acero. Al descender el punzón, el caucho rodea gradualmente la lámina, aplicando presión para deformarla y forzarla a tomar la forma del bloque. Este proceso se limita a formas poco profundas

FIGURA 20.28 Proceso Guerin: 1) antes y 2) después. Los símbolos v y F indican movimiento y fuerza aplicada, respectivamente.



22. Identifique el principal problema técnico en el doblado de tubos.

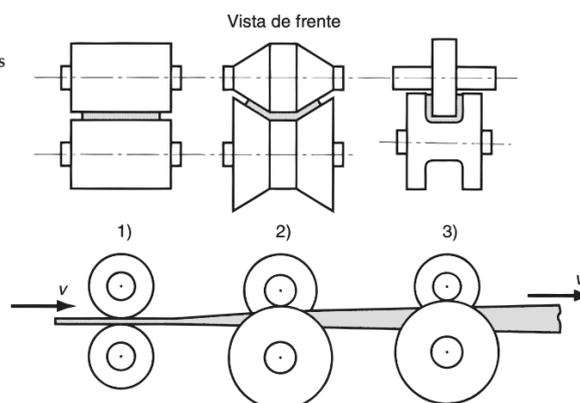
El principal problema técnico en el doblado de tubos es la tendencia a la deformación y rotura del tubo durante el proceso de doblado. Cuando se aplica fuerza para doblar un tubo, la pared interior del doblado se comprime mientras que la pared exterior se tensa. Esta condición de esfuerzos puede provocar adelgazamiento y elongación de la pared externa, así como engrosamiento y acortado de la pared interna. La combinación de estos efectos puede resultar en un aplanamiento no deseado de la sección transversal del tubo.

Para superar este problema, se utilizan mandriles flexibles especiales que se insertan en el tubo antes de doblarlo. Estos mandriles soportan las paredes del tubo durante la operación de doblado, ayudando a prevenir la deformación excesiva y la rotura. El uso adecuado de mandriles es esencial para mantener la integridad del tubo y lograr un doblado exitoso. Además, el radio mínimo del doblado (R) es un parámetro crítico que debe considerarse para evitar daños significativos al tubo durante el proceso de doblado.

23. Describa las diferencias entre el doblado con rodillos y el formado con rodillos.

El doblado con rodillos es una operación en la cual generalmente se forman piezas grandes de lámina metálica en secciones curvas por medio de rodillos. En la figura 20.40 se muestra un arreglo posible de rodillos. Cuando la lámina pasa entre los rodillos, éstos se colocan uno junto al otro en una configuración que forma el radio de curvatura deseado en el trabajo. Por este método se fabrican componentes para grandes tanques de almacenamiento y recipientes a presión. Mediante esta operación también se pueden doblar perfiles estructurales, rieles de ferrocarril y tubos.

FIGURA 1.1 Formado en rodillos de una sección continua en canal: 1) rodillos rectos, 2) formado parcial y 3) forma final.



Formado con rodillos, también llamado formado con rodillos de contorno, es un proceso continuo de doblado en el cual se usan rodillos opuestos para producir secciones largas de material, formado a partir de cintas o rollos de lámina. Generalmente se requieren varios pares de rodillos para lograr progresivamente el doblado del material en la forma deseada. El proceso se ilustra en la figura 20.41 para una sección en forma de U. Los productos hechos por formado con rodillos incluyen canales, canaletas, secciones laterales de metal (para casas), tuberías, tubos con costura y varias secciones estructurales. Aunque el formado con rodillos tiene la apariencia general de una operación de laminado (las herramientas son verdaderamente similares), la diferencia es que en el formado con rodillos se involucra más el doblado que la compresión del trabajo.

2 TEST

1. La mayoría de las operaciones de trabajado de láminas metálicas se llevan a cabo como:
 - a) **trabajado en frío**
 - b) trabajado en caliente
 - c) trabajado en caliente debajo de la temperatura de cristalización.
2. En una operación de corte de hojas metálicas que se utiliza para producir una pieza plana con un agujero en el centro, la pieza en sí misma se llama formado y la porción de desperdicio que se cortó para hacer el agujero se llama pedacería:
 - a) **verdadero**
 - b) falso.
3. Al incrementarse la dureza de la lámina, el espacio entre el punzón y el troquel debe:
 - a) reducirse,
 - b) **incrementarse**
 - c) no afectarse.
4. Un pedazo redondo producido en el perforado de un agujero tendrá el mismo diámetro que:
 - a) la abertura del troquel
 - b) **el punzón.**
5. En una operación de punzonado, ¿de qué propiedad mecánica de la lámina depende la fuerza de corte? (una respuesta correcta):
 - a) resistencia a la compresión
 - b) módulo de elasticidad
 - c) resistencia al corte
 - d) tasa de deformación
 - e) **resistencia a la tensión**
 - f) resistencia a la fluencia.
6. ¿Cuál de las descripciones siguientes se aplica a la operación de doblado en V cuando se compara con una operación de doblado de los bordes (dos respuestas correctas)?:
 - a) herramientas costosas
 - b) **herramientas baratas**
 - c) limitado a dobleces de 90° o menores
 - d) utilizado en elevados volúmenes de producción
 - e) **utilizados en bajos volúmenes de producción**
 - f) utiliza una base de presión para conservar la lámina metálica en una posición fija.
7. ¿Cuál de los siguientes esfuerzos y deformaciones involucran el doblado de lámina? (dos respuestas correctas):
 - a) **a la compresión**
 - b) al corte
 - c) **a la tensión.**
8. ¿Cuál de las siguientes es la mejor definición de tolerancia al doblado?:
 - a) cantidad en la que el troquel excede del punzón.
 - b) cantidad de recuperación elástica experimentada por el metal después de doblado.
 - c) factor de seguridad usado en el cálculo de la fuerza de doblado.
 - d) **longitud antes del doblado de la sección recta del metal que se dobla.**
9. En una operación de doblado de lámina metálica, la recuperación elástica es el resultado de uno de los siguientes:
 - a) módulo de elasticidad del metal
 - b) **recuperación elástica del metal**
 - c) sobredoblado
 - d) sobrestirado
 - e) resistencia a la fluencia del metal.
10. ¿Cuál de las siguientes son variantes de las operaciones de doblado de láminas metálicas? (puede haber más de una respuesta):
 - a) acuñaado
 - b) formado de bridas
 - c) **doble**
 - d) planchado
 - e) muescado
 - f) rechazado cortante
 - g) recortado
 - h) doblado de tubo.
11. Las siguientes son medidas de factibilidad para varias operaciones de embutido acopado, ¿cuál de las operaciones puede ser factible? (tres mejores respuestas):
 - a) **DR = 1.7**
 - b) DR = 2.7
 - c) **r = 0.35**
 - d) **r = 0.65**

- e) $t/D = 2\%$.
12. La fuerza de sujeción en el embutido es generalmente respecto a la fuerza máxima de embutido:
- a) mayor
 - b) igual
 - c) **menor**
13. ¿Cuál de los siguientes troqueles de estampado es el más complicado?:
- a) troquel para punzonado
 - b) troquel combinado
 - c) troquel compuesto
 - d) troquel deslizante para el doblado de bordes
 - e) **troquel progresivo**
 - f) troquel en V
14. ¿Cuál de los siguientes tipos de prensa se asocia generalmente con una mayor velocidad de producción en las operaciones de estampado de lámina?:
- a) de cama ajustable
 - b) inclinable con abertura posterior
 - c) prensa plegadora
 - d) estructura en "c" sólida
 - e) **de lados rectos.**
15. ¿Cuáles de los siguientes procesos se clasifican como procesos de formado por alta velocidad de energía? (dos mejores respuestas):
- a) maquinado electroquímico
 - b) **formado electromagnético**
 - c) cortado con haz de electrones, **d) formado por explosión**, e) proceso Guerin, f) hidroformado, g) reembutido y h) rechazado cortante.