

LA GUÍA DEL DISEÑADOR PARA EL ESTAMPADO METÁLICO DE PRECISIÓN

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

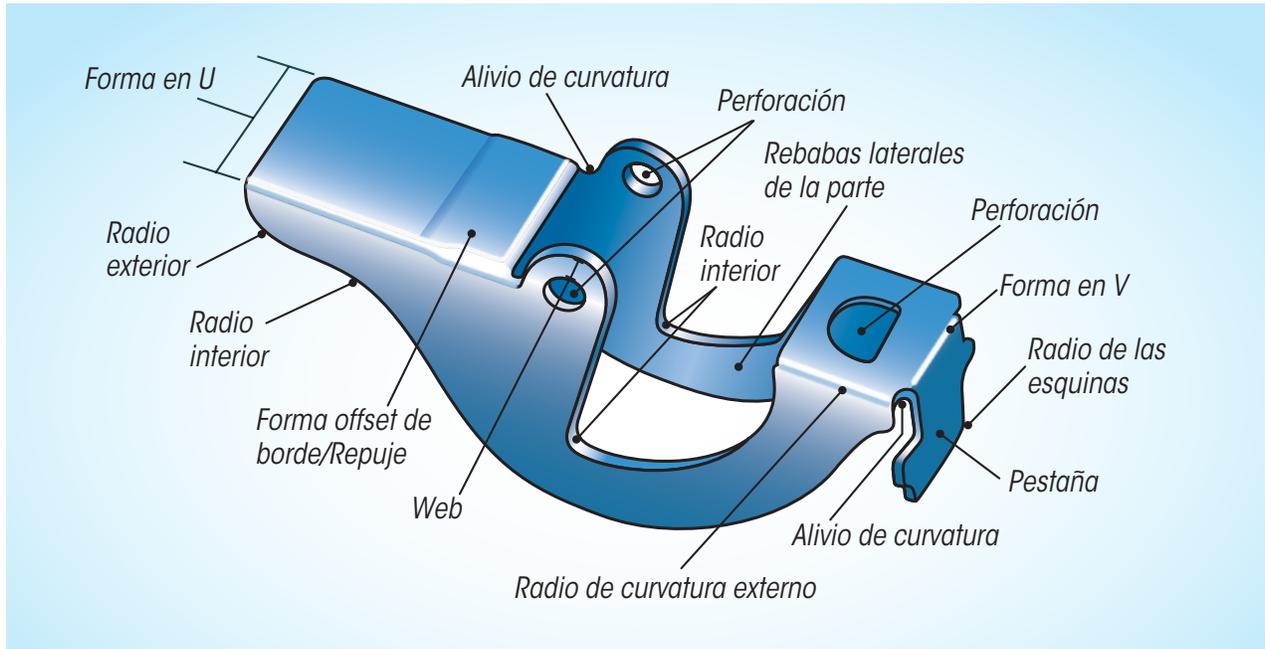
Los fundamentos del estampado metálico.

El estampado metálico de precisión es fabricado al convertir chapas o bobinas planas en elementos constitutivos de ingeniería para los fabricantes. Las piezas pueden ser planas y de perfiles simples o complejos. Las piezas estampadas se fabrican con una variedad de prensas punzonadoras que ejercen una presión de estampado de diez a cientos de toneladas sobre la chapa o la bobina. En su funcionamiento más básico, las prensas de punzonado utilizan una matriz respectiva y una herramienta punzante para un **troquelado plano** — un recorte metálico plano con la forma y el tamaño exactos de la periferia de la pieza. A menudo se emplean etapas adicionales de conformación de metales para producir piezas y perfiles complejos,

incluyendo **perforación** y **operaciones de conformación de metales** tales como **doblado, estirado, rebordeado, estampado y laminado**, entre otras.

Además de las matrices compuestas tradicionales (herramientas de una sola etapa), los proveedores de estampado más avanzados ofrecen **funcionalidades de herramientas progresivas** capaces de realizar múltiples operaciones automatizadas a la vez (en progresión), incluyendo estampado, troquelado, perforación y conformado. La herramienta progresiva y la automatización reducen aún más las operaciones secundarias y los plazos de entrega y aumentan la capacidad y la economía para las series de producción más largas.

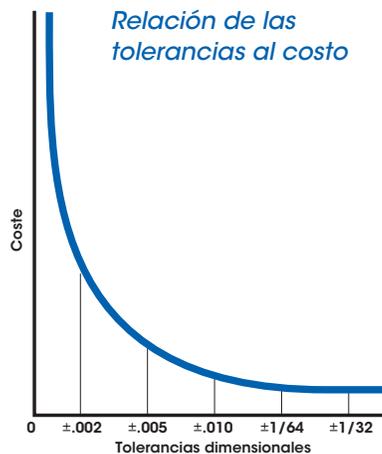
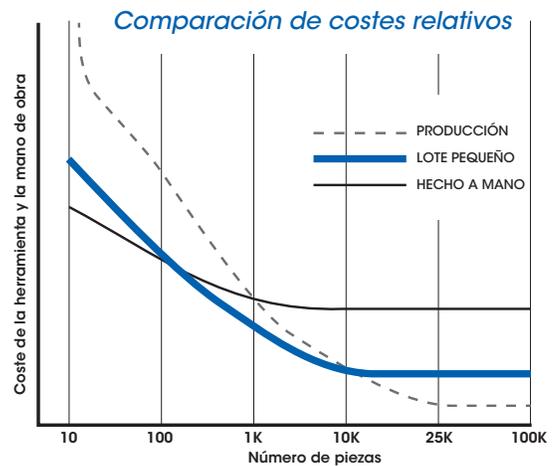




¿Cuáles son las ventajas del estampado personalizado de series cortas?

En comparación con la herramienta de producción permanente, el estampado de series cortas ofrece una alta calidad y **durabilidad** además de considerables **ventajas de fabricación** — **principalmente en cuanto a costos y tiempo**. Los costos iniciales de la herramienta, significativamente más bajos que los de la herramienta permanente, suponen un ahorro que proporciona a los fabricantes una mayor flexibilidad en el diseño y en el inventario de componentes. Las necesidades de pequeñas cantidades, la personalización, las series piloto, las pruebas, los diseños que cambian con frecuencia, los prototipos funcionales y las series de producción limitadas son oportunidades para el estampado en series cortas que serían menos factibles con una costosa herramienta permanente.

Además, las matrices para las series cortas requieren sólo una fracción del tiempo de producción, lo que reduce las exigencias de tiempo de entrega y crea una mayor agilidad de producción para los componentes fabricados. El diseño de la herramienta para el estampado se genera mediante planos CAD, teniendo en cuenta factores como las características de rendimiento del material final, el grosor, los espacios libres de la máquina y los radios de curvatura. Un proveedor de estampado altamente capacitado también ofrecerá tecnología de prototipos rápidos en **3D para validar rápidamente** los diseños, proporcionando a su cliente un modelo de precisión para probar la forma y el ajuste antes de invertir en el diseño y el proceso de las herramientas finales.



CAPÍTULO 2 OPERACIONES DE ESTAMPADO

Toquelado plano

El troquelado plano es el proceso de estampar el perímetro de un producto a partir de chapa o bobina para producir piezas metálicas más complejas. El troquelado también puede realizarse con material plano de chapa o bobina no metálica.



Desmontaje y rotura

El troquelado de piezas mediante punzonadora requiere una combinación de punzón y matriz entre la que se introduce el material. **Se requiere una holgura** entre el punzón y la matriz para crear la capacidad de perforar a través del material. Al momento en que esto ocurre, parte del material se somete a **tracción**, una deformación plástica que redondea los bordes de la superficie punzonada hasta el punto de **quiebre**, en el que el punzonado separa el espesor del material restante y puede dejar **una rebaba** en el borde. La cantidad de tracción y de rotura se ven afectadas por una serie de factores, como la distancia del punzón, el temple del material (dureza) y la estructura granular del material.

Consideraciones sobre el diseño de la chapa

- El tamaño mínimo de la pieza en bruto nunca debe ser inferior a $1\frac{1}{2}x$ a 2 veces el espesor del material en anchura y no menos de $1/32"$.
- Los radios de las esquinas deben ser de un mínimo de $\frac{1}{2}x$ del espesor del material; los radios de las esquinas pueden ser relativamente afilados si el espesor del material es de $1/16"$ o menos, dependiendo del temple del material.
- Si se requiere una muesca de tolerancia estrecha en una operación de una sola etapa, evite las esquinas afiladas añadiendo un radio. Si se requieren esquinas afiladas, puede ser necesaria una operación secundaria.

- Para cortar una pieza en bruto a partir de una tira de material que ha sido laminada, cizallada o cortada en una operación anterior, se recomienda un corte afilado de 90 grados y es más económico, mientras que los cortes con radios más cerrados pueden dar lugar a un borde distorsionado y a fuertes rebabas.

El troquelado plano puede hacerse de varias maneras, dependiendo del proyecto específico. Un troquel compuesto o una herramienta de una sola etapa permite pasar una pieza a maquinaria adicional (punzonadora, plegadora, etc.) para un procesamiento adicional como la **perforación** o el **conformado**. Una herramienta progresiva puede utilizarse para el troquelado plano y realizar simultáneamente operaciones adicionales sin necesidad de crear o configurar utilajes adicionales.

Punzado de metales

La perforación de metal es un proceso de cizallamiento utilizado para producir agujeros, ranuras y/o muescas con tolerancias estrictas dentro de una pieza o materia prima. El lado troquelado del metal perforado produce un corte limpio con altas tasas de rendimiento que a menudo lo convierten en un método más productivo que la perforación, el mecanizado o el uso de láser. Boker's utiliza un sistema de dibujo CAD, más de 70 punzonadoras diferentes, servo alimentadores digitales y matrices compuestas así como progresivas para transformar la materia prima en sus componentes más complejos.





Embutición de hasta 3" de profundidad y 8" de diámetro



Necesidades complejas de formación de metal en espesores de .005" a .190" (varía según el material)



Troquelado plano y perforación de hasta 12" por 12".

Consideraciones sobre el punzado

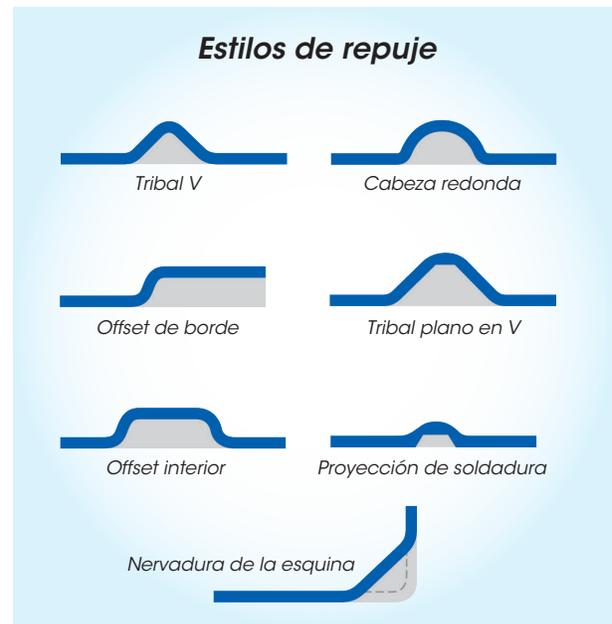
- Por lo general, se pueden producir agujeros redondos y ranuras precisas con tolerancias ajustadas si el diámetro del agujero es igual o mayor que el grosor del material. Un material con alta resistencia al cizallamiento, como el acero inoxidable, puede requerir un diámetro mínimo de 2 veces el grosor del material.
- Las tolerancias en los diámetros de los agujeros sólo se aplican al lado punzado; en todos los agujeros perforados se produce un grado de rotura en el lado inverso debido a la holgura entre el punzón y la matriz. Si se requiere un diámetro de orificio preciso a lo largo de todo el material, el orificio perforado debe ser de tamaño inferior y escariado al tamaño correcto.
- Punzar un agujero o una ranura adyacente al borde del material producirá probablemente una deformidad a lo largo del borde si la distancia, es decir, **la banda**, es menor que el espesor del material. Esta protuberancia o deformidad también estará presente en una banda estrecha entre agujeros.
- El punzado de un agujero adyacente a las curvas diseñadas requiere una distancia mínima desde el borde de la abertura hasta la línea central de la curva. Esta distancia se calcula en $1\frac{1}{2}x$ el espesor del material MÁS la medida del radio de curvatura. Perforar una ranura adyacente a una curva requiere una distancia aún mayor. Si no se pueden cumplir los requisitos de separación, puede ser necesaria una operación adicional.
- Las lengüetas formadas situadas dentro de la pieza en bruto deben ser punzonadas y formadas, o cizalladas y formadas. Los agujeros perforados o el relieve en la línea de doblado evitan la fractura y las lengüetas cónicas evitan la unión durante las operaciones de cizallado y conformación.
- **El avellanado** puede producirse mediante el mecanizado o la acuñación, creando un ángulo cónico acampanado en un orificio para empotrar la cabeza del elemento de fijación. En el avellanado formado, se crea una superficie elevada y una rebaba en el reverso de la superficie avellanada. El avellanado mecanizado con una prensa de perforación elimina en gran medida la superficie elevada.

Conformación de metales

La formación de metales es el proceso de convertir una pieza plana de metal en una pieza tridimensional. El **conformado** de metales puede realizarse de diversas formas, incluyendo **doblado**, **trifilado**, repujado, laminado, etc.

Consideraciones sobre la formación y el doblado

- En el diseño de las formas de doblado en espacios en blanco, deje un margen de $1\frac{1}{2}x$ a 2 veces el grosor del material para el relieve. Asegúrese de que la forma esté completamente fuera del perfil de la pieza en bruto y cree una muesca o radio de alivio en la forma para evitar el desgarro del material y el fallo por fatiga en el doblado.
- Extienda el material en la altura interior de las formas para acomodar el radio de las curvas y el grosor del material. Una regla general es añadir $2\frac{1}{2}x$ el espesor del material más el radio de curvatura requerido para llegar a la altura de encofrado deseada, que puede o no requerir ser cortada en una operación adicional.
- Puede producirse una distorsión del material en el interior de los moldes curvados, especialmente con un radio de conformación interior reducido y/o con materiales más gruesos. Para aliviar la compresión creada en el interior y la tensión en el exterior de los doblados, se puede añadir una muesca de alivio en la línea de doblado.
- La tensión también está presente en el lado de la rebaba de una pieza en bruto que ha sido doblada hacia un borde exterior. Esta condición probablemente creará fracturas. Si se invierte la forma para que el lado de la rebaba esté en el interior del pliegue, o si esto no es posible, se puede realizar el volteo o el desbarbado antes del conformado, se reducirán las fracturas.
- Los numerosos estilos de repujado incluyen el cordón en V, el cordón en V plano, el cordón redondo, el desplazamiento interior, el desplazamiento del borde, la proyección de la soldadura, el desplazamiento esférico y el nervio de la esquina (véase la ilustración en la parte superior de la página).
- Las condiciones de los bordes disponibles son: tal como están formados, recortados con troquel, bordes con dobladillo en estilos abiertos, en forma de lágrima o cerrados, bordes rizados y formados en forma de lanza.



Consideraciones sobre la embutición

- La embutición es el proceso de tomar una pieza de metal plana y darle forma tridimensional, como una lata, una caja, una taza o una sartén.
- El proceso se define como "embutición profunda" cuando la profundidad de la pieza tefilada alcanza o supera su diámetro.
- Los metales más blandos, como el aluminio y el latón, son mucho más fáciles de deformar y requieren menos fuerza para el trifilado que los materiales más duros, como el acero laminado en frío o el acero inoxidable.

Boker's lleva embutiendo metal desde 1919 y tiene la capacidad de producir piezas complejas con embuticiones de hasta 3" de profundidad y 8" de diámetro. Utilizando un sistema de dibujo CAD, las piezas metálicas planas se transforman en complejas conchas cilíndricas, rectangulares, cuadradas o multifacéticas. Las carcasas tridimensionales se mecanizan in situ, con servicios adicionales proporcionados por proveedores aprobados para el chapado y el tratamiento térmico. La herramienta propia de Boker's, con una capacidad de hasta 180 toneladas, les permite producir embutidos con espesores de material de 0,005" a 0,190".

CAPÍTULO 3 SELECCIONAR UN PROVEEDOR

Encontrar un proveedor que cumpla sus criterios de diseño y producción.

Aunque quizás haya miles de proveedores de estampado, es vital que primero cumplan los requisitos esenciales de diseño, las capacidades internas y alcancen las tolerancias de fabricación, la calidad y la entrega. Con más de 100 años de experiencia en estampado de precisión y la fabricación de arandelas, Boker's establece los estándares para las empresas de esta industria.

Capacidades y cobertura

- El objetivo de Boker's de una fabricación de estampo metálico de precisión de clase mundial comienza con un departamento de herramientas interno y herramientas producidas por CNC que proporcionan un control de las tolerancias dimensionales.
- Capacidades internas de CAD/CAM para convertir piezas en bruto planas en perfiles dimensionales complejos de tamaño preciso, incluyendo conchas cilíndricas, rectangulares, cuadradas o multifacéticas.
- Con una superficie de más de 165.000 pies cuadrados, Boker's cuenta con más de 70 prensas mecánicas (de 10 a 180 toneladas), prensas progresivas de alta velocidad, servoprensas y servoalimentadores digitales para producir las piezas más complejas "completas para imprimir" con una repetibilidad excepcional.

Dimensionamiento, grosor y profundidad de embutición

- Troquelado plano y perforaciones de hasta 12" x 12".
- Espesores de 0,005" a 0,190" (varía según el material)
- Embutición de hasta 3" de profundidad y 8" de diámetro

Selección disponibilidad de material

- Acceso inmediato a más de 2.000 materiales comúnmente especificados y difíciles de encontrar, entre los que se incluyen: acero bajo en carbono, tiras y láminas laminadas en frío, acero para muelles SAE 1050, 1075 y 1095, acero para muelles de temple azul y negro, láminas de acero de baja aleación, latón, cobre, alpaca, cobre de berilio, bronce



de fósforo, acero inoxidable, aluminio y varias superaleaciones. También se dispone de numerosos materiales no metálicos, como acetal, PTFE, poliéster, nylon, fibra, polietileno y diversos fenólicos de grado NEMA.

- Los certificados de conformidad o los análisis químicos/físicos están disponibles bajo petición.
- Los materiales para embutición incluyen el cobre, el latón, el cobre de berilio, la alpaca, el aluminio, el acero inoxidable, la chapa de acero de bajo y alto carbono, el acero de baja aleación, las aleaciones de níquel y otros numerosos metales.
- Capacidad para estampados no metálicos a medida
- Boker's también tiene la capacidad de estampar sus piezas planas no metálicas a partir de una amplia variedad de materiales, incluyendo laminados, fluoroplásticos, poliolefinas, cloruro de polivinilo (PVC) y acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).
- Se pueden proporcionar estampados no metálicos en una gama de tamaños de hasta 12" x 12" (planos) con espesores de 0,005" a 0,125".

Operaciones secundarias y acabado

- Boker's también proporciona todas las operaciones secundarias que usted espera de su fabricante de estampados, incluyendo el desbarbado, el roscado, el escariado, el avellanado y el rectificado. Boker's también tiene proveedores aprobados para el tratamiento térmico, el chapado, los ensayos no destructivos (NDT) y otros.

¿Qué otras consideraciones importantes hay que tener en cuenta a la hora de adquirir componentes estampados?

Además de las consideraciones de tiempo y costo a menudo cruciales, un proveedor capaz de estampados a medida debe estar preparado para documentar sus prácticas con un riguroso conjunto de requisitos de calidad.

Normas y prácticas de garantía de calidad

En Boker's, estamos comprometidos con el cumplimiento y la mejora continua de la eficacia de nuestro Sistema de Gestión de Calidad (SGC), que cuenta con la certificación AS 9100:2016 / ISO 9001:2015. Estas prácticas rigurosamente mantenidas proporcionan confianza a los clientes de que las piezas cumplirán con especificaciones precisas y repetibles. El Control Estadístico de Procesos (SPC) completo está disponible bajo petición para asegurar aún más la precisión en todo el proceso de fabricación. Además, Boker's ofrece todos los siguientes documentos de certificación:

- C de C - Certificado de Conformidad
- PPAP - Proceso de aprobación de piezas de producción
- DARFS - Suplemento del Reglamento de Adquisición Federal de Defensa
- RoHS - Restricción de sustancias peligrosas
- S.P.C. - Control estadístico de procesos F.A.I.
- F.A.I. - Inspección del primer artículo
- AS9102 - Inspección del primer artículo
- Dock-to-Stock
- Minerales ilegales
- ITAR - International Traffic in Arms Registered
- REACH
- IMDS
- Proposición 65 de CA
- Libre de látex
- Certificado de empresa propiedad de mujeres
- Acreditación del Better Business Bureau

Cuando has tenido éxito durante 100 años, la calidad no es sólo una promesa, es una misión. Boker's dedica todos los departamentos a esta tarea, así como el compromiso personal de cada empleado de Boker's. El objetivo de nuestro proceso de Garantía de Calidad es certificar que todos los componentes fabricados por Boker's cumplen con todas las especificaciones y normas prescritas por nuestros clientes.

Servicio al cliente y procesamiento de pedidos

- Boker's se especializa en pedidos de corta, media y larga duración con procesos refinados de producción y gestión de pedidos formados a lo largo de décadas de servicio para proporcionar la entrega más rápida. Los pedidos requieren una serie de producción mínima de 100 piezas, aunque se pueden organizar entregas de cantidades menores.
- Boker's también tiene la capacidad de producción y la tecnología mejorada para fabricar rápidamente series de estampado de gran volumen, que asciende a los millones. Esto incluye series de estampado de precisión tanto en materiales comúnmente especificados como en materiales difíciles de encontrar, como chapa de acero de bajo carbono, una variedad de aceros para muelles y aceros inoxidables, aluminio, latón, cobre y alpaca, y muchos materiales no metálicos como ABS, acetal, poliéster, nylon, nylon MD, policarbonato, fibra, polietileno y fenólicos de grado NEMA.
- La flexibilidad está asegurada gracias a los programas "Dock-To-Stock" y "Just-In-Time".
- La experiencia de nuestro equipo asegura que usted está obteniendo las mejores piezas de componentes estampados de precisión para su aplicación. En este aspecto, Boker's cuenta con varias personas cuyo conocimiento en la industria es insuperable, y cuya dedicación para ayudar a satisfacer sus necesidades de estampado personalizado es incomparable.
- Para asegurar la realización eficiente y oportuna de su pedido de estampado o de arandelas personalizados, el departamento de control de producción de Boker's optimiza constantemente nuestro flujo de trabajo para completar los pedidos antes de lo previsto.
- Aunque no se mantiene un inventario constante de estampados o arandelas en Boker's, la entrega rápida es nuestra práctica estándar. Cuando sea necesario, su pedido puede agilizarse para que la entrega sea aún más rápida.
- Experiencia y reputación en la industria
- En el negocio desde 1919, Boker's es reconocido como un pionero y un líder de la industria en el estampado de metal durante generaciones. Hoy en día, Boker's sigue siendo una empresa privada, de propiedad y gestión familiar en su quinta generación.
- Boker's es una empresa propiedad de mujeres dedicada a cumplir y superar constantemente los objetivos de calidad, entrega a tiempo y expectativas de servicio al cliente a través de la mejora continua de los procesos, empleados formados y comprometidos, y procesos rentables.

APÉNDICE

Glosario de términos del estampado metálico de precisión

Abultamiento de borde	Condición resultante de cualquier operación de conformación, perforación, inserción de herrajes o soldadura por puntos demasiado cerca de un borde.
Acabado vibratorio	Proceso de eliminación de rebabas en el que un número apropiado de piezas, dependiendo del tamaño de la pieza y del material abrasivo, se acelera y desacelera por medios mecánicos dentro de un recinto en forma de tambor.
Acumulación	Acumulación progresiva de tolerancias resultantes de múltiples operaciones o ensamblaje de tolerancias de múltiples piezas.
Acuñación	Acción de compresión del metal que fluye.
Adelgazamiento del metal	Reducción del espesor durante cualquier operación de conformación.
Agujero a agujero	Dimensión entre los centros de los agujeros.
Alivio de doblado	Muesca de separación en la línea de doblado para permitir el doblado sin distorsionar o desgarrar el material adyacente.
Altura de cierre	Espacio libre en una prensa entre el pistón y la bancada con el pistón abajo y el ajuste arriba.
Anidamiento	(1) Agrupación de piezas idénticas o diferentes en múltiplos dentro de una pieza de trabajo para conservar el material. (2) En el embalaje, apilamiento de piezas cuya forma permite que una encaje dentro de otra. (3) Colocación de una pieza en una herramienta.
Avellanado	Operación de mecanizado o acuñado para generar un agujero cilíndrico de fondo plano.
Avellanado	Operación de mecanizado o acuñado para generar un ángulo cónico en un agujero.
Barrel Tumbling	Proceso en el que las piezas a desbarbar se introducen con material abrasivo en un barril y se giran durante periodos prolongados con el fin de eliminar las rebabas.
Borde a característica	Dimensión entre el borde de la pieza y una característica.
Brida	Saliente o borde conformado de una pieza, generalmente utilizado para la rigidez o el montaje.
Brida Run Out	Característica de una pieza conformada que es designada por el diseñador para absorber las acumulaciones de tolerancia creadas por múltiples operaciones de conformación.
Calibre	(1) Instrumento para medir, comprobar o registrar. (2) Escala numérica para el espesor del metal.
Cambio rápido	Secciones o partes de la herramienta que se pueden cambiar sin desmontar toda la herramienta.
Cara plana	Superficie plana circular como cojinete o contacto eléctrico para la tornillería.
Característica a característica	Dimensión entre dos características de una pieza.
Carrera	Recorrido de la memoria RAM desde el punto muerto superior (TDC) hasta el punto muerto inferior (BDC).

Cizalla a rasgo	Corte de un borde de material a una dimensión exacta a partir de un rasgo ya existente.
Cizallamient	Fuerza de corte aplicada perpendicularmente al material que hace que éste ceda y se rompa.
Código de barras	Información alfabética y/o numérica legible por máquina utilizada para la identificación de las piezas embaladas.
Concentricidad	Relación dimensional de 2 o más elementos que comparten una línea central común.
Conformación	Operación que convierte una pieza de chapa plana en una pieza tridimensional. Ver también "Doblado" y "Embutición".
Criterios de inspección	Características por las que se evaluará la pieza tanto dimensional como estéticamente.
Cuadratura	Medida de perpendicularidad de los bordes o superficies adyacentes
Desarme	Proceso de desenganche de la herramienta de la pieza de trabajo.
Desbarbar	Eliminar el borde afilado, tipo cuchillo, de las piezas.
Desecho	Material sobrante, no utilizado, relegado al reciclaje.
Desplazamiento de la rebaba	Condición de desplazamiento de la rebaba resultante de la operación de desbarbado mecánico.
Desplegable	Zona del material junto al borde de penetración de un punzón de perforación, o del borde de la matriz de la estación de troquelado, donde el material cede, es decir, fluye en la dirección de la fuerza aplicada, creando un borde redondeado. También se conoce como "giro" (roll-over).
Despunte	Recorte del exceso de material de una pieza dibujada en la parte inferior del trazo. Deja la pieza embutida sin rebaba interior, pero con una rebaba exterior y un borde adelgazado.
Dibujo / Embutición (Drawing)	(1) Documento de ingeniería que representa una pieza o un conjunto. (2) En el conformado de metales, estiramiento o compresión de una pieza de chapa metálica en una matriz mediante un punzón para crear una pieza tridimensional. Véase también "Doblado".
Dimensionamiento en cadena	Práctica de dibujo que dimensiona características repetitivas entre sí en lugar de un punto de referencia común.
Dirección de grano	(1) Orientación cristalina del material en la dirección del laminado. (2) Orientación de un acabado superficial generado por un método abrasivo.
Dirección de la rebaba	Lado de la pieza en el que aparecen las rebabas.
Distorsión de arco	Condición de falta de planicidad en el material de la chapa comúnmente conocida como "Oil Canning" en la que, con los bordes de la chapa restringidos, el centro de la chapa puede saltar hacia adelante y hacia atrás pero no puede ser aplanado sin equipo especializado.
Dobladillo (Dutch Bend)	Borde del material doblado sobre sí mismo con el fin de una manipulación segura o para aumentar la rigidez del borde.
Doblado	Generalmente aplicado al conformado. Creación de una característica formada por el desplazamiento angular de una pieza de trabajo de chapa metálica. Véase también "embutición" y "formación".
Ductilidad	Capacidad de un material para ser doblado o formado de otra manera sin que se produzca una fractura.

Esmerilado	Proceso de eliminación de material por abrasión.
Espacio libre de la matriz	Cantidad de espacio entre el punzón y la abertura de la matriz.
Esquina	Tres superficies que se unen en un punto.
Estacado	Método de fijación que utiliza el material desplazado para la retención.
Estirado nivelado	Proceso de aplanado en el que se estira un material para conseguir una tolerancia de planicidad deseada.
Estriador	Dispositivo mecánico de sujeción aplicado a la pieza durante el proceso de punzonado.
Fijación	Herramienta diseñada para ubicar y mantener los componentes en su posición.
Formación de correderas	Proceso de estampado de gran volumen en el que una máquina con múltiples correderas realiza secuencialmente varias operaciones (es decir, corte, perforación, formación, etc.).
Gubia	Imperfección superficial, más profunda que un arañazo, a menudo con bordes elevados.
Herramienta de formación	Herramienta de formación de matrices que utiliza dos bordes opuestos, separados por un espesor de material, que se mueven uno al lado del otro para formar el material.
Herramienta dura	Herramienta fabricada para una pieza específica. También se denomina "herramienta especializada".
Herramienta especializada	Comúnmente conocido como "herramienta dura" - es la herramienta que produce una pieza específica.
Herramienta progresiva	Matriz progresiva que utiliza múltiples estaciones u operaciones para producir una variedad de opciones. Puede incorporar perforación, conformación, extrusión y embutición, y suele aplicarse a series de producción de gran cantidad.
Lado de punzón	Lado opuesto al de la rebaba para los elementos perforados; lado en el que el punzón entra en el material.
Lengüeta conformada	Pequeña pestaña doblada en ángulo desde el cuerpo de una pieza metálica
Libre de rebaba	Borde sin protuberancias afiladas.
Libre de rebabas	Altura de la rebaba Altura a la que se eleva la rebaba más allá de la superficie del material.
Marca de quemadura	Decoloración por calor creada en la zona de contacto de un electrodo de soldadura.
Marcas de abrazadera	Ligeras hendiduras en el borde de un lado del material causadas por la presión de los dispositivos de sujeción de la prensa de torreta.
Marcas de desecho	Defectos superficiales causados por el hundimiento de la chatarra en la superficie del metal.
Marcas de mordiscos	Ligeras irregularidades en el borde de la superficie del material después de las operaciones de punzonado progresivo ("mordisqueo") en una prensa de torreta.
Marcas de retención	Ligeras hendiduras o marcas de rozadura en un lado de la pieza que pueden resultar de la presión de los dispositivos de sujeción durante las operaciones de cizallamiento.
Marcas de sujeción	Redondeo del borde superior de un elemento perforado causado por la ductilidad del metal, que fluye en la dirección de la fuerza aplicada.

Marcas de troquelado	Arañazos, marcas de fregado, hendiduras, rozaduras o bruñido de las piezas de chapa metálica por la herramienta.
Marcas del estriador	Impresiones en un lado del material alrededor de los agujeros perforados, causadas por los expulsores del punzón.
Matiz compuesta	Herramienta utilizada para perforar, conformar y troquelar una pieza al mismo tiempo, con un solo golpe de la prensa.
Matriz	Herramienta con un hueco o cavidad que se ajusta con precisión a un "punzón" utilizado para cizallar o formar piezas de chapa.
Matriz de transferencia V	Variación de una matriz progresiva en la que la pieza se transfiere de una estación a otra mediante un sistema mecánico. Se utiliza principalmente cuando la pieza tiene que estar libre de la banda para permitir que las operaciones se realicen en un estado libre.
Matriz en V	Herramienta utilizada junto con un punzón en V.
Matriz maestra	Receptáculo de herramientas universal para alojar sistemas de herramientas cambiables.
Medidor Go/No-Go	Dispositivo de medición con dos elementos de registro que determinan si una característica a medir está entre dos límites establecidos.
Medio cizallamiento	Perforación de penetración parcial, creando un botón de localización con una altura de aproximadamente 1/2 del espesor del material.
Modelo	Muestra de preproducción realizada con un énfasis limitado en la tolerancia para probar un concepto de diseño. Véase también "Prototipo".
Muesca	Operación en la que el punzón retira material del borde o de la esquina de una tira o pieza en bruto.
Orificio a orificio	Distancia desde la línea central de un agujero hasta el borde interior de un elemento formado.
Penetración	(1) Profundidad de una operación de corte antes de que se produzca la rotura. (2) En la soldadura, profundidad del material a través de la cual se produce la fusión.
Perforación	Perforación de aberturas como agujeros y ranuras en el material.
Perpendicularidad	Relación dimensional de una pieza o punto de referencia situado en ángulo recto (90°) con respecto a una característica determinada.
Plano o mate	Superficie de recubrimiento que no muestra brillo cuando se observa desde cualquier ángulo; una superficie reflectante perfectamente difusa.
Plazo de entrega	Tiempo necesario para fabricar un producto desde la realización del pedido hasta su envío.
Prensa de torreta	Punzonadora automatizada que indexa el material y selecciona la herramienta prevista fuera del dispositivo de sujeción de la herramienta rotativa (torreta) totalmente por control informático para perforar, troquelar y formar piezas según lo programado.
Prensa hidráulica	Máquina que ejerce una presión de trabajo por medios hidráulicos.
Presa de punzación	Máquina que suministra fuerza de compresión para remodelar los materiales.
Prototipo	Primera parte de un diseño que se realiza para probar la capacidad de tolerancia, los conceptos de utillaje y la posibilidad de fabricación.

Punzón en V	Herramienta en forma de V utilizada para el conformado de ángulos.
Quiebre	Parte fracturada de la sección transversal de un borde cortado de la chapa. Una condición que se produce de forma natural durante las operaciones de cizallado, troquelado, punzonado y otras operaciones de corte.
Radio de curvatura	Radio interior.
Radio de esquina	Radio exterior.
Rebaba	Borde afilado y levantado inherente a las operaciones de corte como el cizallado, el troquelado, el punzonado y el taladrado.
Rebote de muelle	Rebote parcial del material formado causado por su elasticidad.
Redes	Material entre dos aberturas o bordes.
Redondez	Grado de circularidad de una característica.
Reenrollado	Operación final de laminado en frío, que suele realizarse para lograr un control específico del espesor y un mejor acabado.
Referencia	Planos, líneas o puntos teóricamente exactos a partir de los cuales se localizan otras características en los planos de diseño.
Rib de refuerzo	Característica en relieve en una pieza de chapa metálica que se añade para hacer la pieza más rígida.
Roscado	Operación de creación de roscas internas mediante corte o conformación.
Slug	Desechos de una operación de perforación.
Tiempo de entrega	Tiempo necesario para fabricar un producto desde la realización del pedido hasta su envío.
Tiras	Material de lámina, cortado en trozos largos y estrechos.
Tolerancia	Variación admisible de una especificación para cualquier característica del producto.
Troquel	(1) Material de chapa metálica con el que se va a fabricar un producto. (2) Pieza resultante de la operación de troquelado.
Troquelado	Corte de la forma exterior de una pieza.

Agradecimientos

Parte del contenido está inspirado en el "Manual de SLS of the Small Lot Stamping Institute"; ahora Precision Metalforming Association | www.pma.org

Glosario de términos por cortesía de la Precision Metalforming Association