

GUÍA DE DISEÑO:

Mecanizado CNC

Índice de contenidos

2 Visión general

- ¿Qué es el mecanizado CNC?
- Fresadoras CNC
- Tornos CNC

5 Normas de fabricación CNC

- Estándares generales de fabricación
- Tolerancias generales
- Tolerancias de las piezas
- Limitaciones de tamaño
 - Piezas fresadas
 - Piezas torneadas
- Tamaño del material de la pieza en bruto

10 Directrices de diseño

- Complejidad de la pieza
- Filetes
 - Filetes de esquina interior
 - Filetes de fondo

Agujeros

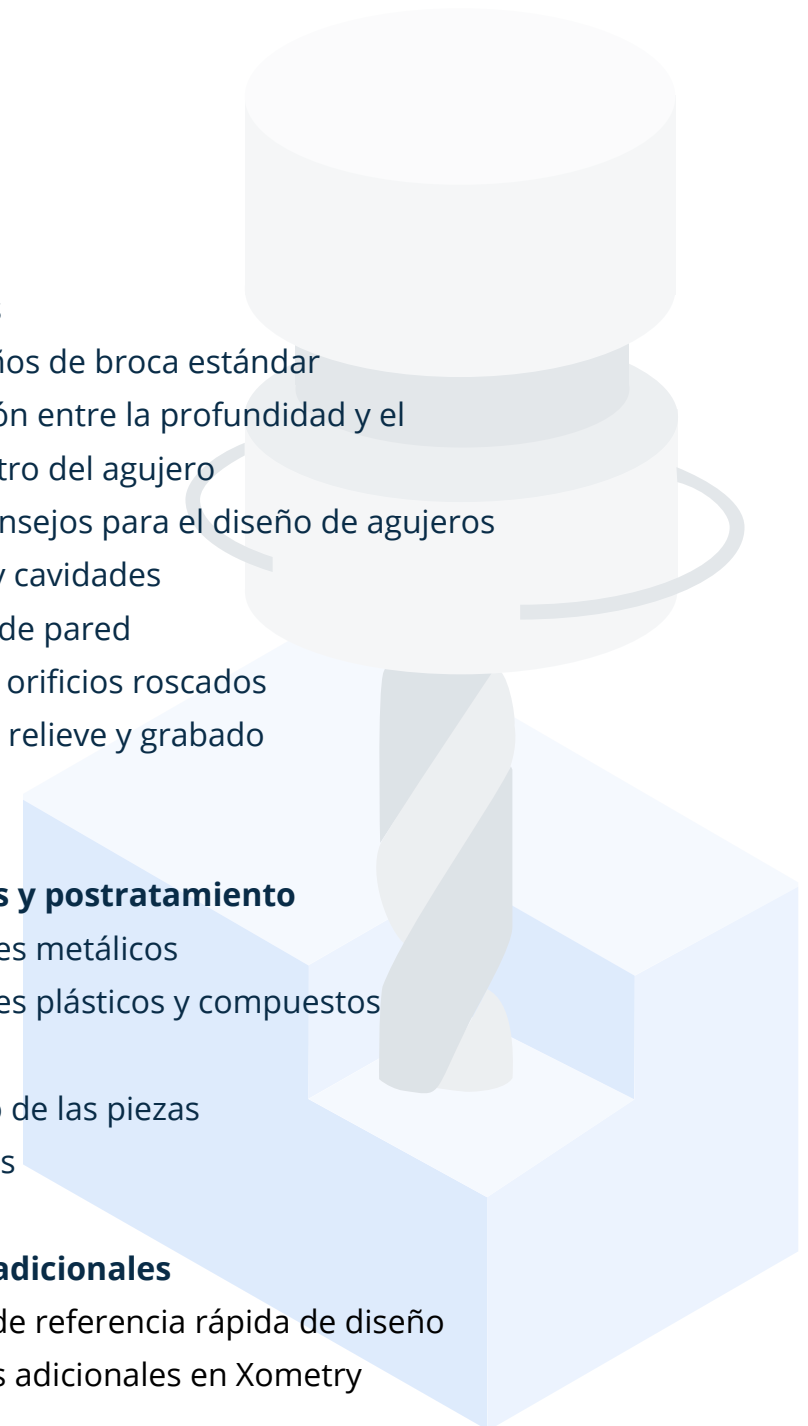
- Tamaños de broca estándar
- Relación entre la profundidad y el diámetro del agujero
- Otros consejos para el diseño de agujeros
- Cajeras y cavidades
- Espesor de pared
- Roscas y orificios roscados
- Texto en relieve y grabado
- Rebajes

19 Materiales y postratamiento

- Materiales metálicos
- Materiales plásticos y compuestos
- Insertos
- Marcado de las piezas
- Acabados

24 Recursos adicionales

- Cuadro de referencia rápida de diseño
- Recursos adicionales en Xometry



A close-up, high-angle shot of a CNC machine's spindle and tool bit cutting into a metal workpiece. The scene is filled with fine metal shavings and a mist of coolant, creating a dynamic and industrial atmosphere. The lighting is dramatic, highlighting the textures of the metal and the precision of the machinery.

MECANIZADO CNC

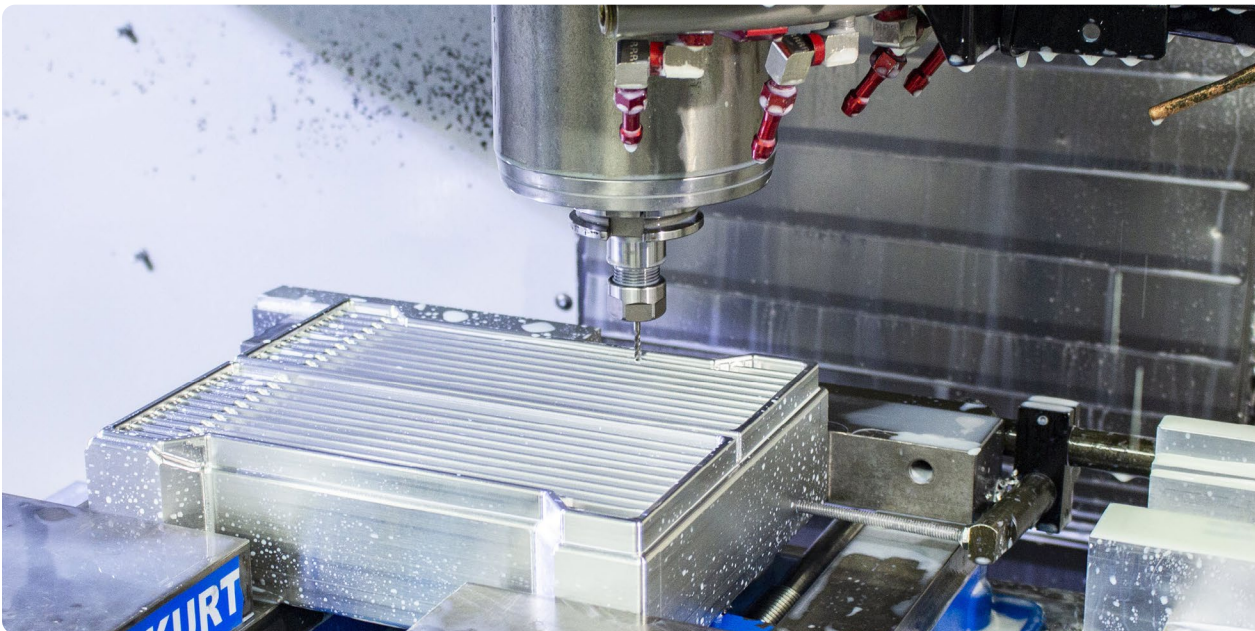
Visión general

Visión general

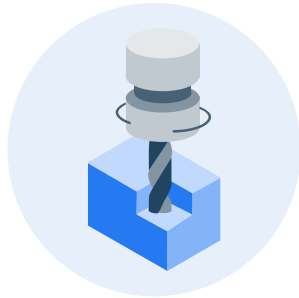
¿Qué es el mecanizado CNC?

El mecanizado CNC (control numérico por ordenador por sus siglas en inglés) es un proceso para eliminar material mediante máquinas de alta velocidad y precisión que utilizan una amplia variedad de herramientas de corte para crear el diseño final. El software CAM (fabricación asistida por ordenador por sus siglas en inglés), junto con el modelo CAD (diseño asistido por ordenador por sus siglas en inglés) proporcionado por el cliente, se utiliza para programar las instrucciones que utilizarán las máquinas para producir las piezas.

Dado que un ordenador controla el movimiento de la máquina, los ejes horizontales, verticales y de rotación pueden moverse simultáneamente para crear desde simples líneas rectas hasta complejas formas geométricas. Sin embargo, a pesar de los avances en herramientas y controles CNC, todavía existen algunas limitaciones en el mecanizado CNC, y no se pueden crear todos los perfiles y características. Estas limitaciones se tratarán más adelante en esta guía.

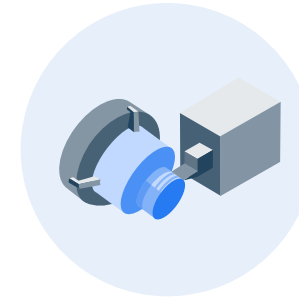


¿Qué es el mecanizado CNC?



Fresadoras CNC

Con las fresadoras CNC, las piezas se fabrican sujetando el material en bruto o la pieza a la bancada de la máquina mientras un husillo de giro rápido que sujeta la herramienta de corte retira el material. Los movimientos horizontales y verticales del husillo y la bancada se utilizan para manipular la posición de la pieza, lo que permite cortar diversas formas y profundidades. En las máquinas con un eje de control adicional, como el eje de rotación en las máquinas de 5 ejes, la herramienta puede acceder a múltiples caras y zonas de difícil acceso para crear características complejas con configuraciones reducidas.



Tornos CNC

Las formas cilíndricas complejas pueden fabricarse de forma más rentable con un torno CNC que con una fresadora CNC de 3 o 5 ejes. Con un torno CNC, el material de la pieza gira mientras las herramientas de corte permanecen fijas. Para crear la geometría de una pieza, el ordenador del CNC controla la velocidad de rotación de la pieza, así como el movimiento y la velocidad de avance de las herramientas fijas. Si se requieren características cuadradas en una pieza redonda, normalmente, la geometría redonda se crea primero utilizando un torno, y luego la pieza se traslada a una fresadora para crear las características cuadradas. Los tornos con herramientas vivas o accionadas son una excepción y pueden realizar ciertas operaciones de fresado como el taladrado, el ranurado y el roscado dentro del propio torno.

A close-up, high-angle shot of a CNC machine's spindle and tool bit cutting into a metal workpiece. The scene is filled with fine metal shavings and a blue-tinted background. The text is overlaid on the left side of the image.

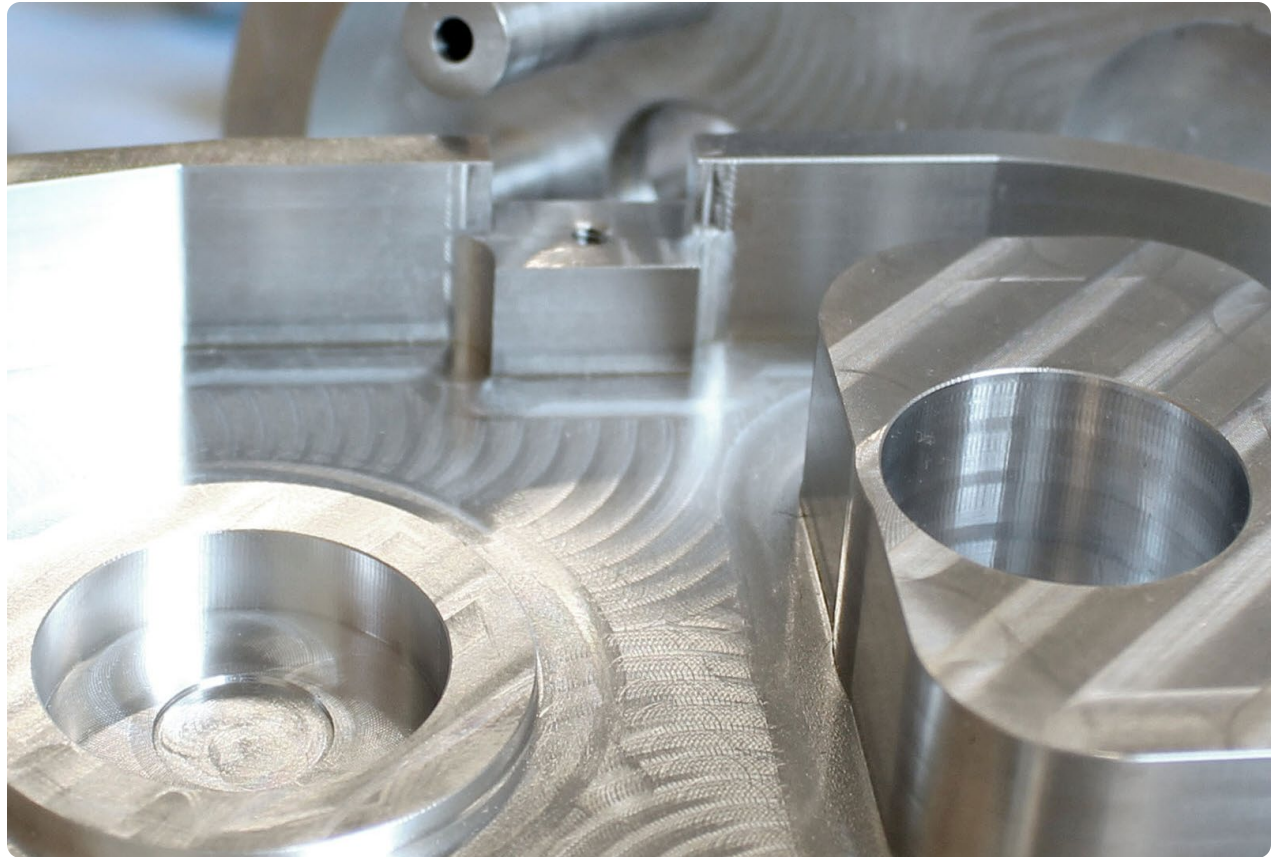
MECANIZADO CNC

Normas de fabricación CNC

Estándares generales de fabricación

A menos que se especifique lo contrario, Xometry fabrica componentes mecanizados por CNC de acuerdo con los siguientes estándares:

- El acabado de la superficie mecanizada es Ra 3,2 o mejor. Las marcas de la máquina herramienta pueden dejar un patrón en forma de remolino.
- Los filos vivos se matarán y desbarbarán por defecto (generalmente con chaflanes de 0,1-0,3x45°). Los filos críticos que deban dejarse afilados deberán anotarse y especificarse en un plano (dibujo 2D).
- Los plásticos claros o transparentes serán mates o tendrán marcas de remolino translúcidas en cualquier cara mecanizada. El chorreado de bolas dejará un acabado esmerilado en los plásticos transparentes.
- No se pueden garantizar las tolerancias en la espuma o materiales compresibles similares.



Una pieza con un acabado estándar, limpiada y desbarbada. Las marcas de fresado y de herramientas pueden ser visibles con un acabado Ra 3,2.

Tolerancias generales

La tolerancia es el rango aceptable para una dimensión que es determinada por el diseñador basado en la forma, ajuste y función de una pieza. A menos que el diseñador lo indique específicamente, Xometry seguirá las tolerancias estándar de la industria ISO 2768 e ISO 286 que se indican a continuación:

Sabías que...

Un trozo de papel de impresora tiene un espesor de unos 0,10 mm.



Norma de tolerancia	Tolerancias lineales generales	Tolerancias generales para radios exteriores y alturas de chaflán	Dimensiones angulares
ISO 2768 - Medio (Norma)	$\pm 0,1-2$ mm en función de la longitud nominal de 0,5 a más de 2000 mm	$\pm 0,2-1$ mm en función de la longitud nominal de 0,5 a más de 6 mm	$\pm 1^{\circ}-0^{\circ}5'$ en función de la longitud nominal de hasta 10 a más de 400 mm
ISO 2768 - Fina	$\pm 0,05-0,5$ mm en función de la longitud nominal de 0,5 a más de 2000 mm	$\pm 0,2-1$ mm en función de la longitud nominal de 0,5 a más de 6 mm	$\pm 1^{\circ}-0^{\circ}5'$ en función de la longitud nominal de hasta 10 a más de 400 mm
ISO 286 - Grado 8	El valor de la tolerancia normalizada oscila entre 0,014 y 0,23 mm en función del tamaño nominal de 0,5 a 2000 mm		
ISO 286 - Grado 7	El valor de la tolerancia normalizada oscila entre 0,010 y 0,150 mm en función del tamaño nominal de 0,5 a 2000 mm		
ISO 286 - Grado 6	El valor de la tolerancia normalizada oscila entre 0,006 y 0,092 mm en función del tamaño nominal de 0,5 a 2000 mm		

Nota: Estas tolerancias se aplican a los componentes metálicos mecanizados. Los grados de tolerancia para los materiales plásticos y compuestos son la ISO 2768 gruesa o media para las tolerancias generales, y la ISO 286 grado 8 o mayor para las tolerancias específicas.

Si se requieren tolerancias más estrechas (inferiores a la norma, por ejemplo, $\pm 0,1-2$ mm), debe comunicarse la información relativa a las dimensiones que requieren tolerancias más estrechas. La mejor manera de compartir esta información es un dibujo técnico o una hoja de especificaciones.

Tolerancias estrechas

Las tolerancias generales para el mecanizado CNC suelen comenzar en $\pm 0,1$ mm. Las tolerancias estrechas suelen describir tolerancias más pequeñas que la norma general. Con el mecanizado CNC, podemos conseguir tolerancias tan ajustadas como $\pm 0,01$ mm. Con configuraciones especializadas y operaciones adicionales como el escariado, el rectificado, etc., es posible conseguir tolerancias aún más estrechas para algunas características, dependiendo del material y de la geometría de la pieza. Las tolerancias geométricas globales (GD&T) también pueden aplicarse al dibujo de la pieza; sin embargo, pueden dar lugar a tiempos de inspección más largos debido a las herramientas y el tiempo necesarios para comprobarlas.

Aunque las tolerancias más estrechas pueden beneficiar a la forma, el ajuste y la función de una pieza, también tienen algunas desventajas y pueden dar lugar a un mayor número de inutilidades, a una fijación adicional, a herramientas de medición especiales y a tiempos de ciclo más largos debido a las velocidades de corte más lentas, todo esto puede hacer que aumenten los precios y los plazos de entrega. Dependiendo de la llamada de tolerancia y su geometría, el coste de la pieza puede ser más del doble de lo que sería con una tolerancia estándar.



Consejo profesional:

Para ayudar a minimizar el coste y el plazo de entrega, aplique tolerancias estrechas o geométricas exclusivamente a las zonas críticas y especifique sólo lo necesario para cumplir la forma, el ajuste y la función de su pieza.

Limitaciones de tamaño

Piezas fresadas

El tamaño de la pieza está limitado a las capacidades de la máquina y a la profundidad de corte requerida por las características de la pieza. Xometry puede fresar normalmente piezas de hasta X-2000 mm, Y-750 mm, Z-600 mm. Las características y el tamaño de cada pieza determinarán la altura mecanizable de la misma. Si su pieza supera las 24" de altura mecanizable, requerirá una revisión manual adicional para su fabricación.

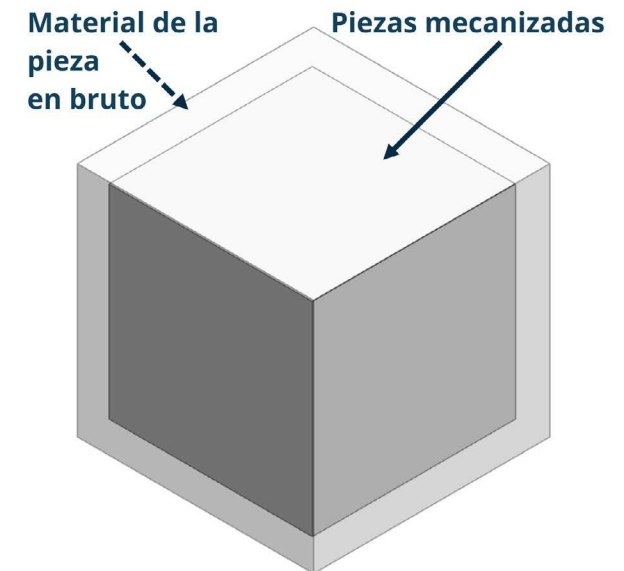
Tamaño del material de la pieza en bruto

El término "Material de la pieza en bruto" o simplemente "Pieza en bruto" se refiere al tamaño de la materia prima utilizada para crear la pieza acabada. Las piezas en bruto suelen ser ligeramente más grandes que las medidas de la pieza acabada para permitir las variaciones de la materia prima y cortar las caras rugosas de la misma. Por ejemplo, si las dimensiones finales son de 20 x 20 x 20 mm, una pieza en bruto adecuada sería de aproximadamente 23 x 23 x 23 mm.

Los diseñadores deben tener en cuenta el tamaño de las piezas en bruto al diseñarlas. Optimizar el diseño para permitir tamaños de chapa más pequeños y estandarizados es una buena forma de reducir el coste y los residuos de las piezas. Recuerde que algunos tamaños de piezas en bruto son más comunes en determinados materiales que otros.

Piezas de torno

Las capacidades de Xometry permiten fabricar piezas torneadas de hasta D-500 mm, L-4500 mm. Además de los tornos estándar de 2 ejes, las instalaciones de fabricación de Xometry utilizan equipos especializados como sistemas de herramientas vivas, máquinas multihusillo y tornos suizos, que son excelentes para producir piezas de torno con características fresadas o características pequeñas y delicadas.



A close-up, high-angle shot of a CNC milling machine's spindle and tool bit cutting into a metal workpiece. The scene is filled with fine metal shavings and a dark, industrial atmosphere. The lighting is dramatic, highlighting the metallic textures and the precision of the manufacturing process.

MECANIZADO CNC

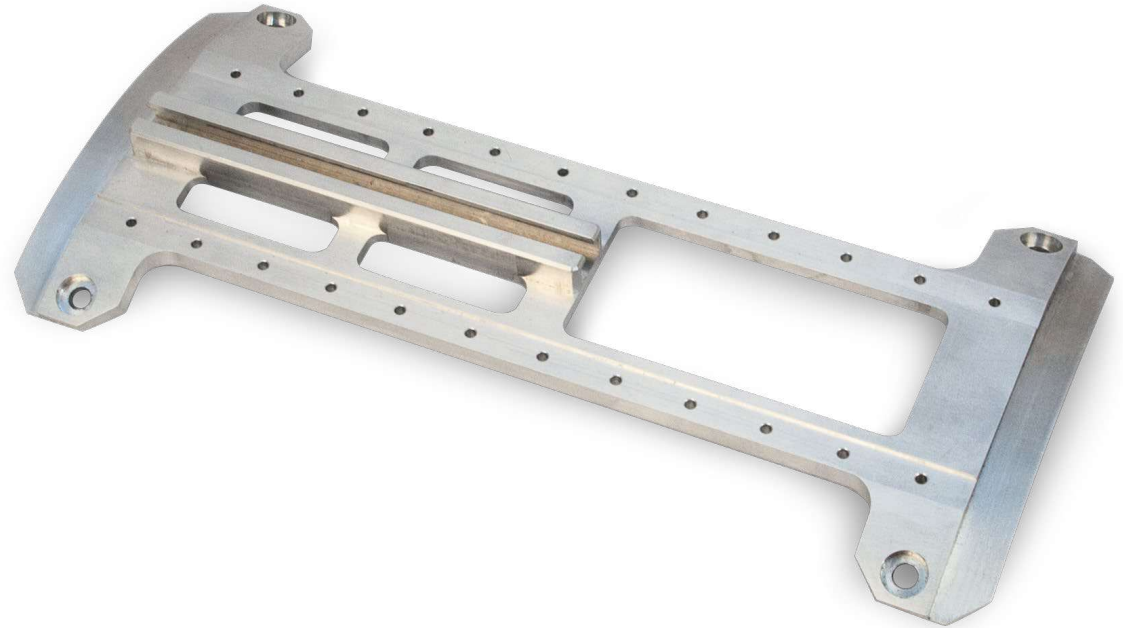
Directrices de diseño

Complejidad de la pieza

Complejidad de la pieza

El mecanizado CNC puede producir eficazmente diseños muy complejos; sin embargo, eso no significa que no deba esforzarse por simplificar sus diseños. Una pieza con geometría contorneada o con múltiples caras que necesitan ser cortadas normalmente tardará más tiempo en ser mecanizada y, por tanto, tendrá un mayor coste en comparación con una pieza que sólo requiere una configuración y tres ejes (X, Y y el movimiento de la herramienta de la Z). Los cortes mínimos se realizan con herramientas pequeñas para crear una superficie curva compleja con un acabado superficial adecuado. Estos cortes minúsculos tardan mucho más en mecanizarse que los cortes más grandes que pueden realizarse en geometrías más amplias o planas, lo que aumenta el coste.

Para ayudar a minimizar el coste y el tiempo de mecanizado, intente diseñar las piezas utilizando planos sobre el eje en la medida de lo posible. Evite los ángulos de inclinación innecesarios y la geometría de contorno o de forma orgánica. Minimizar las variaciones de las características, como los radios de las esquinas internas y los agujeros roscados, también ayudará a reducir los cambios de herramienta, lo que supone un mayor ahorro de tiempo y costes gracias a un diseño simplificado.



Filetes

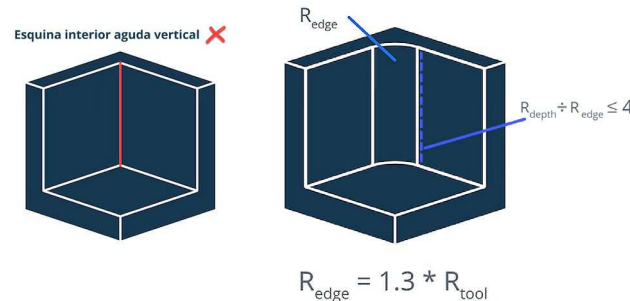
Cuando se utiliza una fresadora vertical u horizontal CNC, las paredes verticales interiores no pueden quedar afiladas y se mecanizarán con un radio. Los radios deben estar presentes porque el material se elimina utilizando una herramienta redonda que gira a altas RPM. Los diseñadores de piezas deben tener en cuenta dónde se producirán los radios debido a esta limitación.

Filetes de esquina interior

Cuando se trata de filetes de esquinas interiores, el tamaño del radio es clave. Dimensionar adecuadamente los radios de las esquinas puede mejorar no sólo la eficacia y el coste del corte, sino también la calidad. Considere lo siguiente para los radios de las esquinas interiores en sus diseños:

- ✓ Utilizar un radio que no se corresponda con los tamaños estándar de las herramientas
- ✓ Los radios deben ser superiores a 0,5 mm
- ✓ Utilizar un radio lo más grande posible
- ✓ Evitar los radios pequeños y profundos

La mayoría de las herramientas de corte vienen en tamaños estándar, como Ø12, Ø6, Ø3, etc. Evite estos tamaños estándar; si los radios de la herramienta coinciden con los radios de las esquinas diseñadas, no tendrá la holgura adecuada para girar en el corte. En su lugar, la herramienta debe detenerse por completo, girar 90 grados y reanudar el corte. Estas trayectorias de corte abruptas reducen la eficacia y provocan



problemas de calidad, como las vibraciones. Los radios más grandes también permiten utilizar herramientas más grandes para el mecanizado de las piezas que eliminan más material con cada corte, lo que reduce el tiempo de la máquina y el coste global. Cuando la profundidad del corte supera dos veces el diámetro de la herramienta de corte, el avance de la herramienta debe reducirse, lo que aumenta el tiempo de ciclo y el coste de la pieza. Aunque existen herramientas de radio pequeño (hasta un radio de 0,25 mm), a veces la profundidad de corte requerida lo hace imposible porque la herramienta no se fabrica en la longitud requerida. Incluso si la herramienta existe, el coste de la pieza aumentará considerablemente debido al tiempo de fabricación adicional necesario para mecanizar una pieza utilizando sólo cortes minúsculos.

Consejo profesional:

Utilice un radio 1,3 veces mayor que el de la herramienta estándar más próxima y procure que la relación radio-profundidad sea de 1:4 para los radios de cajera. Un radio más pequeño de 1:8 también es posible hasta cierto punto, pero aumentaría el tiempo de mecanizado y, por tanto, el coste.

Filetes de fondo

Por lo general, los filetes de fondo pueden llevar mucho tiempo y ser difíciles de mecanizar, por lo que deben evitarse a menos que sean vitales para la forma y la función de su pieza. Cuando se crea un radio de fondo que se une a una esquina, es mucho más fácil de mecanizar si el radio del fondo es menor que el de la pared. Al tener el radio del fondo más pequeño que el de la pared, se puede utilizar la misma herramienta para eliminar el material, lo que crea un flujo suave a través de la esquina.

Consejo profesional:

Para una mejor fabricación de los filetes de fondo, utilice un radio de fresado estándar de punta de toro.

Agujeros

Los agujeros suelen crearse con brocas que penetran en la pieza para eliminar el material. El taladrado es un método rápido y eficaz para crear agujeros y es lo que la mayoría de los mecanizadores utilizarán cuando puedan. Los agujeros más importantes o de tamaño inusual pueden hacerse mediante el fresado helicoidal con una fresa, pero este método es más lento y menos eficaz que el taladrado. En cualquier caso, los diseñadores deben tener en cuenta algunas consideraciones a la hora de diseñar los orificios de sus piezas.

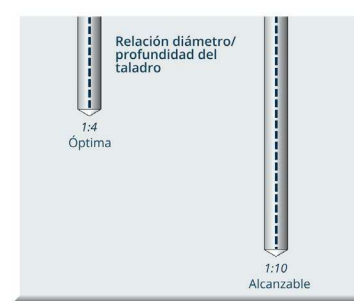
Tamaños de broca estándar

Los diseñadores deben familiarizarse con los tamaños estándar de las brocas y diseñar los agujeros de acuerdo con ellos, lo que permite un taladrado rápido y un tamaño preciso de los agujeros. Los tamaños no estándar pueden requerir costosas herramientas personalizadas o pases adicionales con fresas y escariadores para lograr la dimensión, lo que aumenta el tiempo del ciclo. El tamaño estándar de las brocas métricas es un incremento de 0,1 mm desde 1 mm hasta 13 mm. Cualquier tamaño superior a 13 mm suele tener un incremento de 0,5 mm.



Relación entre la profundidad y el diámetro del agujero

A medida que aumenta la profundidad de un agujero, también lo hace la dificultad de fabricación. Los agujeros excesivamente profundos y estrechos pueden provocar problemas de fabricación, como la rotura de la herramienta, el desplazamiento de la broca y problemas de evacuación de la viruta, entre otros. La relación entre la profundidad y el diámetro de los agujeros debe mantenerse lo más baja posible. Los agujeros con una relación profundidad/diámetro importante pueden requerir herramientas especializadas, como el taladrado con pistola, para conseguir la geometría.



Consejo profesional:

Elija tamaños de agujeros estándar. Si se reduce la variación del tamaño de los agujeros, se puede utilizar la misma herramienta para varias funciones, lo que reduce el tiempo de ciclo y el coste.

Consejo profesional:

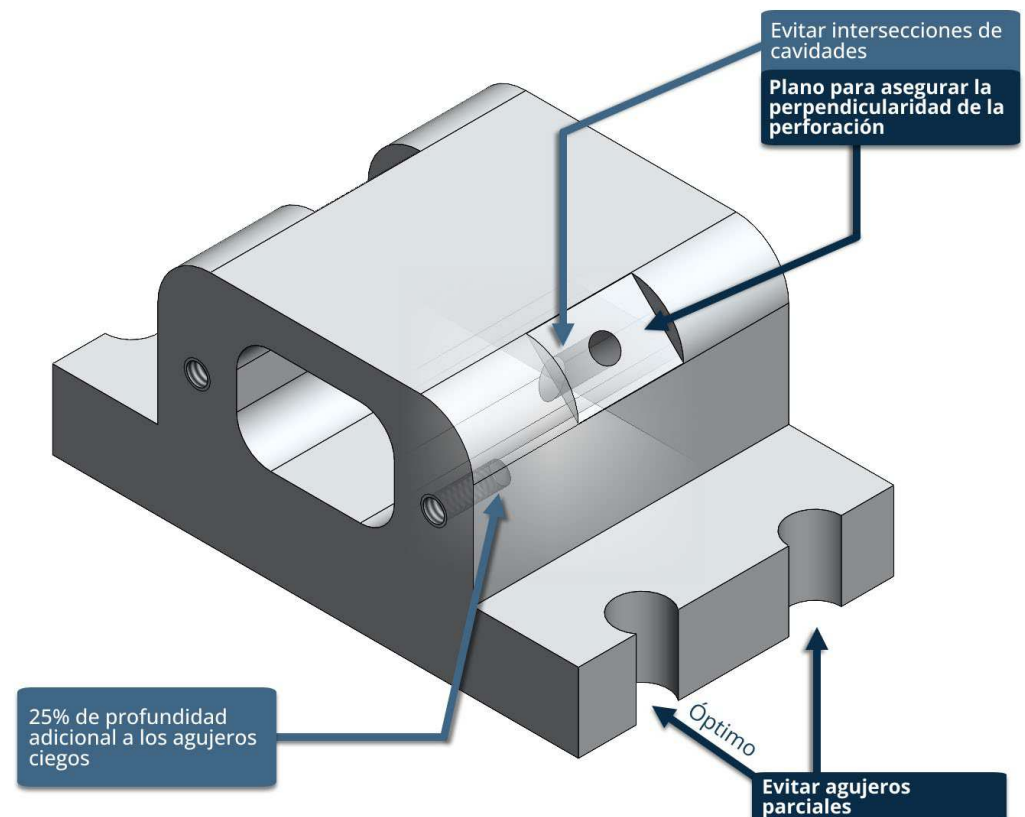
Mantenga la relación entre el diámetro y la profundidad del orificio de perforación por debajo de 1:10 para facilitar la fabricación. Incluso es mejor una relación de 1:4 para ahorrar tiempo y costes. Por ejemplo, un taladro de 6 mm de diámetro a 24 mm de profundidad es óptimo, mientras que una profundidad de 60 mm es factible.

Agujeros

Otros consejos para el diseño de agujeros

He aquí otros consejos y consideraciones rápidas que puede seguir para mejorar la fabricabilidad de los agujeros de sus piezas:

- ✓ Evite los agujeros parciales (por ejemplo, en el borde); son difíciles de fabricar. Si es necesario, mantenga al menos el 75% del agujero dentro del borde de la pieza.
- ✓ Mantenga los agujeros y las cavidades a una distancia mínima de 0,8 mm de las paredes para evitar defectos en las piezas metálicas. Este valor se duplica en el caso de materiales plásticos o compuestos fresados.
- ✓ Mantenga el eje del orificio perpendicular a la superficie; evite taladrar en superficies inclinadas o curvas. Añadir un plano a las superficies curvas donde está el agujero asegurará que la broca entre perpendicularmente.
- ✓ Utilice agujeros pasantes en lugar de agujeros ciegos cuando sea posible; son más accesibles para mecanizar, escariar y roscar.
- ✓ Si necesita utilizar agujeros ciegos, añada un 25% más de profundidad de la que necesita para tener en cuenta los puntos de perforación y la evacuación de las virutas.
- ✓ Evite diseñar agujeros que se crucen con cavidades, lo que puede provocar problemas de fabricación. Si la intersección es inevitable, mantenga el centro del eje de taladrado alejado de la cavidad.



Directrices de diseño

Cajeras y cavidades

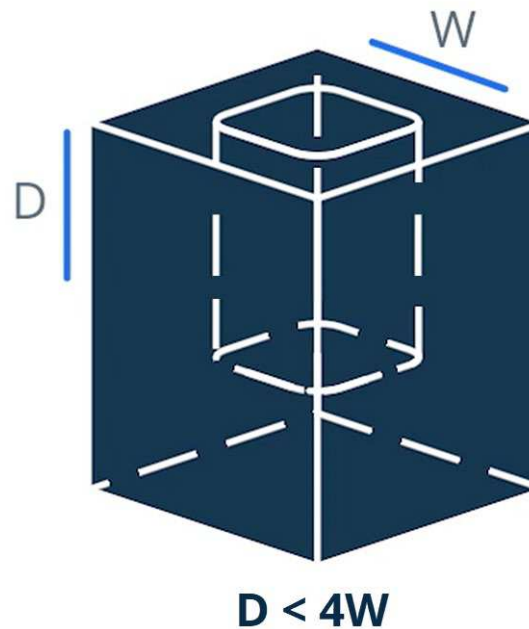
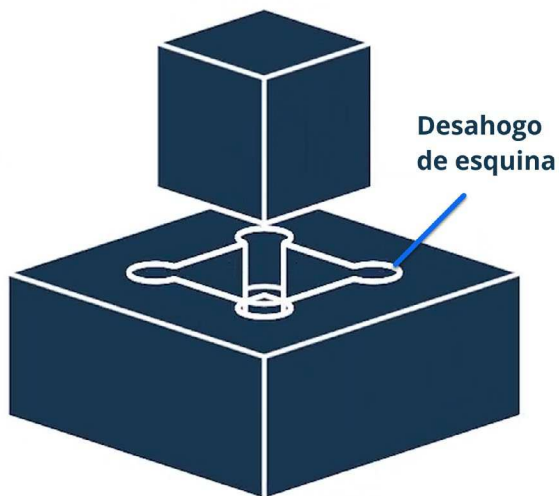
Las cajas y cavidades excesivamente profundas pueden plantear problemas de fabricación como la desviación de la herramienta, problemas de evacuación de la viruta y rotura de la herramienta. Las cavidades con una profundidad superior a seis veces su anchura se consideran demasiado profundas; la relación ideal entre anchura y profundidad es $D < 4*W$.

Si necesita cavidades más profundas, considere la posibilidad de utilizar una anchura de cavidad variable que sea más ancha en la parte superior y permita un mejor acceso a las herramientas en la parte inferior.



Consejo profesional:

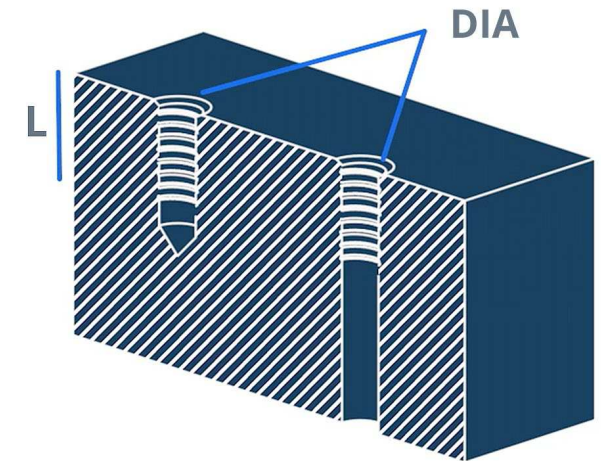
Cuando una pieza rectangular recta se va a ensamblar en una cavidad, y se desea una esquina afilada, es mejor añadir relieves en las esquinas o cortes en forma de hueso de perro que utilizar un radio pequeño.



Roscas y orificios roscados

Hay varias formas de crear roscas en una pieza: machos de corte, machos de forma o fresas de rosca. Todos estos métodos son eficaces, pero los diseñadores deben tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Sólo hay que roscar la longitud necesaria; en el caso de los metales no suele ser necesario superar el doble del diámetro del agujero. Los orificios roscados profundos pueden aumentar el coste de la pieza, ya que puede ser necesario un utillaje especializado para cumplir los requisitos de profundidad.
- ✓ Considere la posibilidad de utilizar insertos roscados para materiales más blandos, como el aluminio o los plásticos.
- ✓ Elija siempre el tamaño de rosca más grande permitido por el diseño, para que el proceso de fabricación sea más manejable.
- ✓ Cuanto más pequeño sea el macho de roscar, mayor será la posibilidad de que se rompa durante la producción. Las roscas de tamaño inferior a M2 se convierten en un riesgo de formación debido a un alto potencial de rotura de la herramienta.
- ✓ Evite utilizar especificaciones de rosca poco comunes o personalizadas; éstas pueden requerir costosos machos o herramientas personalizadas.
- ✓ En el caso de los agujeros ciegos, añada una longitud no roscada de al menos la mitad del diámetro del agujero después de la rosca para permitir el paso del macho y la evacuación de la viruta. No es necesario diseñar un alivio de perforación en el modelo 3D, pero debe indicarse como permisible en un dibujo técnico.
- ✓ Añada las roscas a su presupuesto y adjunte un dibujo especificado para comunicar sus requisitos. Las especificaciones del dibujo deben definir completamente la característica del roscado, incluyendo el tipo de rosca, el tamaño y la profundidad del agujero, y cualquier tratamiento de mezcla, como los avellanados.



$L < 2 \times \text{Diámetro}$

Espesor de pared y texto mecanizado

Espesor de la pared

Las paredes deben tener un espesor suficiente para garantizar su resistencia y rigidez. Cuando los espesores son excesivamente finos, son propensos a alabearse, romperse y fallar en general cuando están sometidos a carga. Además, al perder rigidez, las vibraciones del proceso de mecanizado pueden provocar vibraciones, lo que obliga al mecanizador a reducir la velocidad para mitigar este problema. También es más difícil mantener la precisión cuando se cortan paredes que no son lo suficientemente rígidas por ser demasiado finas.

El espesor mínimo de las paredes debe corresponder a lo siguiente

- ✓ Materiales metálicos: 0,794 mm
- ✓ Materiales plásticos y compuestos: 1,5 mm

Texto mecanizado

El texto mecanizado puede diseñarse de dos maneras: texto en relieve que se eleva por encima de la superficie o texto grabado que se sitúa por debajo de la superficie. De estos métodos, recomendamos crear el texto como grabado en lugar de en relieve. El grabado requiere una eliminación mínima de material, a diferencia del estampado, que implica una gran cantidad de eliminación de material adyacente al texto para crear el efecto de relieve. Si no necesita marcas mecanizadas, considere el marcado por láser como método alternativo para añadir texto a su pieza.



Consejo profesional:

Utilice **fuentes sans serif de 20 puntos** y recuerde que los bordes internos afilados de los caracteres se mecanizarán con un radio.

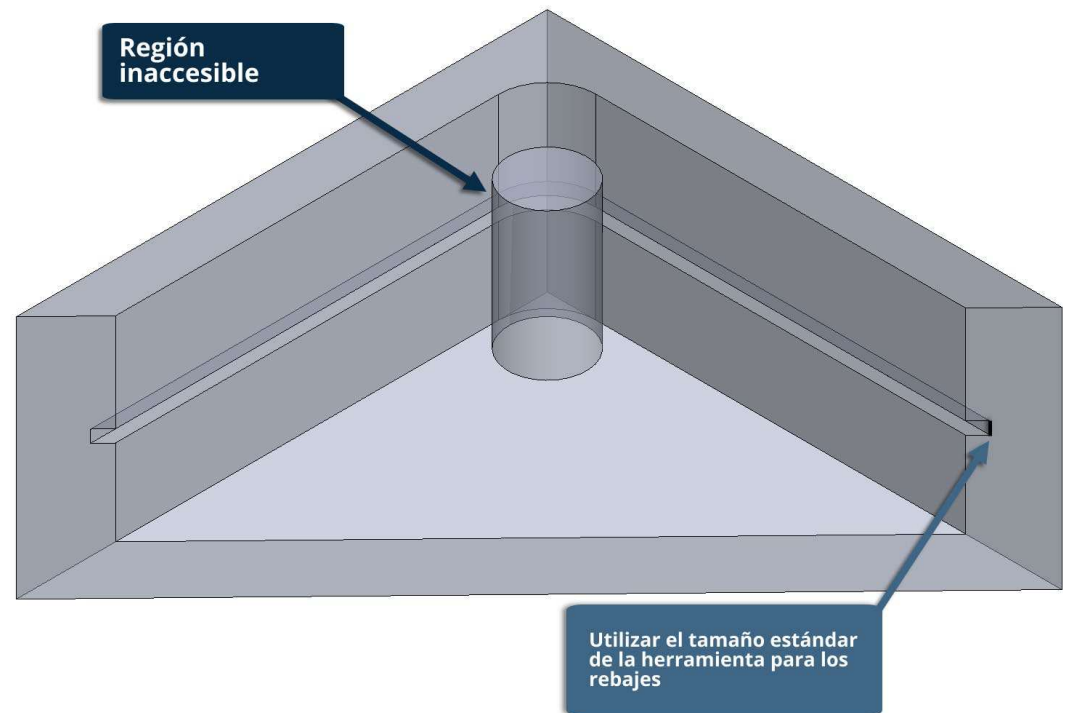


Rebajes

Algunas características no pueden ser alcanzadas por una herramienta de mecanizado estándar, creando así una región de rebaje en la pieza. Hay que tener cuidado al diseñar un rebaje por dos razones:

En primer lugar, supongamos que la dimensión de la característica no se corresponde con un tamaño de fresa estándar. En ese caso, el rebaje puede requerir la creación de una costosa herramienta a medida, lo que hace que el coste de la pieza y el plazo de entrega aumenten considerablemente, sobre todo si sólo se van a fabricar unas pocas piezas. Si se utiliza un radio estándar, el precio se reduce en gran medida, ya que se pueden utilizar herramientas estandarizadas.

En segundo lugar, la profundidad de corte está limitada por la construcción de la herramienta (normalmente una fresa de asiento, una hoja de corte horizontal unida a un eje vertical). No existe una "profundidad estándar" para los rebajes, pero cuanto menos profundos sean, mejor. También es fundamental diseñar los rebajes en lugares accesibles. La figura anterior muestra una característica de rebaje que no puede fabricarse mediante un proceso de mecanizado.



A close-up, high-angle photograph of a CNC machine's spindle and tool bit cutting into a metal workpiece. The scene is filled with fine metal shavings and a mist of coolant. The lighting is dramatic, highlighting the textures of the metal and the precision of the machinery. The overall color palette is a monochromatic blue-grey.

MECANIZADO CNC

Materiales y posprocesado

Materiales estándar

La selección de materiales es fundamental para determinar la funcionalidad y el coste global de una pieza. El diseñador debe determinar las características del material clave para el diseño de la pieza: dureza, rigidez, resistencia química, capacidad de tratamiento térmico, estabilidad térmica, etc. Xometry mecaniza una amplia variedad de materiales metálicos y plásticos, que se enumeran a continuación, y otros materiales personalizados bajo petición.



Materiales metálicos

- Aluminio
- Latón
- Bronce
- Cobre
- Acero al carbono
- Acero inoxidable
- Titanio
- Otros metales a medida

Materiales plásticos

- ABS
- POM / Acetal (Delrin®)
- Acrílico
- HDPE
- Nylon / PA
- PEEK
- Policarbonato
- Polipropileno
- PTFE
- PVC
- UHMW PE
- Ultem
- Otros plásticos a medida

El tipo de material es un factor crítico para determinar el coste total de una pieza. Los plásticos y los metales más blandos (por ejemplo, el aluminio y el latón) se mecanizan en general con facilidad y, por tanto, requieren menos tiempo de mecanizado, lo que reduce el coste de este. Los materiales más duros, como el acero inoxidable y el acero al carbono, deben mecanizarse con velocidades de giro del husillo y avances de máquina más lentos, lo que hace que los tiempos de ciclo sean más largos que los de los materiales más blandos. Como estimación básica, el aluminio se mecanizará unas 4 veces más rápido que el acero al carbono, y el acero inoxidable se mecanizará la mitad de rápido que el acero al carbono.

El plástico puede ser una alternativa menos costosa que el metal si el diseño de una pieza no requiere la rigidez del metal. El polietileno, por ejemplo, es fácil de mecanizar y cuesta aproximadamente 1/3 del coste del aluminio 6061.

Nota: *Dependiendo de la geometría de la pieza, las tolerancias estrechas pueden ser más difíciles de mantener con los plásticos. Las piezas también pueden deformarse después del mecanizado debido a la tensión residual creada cuando se retira el material.*

Insertos

Los insertos son un método habitual para crear roscas fuertes y fiables en las piezas. Son especialmente útiles en materiales más blandos, como el aluminio o los plásticos, donde las roscas roscadas son más propensas al desgaste. Si necesita insertos, asegúrese de indicar en su presupuesto el número de insertos necesarios por pieza. Xometry y sus socios fabricantes instalan regularmente insertos como

- Insertos Helica/Helicoil
- Insertos de cierre con llave
- Insertos a presión/autoenrollables
- Insertos térmicos
- Insertos de roscado

Cuando diseñe los insertos, siga las directrices especificadas en las instrucciones incluidas con los insertos disponibles en el mercado. Asegúrese de anotar la identificación de la pieza y la dirección de instalación en una impresión adjunta como referencia.



Consejo profesional:

No cargue su modelo CAD con insertos incluidos como un conjunto; los mecanizadores se remitirán a los dibujos técnicos para las llamadas de insertos. La inclusión de insertos en su archivo CAD puede causar problemas con la cotización instantánea y la programación del CNC.

Marcado de las piezas

El marcado de piezas es una excelente manera de añadir marcas de alto contraste, números de piezas, logotipos y mucho más. La siguiente tabla compara los diferentes tipos de métodos de marcado que ofrecemos.

Método de marcado	Usos comunes	Ventajas	Desventajas
Marcado y grabado por láser	<ul style="list-style-type: none">• Gráficos• Números de pieza• Texto	<ul style="list-style-type: none">• Marcas extremadamente duraderas• Detalles nítidos	<ul style="list-style-type: none">• No puede producir marcas de color
Embolsado y etiquetado	<ul style="list-style-type: none">• Serialización• Números de pieza• Embalaje a granel	<ul style="list-style-type: none">• Muy bajo coste• Puede agilizar los procesos de inventario y recepción	<ul style="list-style-type: none">• Solución no permanente

NOTA: Para las marcas con fuentes, gráficos o logotipos especiales, proporcione los archivos de las ilustraciones en forma de archivo vectorial, como un DXF; los archivos pixelados o rasterizados no son adecuados.

Acabados superficiales

La aplicación de un acabado a sus piezas cortadas en chapa no sólo puede mejorar su aspecto estético, sino también proporcionar una protección superficial y un mayor rendimiento. A continuación, encontrará algunas de las opciones de posprocesado y acabados que ofrecemos.



Anodizado

- Anodizado tipo II (estándar)
- Capa dura de tipo III / Anodizado duro
- Tipo III con PTFE



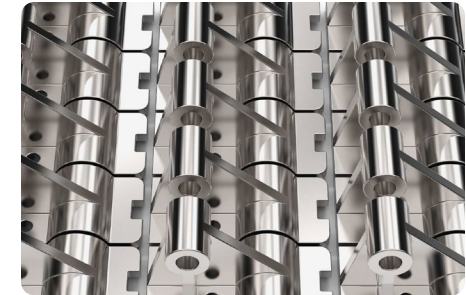
Revestimiento metálico

- Níquelado químico
- Zinc
- Oro
- Plata



Adhesivos y Recubrimientos

- Óxido negro / Ennegrecimiento
- Recubrimiento en polvo



Conversión y Pretratamientos

- Película de conversión química
- Cromato
- Recubrimiento por conversión
- Tratamiento térmico
- Cementado
- Pasivación
- Decapado y lubricado
- Granallado
- Electropulido
- Fosfatado

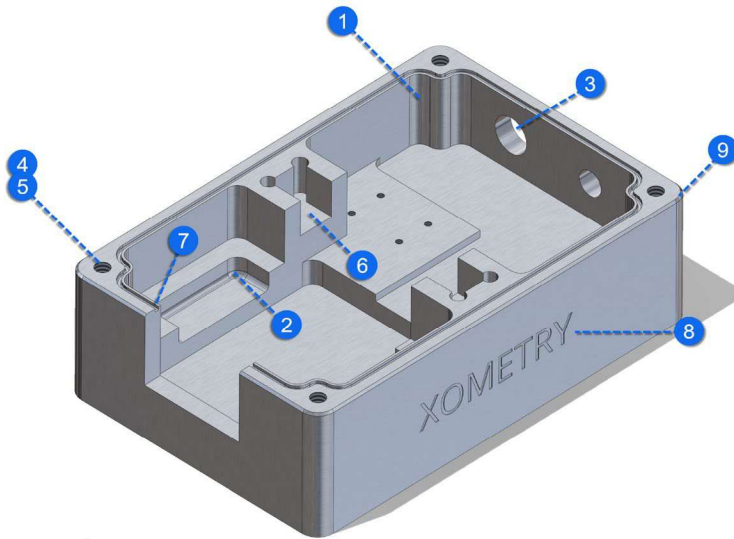
A close-up, high-angle photograph of a CNC machine's spindle and tool bit cutting into a metal workpiece. The scene is filled with fine metal shavings and a mist of coolant. The lighting is dramatic, highlighting the textures of the metal and the precision of the machinery. The overall color palette is a monochromatic blue-grey.



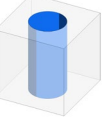






MECANIZADO CNC

Recursos adicionales en Xometry

Referencias

Cuadro de referencia rápida de diseño



	Característica de diseño	Directriz	Comentarios
1	 Filete de esquina interior	Profundidad $R + \text{borde } R < 4$ Borde $R = 1,3 * \text{herramienta } R$	Cuanto mayor sea el radio, menor será el coste
2	 Filete de fondo	Menor que el radio de pared	Aumentar la capacidad de fabricación utilizando tamaños estándar de fresa de punta redonda o fresa de toro
3	 Relación entre el diámetro del agujero y la profundidad	Menos de 1:10	Una proporción de 1:4 es óptima
4	 Profundidad de rosca	$\text{Longitud} < 2 * \text{Diámetro}$	Considere el uso de insertos para plásticos
5	 Profundidad adicional del agujero	25% de profundidad adicional después de las roscas e inserciones	Permite el espacio para las guías de las herramientas y la evacuación de las virutas
6	 Relación entre la anchura y la profundidad de la cavidad	$\text{Profundidad} < 4 * \text{anchura}$	Utilizar los relieves en las esquinas cuando se necesiten ajustes de montaje finos
7	 Espesor de la pared	Metales $> 0,794 \text{ mm}$ Plásticos $> 1,5 \text{ mm}$	Evite diseñar las paredes con espesor mínimo, más grueso es mejor
8	 Texto mecanizado	20pt+ Sans Serif	Utilice texto grabado a máquina en lugar de texto en relieve para reducir los costes
9	 Chaflán en el borde	45°	Utilizar chaflanes en lugar de filetes para el matado de filos para reducir el coste

Recursos adicionales en Xometry

Presupuesto instantáneo «online»

- **Web:** Suba su archivo CAD en <https://get.xometry.eu/>
- **Tipos de archivo aceptados:** STEP (.step, .stp), SOLIDWORKS (.sldprt), Mesh (.stl), Parasolid (.x_t, .x_b), DXF (.dxf), Autodesk Inventor (.ipt), Dassault Systems (.3dxml, .catpart), PTC, Siemens (.prt), ACIS (.sat)
- **Otras capacidades:**



Mecanizado
CNC



Chapa
metálica



Impresión 3D



Fundición
al vacío



Moldeo por
inyección



Fundición a
presión

Artículos y recursos relacionados

- [Tolerancias en el mecanizado CNC](#)
- [Selección de la rugosidad superficial adecuada para el mecanizado CNC](#)
- [Acabados superficiales para el mecanizado CNC](#)

Contactos

- Correo electrónico: info@xometry.de
- Teléfono: +49 89-3803-4818