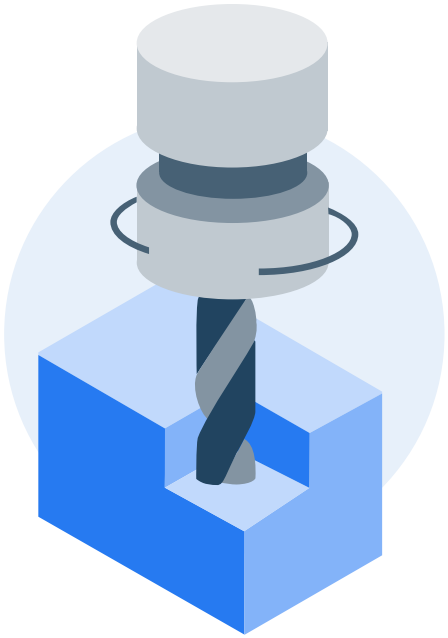




GUIDA ALLA PROGETTAZIONE

Lavorazione CNC

Xometry

DOVE SI **REALIZZANO GRANDI IDEE**

Indice dei contenuti

2 **Panoramica**
- Che cos'è la lavorazione CNC?
  - Fresatrici CNC
  - Torni CNC

5 **Standard di lavorazione CNC**
- Standard generali di lavorazione
- Tolleranze generali
- Tolleranze delle parti
- Limiti dimensionali
  - Parti di fresa
  - Parti tornite
  - Dimensione del materiale grezzo

10 **Linee guida di progettazione**
- Complessità della parte
- Raccordi
  - Raccordi per spigoli interni
  - Raccordi alla base
- Fori
  - Dimensioni delle punte standard
  - Rapporto diametro-profondità del foro
  - Altri suggerimenti di progettazione dei fori
- Tasche e cavità
- Spessore delle pareti
- Fori filettati & maschiati
- Testo inciso e in rilievo
- Sottosquadri

19 **Materiali e Post-elaborazione**
- Metalli
- Materiali plastici e compositi
- Inserti
- Marcature sulla parte
- Finiture

24 **Risorse aggiuntive**
- Tabella di riferimento per la progettazione rapida
- Risorse aggiuntive in Xometry



LAVORAZIONE CNC

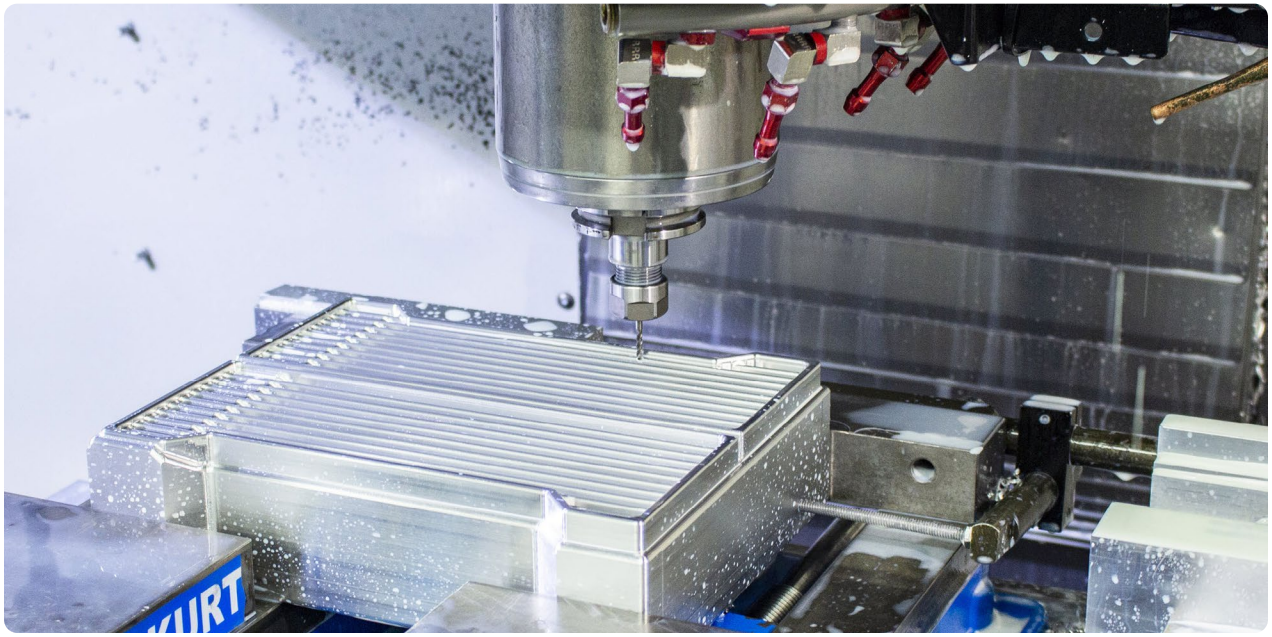
Panoramica

Introduzione

Che cos’è la lavorazione CNC?

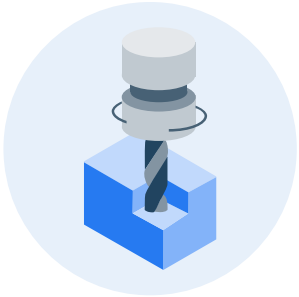
La Lavorazione CNC (Computer Numerical Controlled) è un metodo per asportare il materiale mediante macchine di precisione ad alta velocità che utilizzano un’ampia varietà di utensili da taglio creando la forma finale. Il software CAM (Computer Aided Manufacturing), in combinazione con il modello CAD (Computer Aided Design) fornito dal cliente, viene utilizzato per programmare le istruzioni macchina usate per produrre componenti.

Dato che un computer controlla il movimento della macchina, gli assi orizzontale, verticale e di rotazione possono muoversi tutti simultaneamente per creare qualsiasi forma, da semplici linee rette fino a complessi modelli geometrici. Tuttavia, nonostante i progressi negli utensili e nei controlli CNC, esistono ancora alcune limitazioni di questo tipo di lavorazione per le quali non è possibile realizzare tutti i profili e le lavorazioni. Queste limitazioni verranno discusse di seguito in questa guida.



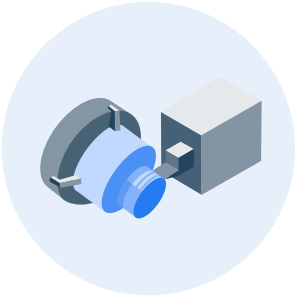


Che cos’è la lavorazione CNC?



Fresatrici CNC

Con le frese CNC, le parti vengono realizzate mantenendo il materiale grezzo o il pezzo in lavorazione sul basamento della macchina mentre un mandrino a rotazione rapida che tiene l’utensile da taglio asporta il materiale. I movimenti orizzontali e verticali del mandrino e del piano vengono utilizzati per modificare la posizione del pezzo, consentendo di lavorare varie forme e profondità. Nei sistemi con un asse di controllo aggiuntivo, come il rotante nelle macchine a 5 assi, gli utensili possono accedere a più facce e aree difficili da raggiungere creando lavorazioni complesse con attrezzaggi ridotti.



Torni CNC

Le forme cilindriche complesse possono essere realizzate in modo più economico da un tornio CNC invece di una fresatrice CNC a 3 o 5 assi. Con un tornio CNC, il componente grezzo ruota mentre gli utensili da taglio restano fermi. Per creare la geometria di una parte, il computer CNC controlla la velocità rotazionale del grezzo, così come il movimento e la velocità di avanzamento degli utensili fissi. Se sono necessarie lavorazioni di fresa su un componente che invece è tondo, in genere, si realizza prima la geometria tonda mediante un tornio, e successivamente la parte viene spostata su di una fresa per le lavorazioni rimanenti. I torni dotati di portautensili fissi e motorizzati fanno eccezione in quanto possono eseguire determinate operazioni di fresa come foratura, scanalatura e maschiatura mediante il tornio stesso.



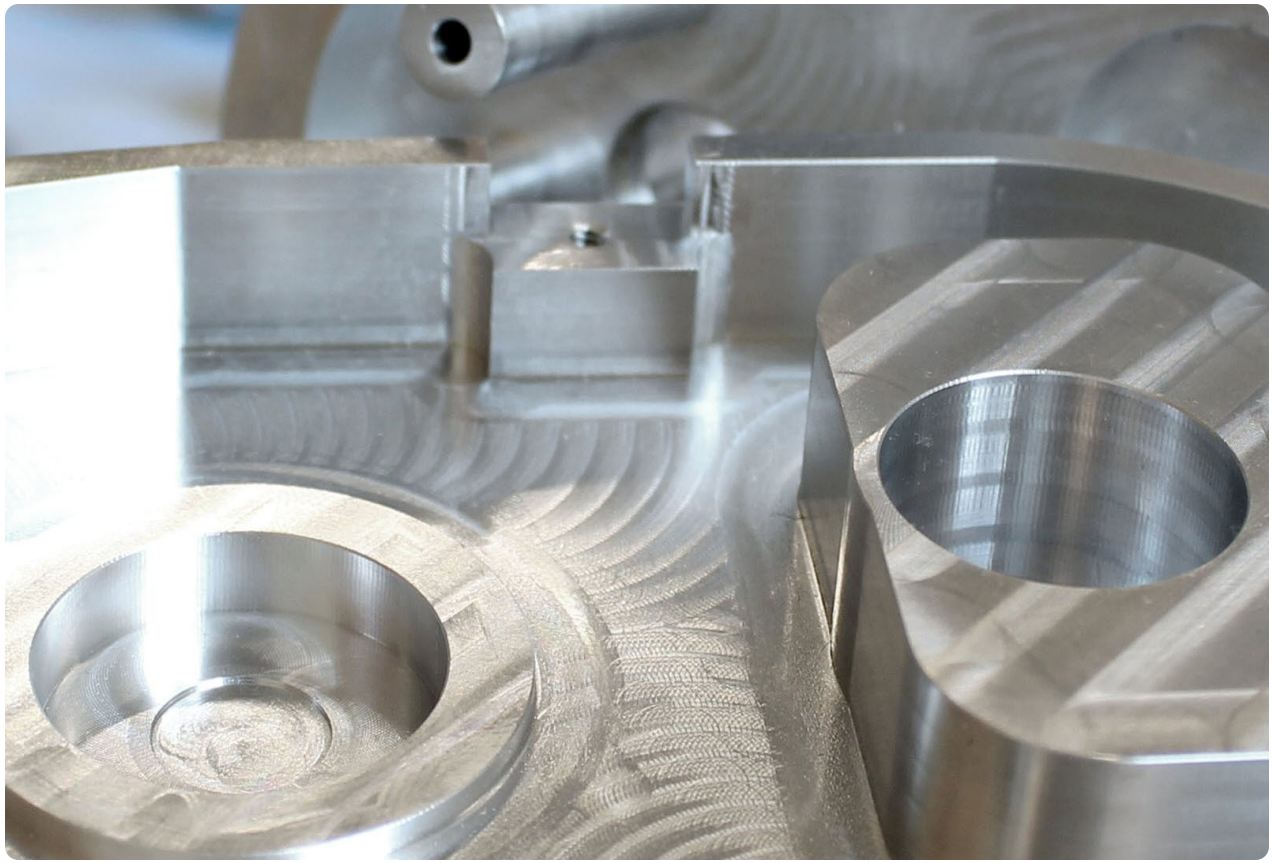
LAVORAZIONE CNC

Standard di lavorazione CNC

Standard generali di lavorazione

Se non diversamente specificato, Xometry realizza componenti lavorati al CNC secondo i seguenti standard:

- La rugosità superficiale come da lavorazione è Ra 3.2 o superiore. Gli utensili della macchina utensile possono lasciare segni simili a delle spirali.
- Gli spigoli vivi verranno smussati e sbavati di default (generalmente con smussi da 0,1 a 0,3x45 °) Gli spigoli critici che devono essere mantenuti vivi devono essere evidenziati e specificati sulla tavola (disegno 2D).
- Le plastiche chiare o trasparenti diventeranno opache o avranno segni di spirale traslucidi su ogni faccia lavorata. La sabbiatura rilascerà una finitura satinata sulla plastica trasparente.
- Le tolleranze sulla schiuma di poliuretano o su materiali comprimibili simili non possono essere garantite.



Una parte con finitura standard, pulita e sbavata. Con una rugosità di Ra 3.2 i segni di fresatura e utensile possono essere visibili.

Standard di lavorazione CNC

Tolleranze generali

La tolleranza è l'intervallo definito accettabile dal progettista per una determinata dimensione in base alla forma, all'adattamento e alla funzione di una parte. A meno di specifiche richieste del progettista, Xometry seguirà le tolleranze standard di settore ISO 2768 e ISO 286 qui di seguito elencate:

Sapevi che...
Un foglio di carta da stampante ha uno spessore pari a circa 0,10 mm!



Tolleranza standard	Tolleranze lineari generali	Tolleranze generali del raggio esterno e altezze di smusso	Dimensioni angolari
ISO 2768 – Medio (Standard)	±0,1-2 mm in base alla lunghezza nominale da 0,5 a oltre 2000 mm	±0,2-1 mm in base alla lunghezza nominale da 0,5 a oltre 6 mm	±1°-0°5' in base alla lunghezza nominale da sopra i 10 fino a oltre i 400 mm
ISO 2768 – Fine	±0,05-0,5 mm in base alla lunghezza nominale da 0,5 a oltre 2000 mm	±0,2-1 mm in base alla lunghezza nominale da 0,5 a oltre 6 mm	±1°-0°5' in base alla lunghezza nominale da sopra i 10 fino a oltre i 400 mm
ISO 286 – Grado 8	Il valore di tolleranza standardizzato varia da 0,014 a 0,23 mm a seconda della dimensione nominale da 0,5 a 2000 mm		
ISO 286 – Grado 7	Il valore di tolleranza standardizzato varia da 0,010 a 0,150 mm a seconda della dimensione nominale da 0,5 a 2000 mm		
ISO 286 – Grado 6	Il valore di tolleranza standardizzato varia da 0,006 a 0,092 mm a seconda della dimensione nominale da 0,5 a 2000 mm		

Note: *Queste tolleranze si applicano ai componenti metallici lavorati. I gradi di tolleranza per i materiali plastici e compositi sono gli ISO 2768 grossolani o medi per tolleranze generali e ISO 286 Grado 8 o maggiori per tolleranze specifiche.*

Se si necessitano tolleranze più strette (inferiori allo standard, ad es. ±0,1-2 mm), occorre comunicare quali dimensioni richiedano tolleranze più ristrette. Un disegno tecnico o un foglio di specifiche è la via migliore per condividere questa informazione.

Standard di lavorazione CNC

Tolleranze strette

Le tolleranze generiche per la lavorazione CNC partono tipicamente da ± 0,1 mm. Le tolleranze strette descrivono tipicamente dei valori inferiori rispetto allo standard generale. Con la lavorazione CNC, possiamo ottenere tolleranze strette fino a ± 0,01 mm.
Mediante configurazioni specifiche e operazioni aggiuntive come alesatura, rettifica, ecc., si possono raggiungere tolleranze ancora più strette per alcune lavorazioni a seconda del materiale e della geometria della parte. Le tolleranze geometriche complessive (GD&T) possono essere applicate anche al disegno della parte; tuttavia, esse possono comportare tempi di ispezione più lunghi in quanto sono necessari determinati strumenti e del tempo per controllarle.

Sebbene tolleranze più strette possano migliorare la forma, l'adattamento e la funzione di un determinato componente, esse comportano anche alcuni svantaggi. Tolleranze più strette possono portare a un maggior numero di scarti, attrezzature aggiuntive, strumenti di misurazione speciali e tempi ciclo più lunghi a causa di velocità di taglio più basse, il che può causare un aumento dei prezzi e dei tempi di consegna. A seconda della tolleranza richiesta e della sua geometria, il costo della parte può crescere a più del doppio rispetto a quanto sarebbe con una tolleranza standard.



Suggerimento Pro:
Per ridurre al minimo costi e tempi di consegna, applicare tolleranze strette o geometriche esclusivamente alle aree critiche specificando solo ciò che è necessario per soddisfare la forma, l'adattamento e la funzione della parte.

Limiti dimensionali

Parti fresate

La dimensione della parte è limitata alle capacità della macchina e alla profondità di taglio richiesta dalle lavorazioni del componente. Xometry è tipicamente in grado di fresare parti fino a X-2000 mm, Y-750 mm, Z-600 mm. Le lavorazioni e le dimensioni di ogni componente determineranno l'altezza lavorabile di quella parte. Se la vostra parte supera i 24" di altezza lavorabile, sarà necessaria un'ulteriore revisione manuale per garantirne la producibilità.

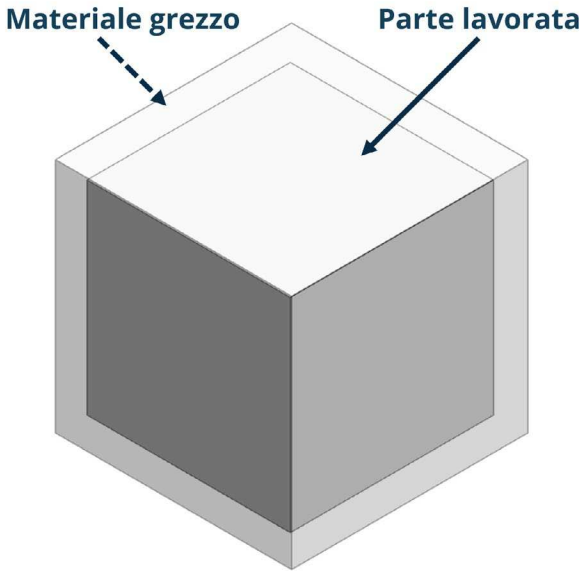
Parti tornite

Le capacità di Xometry consentono di realizzare parti tornite fino a un diametro di 500 mm e una lunghezza di 4500 mm. Oltre ai torni standard a 2 assi, gli impianti produttivi di Xometry utilizzano apparecchiature specializzate come sistemi di utensili motorizzati, macchine a più mandrini e torni svizzeri, che sono ottimi per la produzione di parti di tornio che necessitano lavorazioni di fresa piccole e delicate.

Dimensione del materiale grezzo

"Il Materiale grezzo" o semplicemente "grezzo" si riferisce alla dimensione della materia prima utilizzata per creare la parte finita. I grezzi in genere devono essere leggermente più grandi rispetto alle misure della parte finita per consentire variazioni e rimuoverne parti ruvide. Ad esempio, se le dimensioni finali devono essere 20 x 20 x 20 mm, un grezzo adatto alla parte sarebbe di circa 23 x 23 x 23 mm.

I disegnatori devono considerare le dimensioni dei grezzi quando progettano le loro parti. L'ottimizzazione del disegno per consentire dimensioni di grezzo più piccole e standardizzate è un buon modo per ridurre i costi dei pezzi e gli sprechi. Ricordarsi che alcune dimensioni di grezzo sono più comuni per materiali particolari rispetto ad altri.





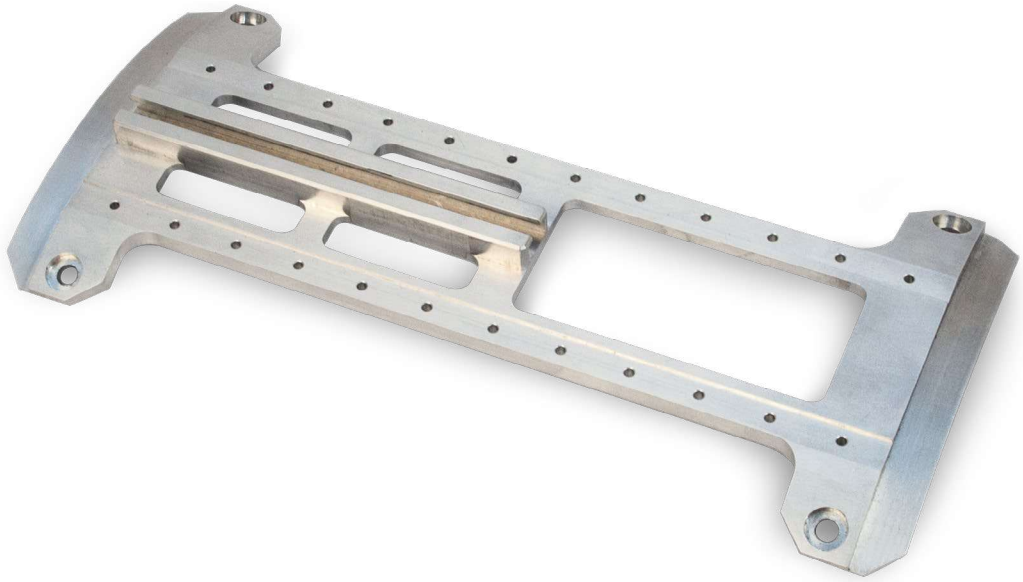
LAVORAZIONE CNC

Linee guida di progettazione

Complessità della parte

Complessità della parte

La lavorazione CNC può produrre efficacemente forme altamente complesse; tuttavia, questo non significa che non si debba ricercare la semplificazione dei propri progetti. Una parte con una geometria sagomata o con più facce da tagliare, richiederà in genere un tempo superiore per essere lavorata e quindi avrà un costo superiore rispetto a un pezzo che richiede solo una configurazione e tre assi (X, Y e il movimento dell'utensile in Z). I tagli di piccola dimensione vengono realizzati mediante piccoli utensili, creando una superficie curva complessa con una finitura superficiale adeguata. Questi piccoli tagli richiedono molto più tempo per essere lavorati rispetto ai tagli più importanti che possono essere eseguiti su geometrie più larghe o piane, aumentandone il costo.



Per ridurre al minimo i costi e i tempi di lavorazione, consigliamo di progettare le parti utilizzando il più possibile i piani lungo gli assi. Consigliamo, inoltre, di evitare angoli di sformo non necessari e geometrie sagomate o di forma affusolata. La riduzione al minimo delle variazioni di lavorazione, come raggi di angoli interni e fori maschiati, contribuirà anche a ridurre i cambi utensile, risparmiando così ulteriormente tempo e costi grazie a un design semplificato.

Raccordi

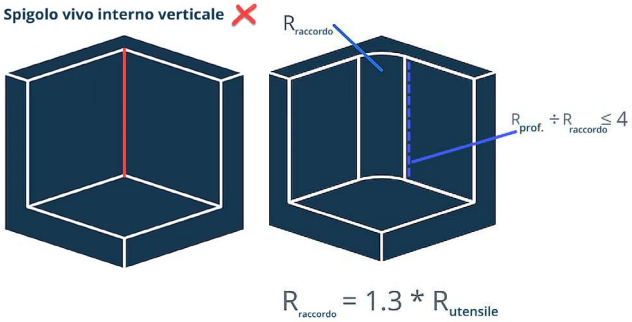
Nell'utilizzare una fresa CNC verticale oppure orizzontale, le pareti verticali interne non possono essere lasciate a spigolo vivo e vanno raccordate. I raggi devono essere presenti in quanto il materiale viene rimosso utilizzando un utensile tondo che ruota a giri elevati. I progettisti di parti devono considerare dove si verificheranno raggi a causa di questa limitazione.

Raccordi per spigoli interni

Quando si tratta di raccordi per spigoli interni, la dimensione del raggio è fondamentale. Dimensionare i raggi angolari in modo adeguato può migliorare non solo l'efficienza del taglio ma anche i costi, e la qualità. Considerate quanto segue per i raccordi degli spigoli interni nei vostri progetti:

- Utilizzare un raggio che non sia correlato alle dimensioni standard dell'utensile
- I raccordi dovrebbero essere superiori a 0.5 mm
- Utilizzare il raggio maggiore possibile
- Evitare raggi piccoli e profondi

La maggior parte degli utensili da taglio ha dimensioni standard, come Ø12, Ø6, Ø3, etc. Evitate queste dimensioni standard; se i raggi dell'utensile corrispondono ai raggi dell'angolo progettati, non si avrà la luce necessaria per ruotare all'interno del componente. Invece, lo



strumento deve fermarsi completamente, per ruotare di 90 gradi, quindi riprendere a tagliare. Questi bruschi percorsi di taglio riducono l'efficienza e portano a problemi di qualità come il fenomeno del chatter.

I raggi più grandi consentono, inoltre, l'utilizzo di utensili più grandi per la lavorazione delle parti che rimuovono più materiale ad ogni taglio, riducendo i tempi macchina e il costo complessivo. Quando la profondità di taglio supera due volte il diametro dell'utensile, la velocità di avanzamento deve rallentare, aumentando il tempo di ciclo e il costo del pezzo. Sebbene siano disponibili utensili con raggio piccolo (fino a un raggio di 0,25 mm), a volte la profondità di taglio richiesta lo rende irrealizzabile in quanto non esiste l'utensile della lunghezza richiesta. Anche se lo strumento esistesse, il costo della parte aumenterebbe in modo significativo per via del tempo di produzione extra richiesto per lavorare una parte utilizzando solo tagli piccoli.

Suggerimento Pro:
Utilizzare un raggio di 1,3 volte il raggio della dimensione utensile standard più vicina e mirare a un rapporto raggi/profondità di 1:4 per i raccordi della tasca. In una certa misura è possibile anche un raggio più piccolo di 1:8, ma questo aumenterebbe il tempo di lavorazione e quindi il costo.

Raccordi alla base

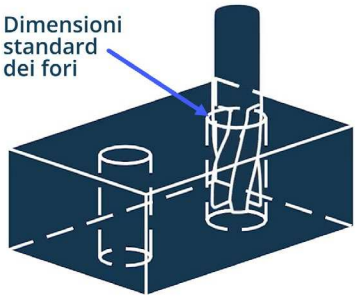
In generale, i raccordi alla base possono richiedere molto tempo e sono difficili da lavorare; andrebbero quindi evitati a meno che non siano fondamentali per la forma e la funzione del pezzo. Quando si crea un raccordo alla base che incrocia un angolo, è molto più facile lavorarlo se il raggio della base è inferiore al raggio della parete. Avendo il raggio della base inferiore a quello della parete, lo stesso strumento può essere utilizzato per rimuovere il materiale, creando un passaggio fluido verso l'angolo.

Fori

I fori vengono generalmente creati tramite punte da trapano che entrano nel pezzo in lavorazione rimuovendo il materiale. La foratura è un metodo rapido ed efficiente per realizzare fori ed è un'attività solitamente lasciata per ultima dagli operatori macchina quando possibile. I fori più importanti o di dimensioni strane possono essere realizzati tramite fresatura elicoidale a candela, ma questo è un metodo più lento ed efficiente rispetto alla perforazione. In entrambi i casi, i progettisti dovrebbero fare alcune considerazioni quando disegnano i fori nelle loro parti.

Dimensioni delle punte standard

I disegnatori dovrebbero acquisire familiarità con le dimensioni standard delle punte e i fori di progettazione da abbinarvi, consentendo una foratura rapida e dimensioni accurate. Le dimensioni non standard possono richiedere attrezzature personalizzate costose o passaggi aggiuntivi con frese e alesatori per raggiungere la dimensione, il che aumenta il tempo ciclo. La dimensione standard della punta metrica va da 1 mm a 13 mm con incrementi di 0.1 mm. Tutto ciò che è superiore ai 13 mm viaggia solitamente a incrementi di 0,5 mm.



Rapporto diametro-profondità del foro

All'aumentare della profondità di un foro, aumenta anche la difficoltà di realizzazione. I fori eccessivamente profondi e stretti possono portare a problemi di produzione come la rottura degli utensili, lo scivolamento delle punte e problemi di evacuazione dei trucioli, tra le altre cose. La profondità del foro rispetto al diametro deve essere mantenuta il più bassa possibile. I fori con rapporti profondità-diametro importanti possono richiedere strumenti specializzati, come la foratura a cannone, per ottenere la geometria richiesta.



Suggerimento Pro:
Scegliete le dimensioni dei fori riconosciute universalmente. Diminuire la variazione dimensionale del foro significa che lo stesso strumento può essere utilizzato per più funzionalità, riducendo il tempo ciclo e il costo.

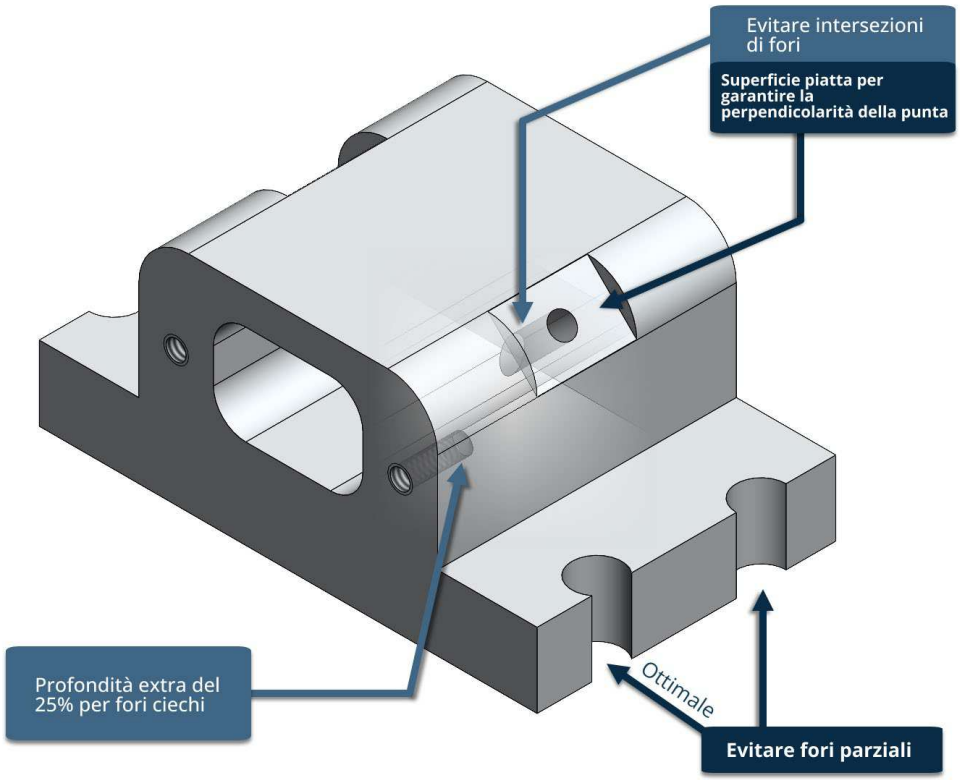
Suggerimento Pro:
Mantenete il rapporto diametro-profondità del foro inferiore a 1:10 per garantirne la producibilità. Ancora meglio in termini di risparmio tempo e costi un rapporto di 1:4. Ad esempio, un foro di 6 mm a una profondità di 24 mm è ottimale, mentre una profondità di 60 mm è raggiungibile

Fori

Altri suggerimenti di progettazione dei fori

Ecco altri suggerimenti e rapide considerazioni che potete seguire per migliorare la produzione di fori delle vostre parti:

- Evitare fori parziali (es. sul bordo); sono difficili da produrre. Se necessario, mantenere almeno il 75% del foro all'interno del bordo della parte.
- Mantenere fori e tasche ad almeno 0,8 mm dalle pareti per evitare difetti nelle parti metalliche. Questo valore raddoppia per materiali in plastica fresata o composita.
- Mantenere l'asse del foro perpendicolare alla superficie: evitare la perforazione su superfici inclinate o curve. L'aggiunta di una superficie piana a una curva dove si trova il foro assicurerà che la punta entri perpendicolarmente.
- Utilizzare fori passanti rispetto a fori ciechi quando possibile: sono più accessibili per la macchina di alesatura e maschiatura.
- Se è necessario utilizzare fori ciechi, aggiungere il 25% in più di profondità rispetto a quanto previsto per tenere conto dei punti di perforazione e dell'espulsione del truciolo.
- Evitare di disegnare fori che si intersecano con altri fori, i quali possono causare problemi di produzione. Se non si può evitare, mantenere il centro dell'asse di perforazione lontano dalla cavità.

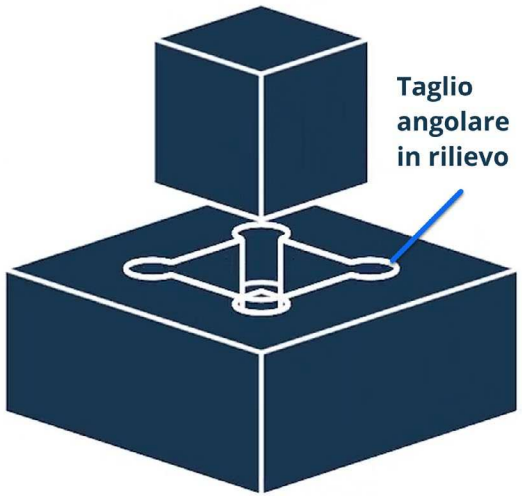


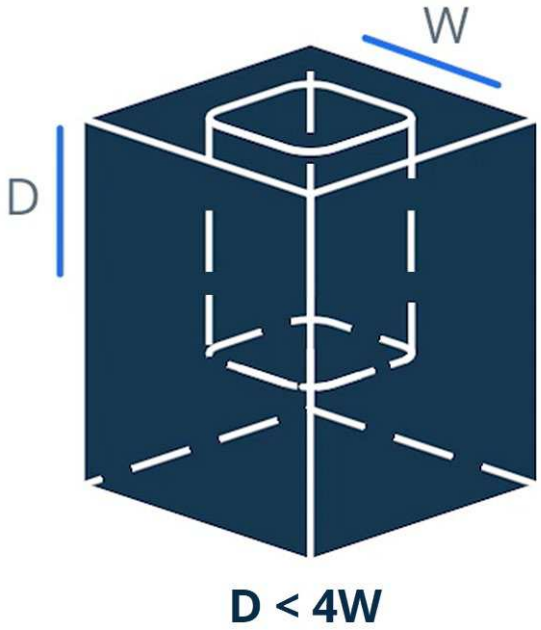
Tasche e cavità

Tasche e cavità eccessivamente profonde possono causare problemi di produzione come la flessione dell'utensile, difficoltà nell'espulsione del truciolo e rottura dell'utensile. Le cavità più profonde di sei volte la loro larghezza sono considerate troppo profonde; il rapporto larghezza-profondità ideale è D < 4*W.

Se avete necessità di cavità più profonde, prendete in considerazione di realizzare una larghezza della cavità variabile maggiore nella parte superiore consentendo un migliore accesso all'utensile nella parte inferiore.

Suggerimento Pro:
Quando una parte rettangolare dritta viene assemblata in una cavità e si desidera uno spigolo vivo, aggiungere tagli o gole di scarico è meglio che usare un piccolo raggio.



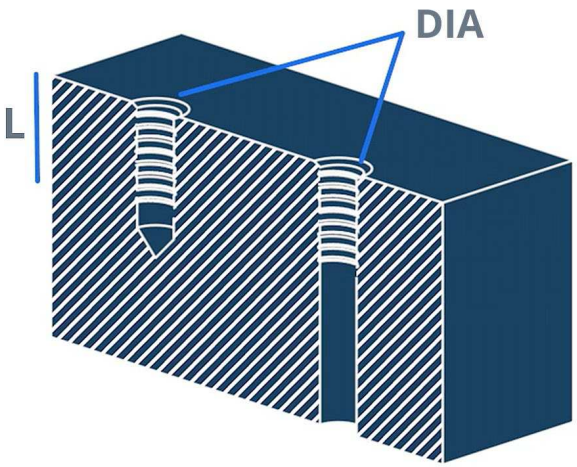


Linee guida di progettazione

Fori filettati & maschiati

Esistono diversi modi per creare un filetto in una parte: maschi da taglio, maschi a rullare, o filettatori. Tutti questi metodi sono efficienti, ma i progettisti dovrebbero considerare quanto segue:

- Filettare solo per la lunghezza necessaria; per gli elementi metallici solitamente non è necessario superare il doppio del diametro del foro. I fori profondi e filettati possono incrementare il costo della parte in quanto potrebbero essere necessari utensili speciali per raggiungere determinate profondità.
- Considerare di utilizzare inserti filettati per materiali più morbidi come l'alluminio o la plastica.
- Selezionare sempre la filettatura maggiore consentita dalla progettazione, per rendere il processo di produzione più gestibile.
- Minore è il maschio, maggiore è la possibilità che si rompa durante la lavorazione. I filetti di dimensioni inferiori a M2 sono rischiosi da realizzare a causa di un'elevata possibilità di rottura dell'utensile.
- Evitare di utilizzare specifiche di filetto non comuni o personalizzate; queste possono richiedere maschiatori costosi o utensili personalizzati.
- Per i fori ciechi, aggiungere una lunghezza non filettata di almeno la metà del diametro del foro successiva alla filettatura per consentire l'avanzamento del maschio e l'espulsione del truciolo. Non è necessario disegnare un foro di scarico nel modello 3D, ma andrebbe indicato come eseguibile su di un disegno tecnico.
- Aggiungete filettature alla vostra quotazione e allegate una tavola specifica per comunicare le vostre esigenze. Le specifiche del disegno devono definire completamente la lavorazione di filettatura, incluso il tipo di filetto, la dimensione e la profondità del foro e qualsiasi altra lavorazione, come la svasatura.

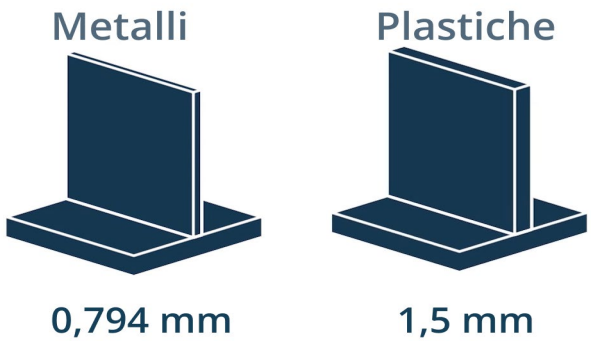


L < 2 x Diametro

Spessore delle pareti & lavorazioni di testi

Spessore delle pareti

Le pareti andrebbero mantenute sufficientemente spesse in modo da garantire resistenza e rigidità. Quando gli spessori diventano troppo sottili, essi sono soggetti a deformazioni, rotture e cedimenti generali in condizioni di stress. In aggiunta, diminuendo la rigidità, le vibrazioni del processo di lavorazione possono provocare il fenomeno del chatter, costringendo l'operatore a rallentare per ridurre questo difetto. È anche molto più difficile mantenere la precisione quando si tagliano pareti non sufficientemente rigide perché troppo sottili.

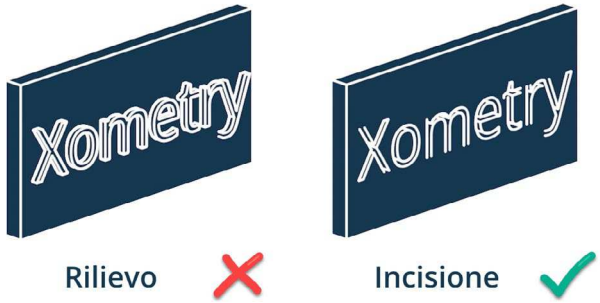


Lo spessore minimo della parete deve rispettare quanto segue:

- Materiali metallici: 0,794 mm
- Plastiche & materiali metallici: 1,5 mm

Lavorazioni di testi

Un testo eseguito a macchina può essere concepito in due modi: testo in rilievo che emerge dalla superficie o testo inciso che si trova al di sotto della superficie. Tra questi due metodi, consigliamo di realizzare un testo inciso anziché in rilievo. L'incisione richiede una rimozione minima del materiale, a differenza del rilievo, che comporta una importante quantità di rimozione del materiale adiacente al testo per creare l'effetto in rilievo. Se non avete bisogno di marcature eseguite a macchina, considerate la marcatura laser come metodo alternativo per aggiungere un testo alla vostra parte.



Suggerimento Pro:

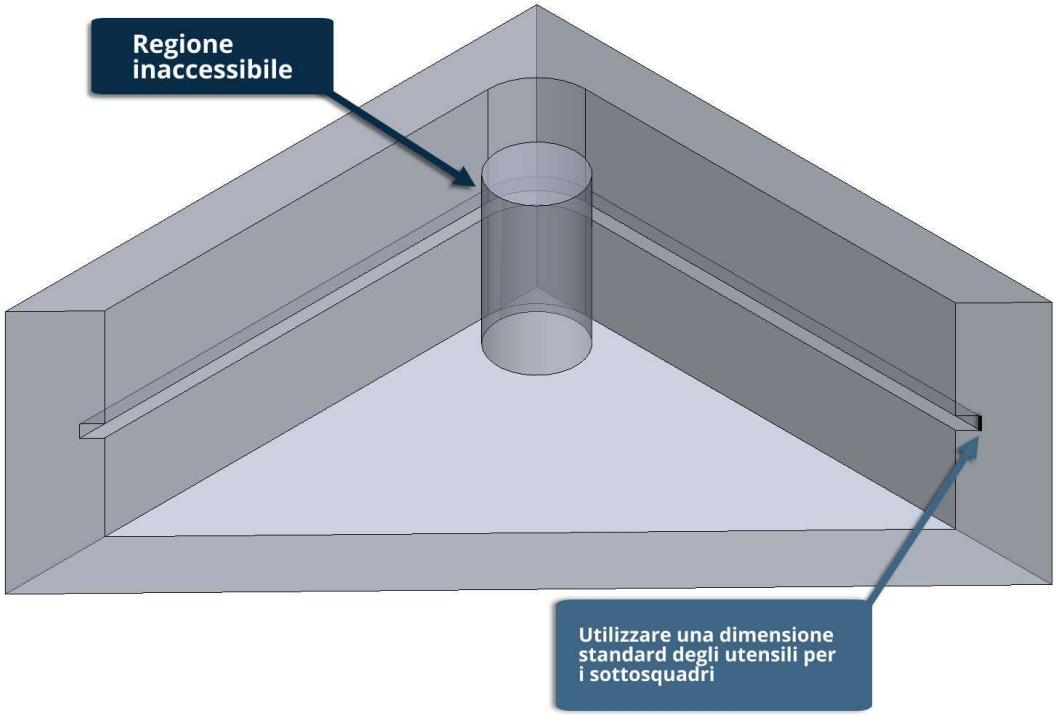
Usate il font sans serif a grandezza 20 e ricordate che eventuali spigoli interni taglienti dei caratteri verranno lavorati con un raggio.

Sottosquadri

Alcune lavorazioni non possono essere raggiunte da uno strumento di lavorazione standard, creando così una regione in sottosquadro sulla parte. Bisogna prestare attenzione durante la progettazione di un sottosquadro per due motivi:

Per prima cosa, supponiamo che la dimensione della lavorazione non sia correlata a uno standard della fresa. In quel caso, il sottosquadro potrebbe richiedere la realizzazione di uno strumento personalizzato costoso, causando un aumento significativo del valore delle parti e dei tempi di consegna, soprattutto se devono essere prodotti solo pochi esemplari. Utilizzando un raggio standard, il prezzo si riduce notevolmente poiché è possibile utilizzare utensili standardizzati.

In secondo luogo, ci sono anche dei limiti alla profondità del taglio dovuti alla forma dell'utensile (tipicamente una fresa per scanalature, composta da una lama di taglio orizzontale fissata a un albero verticale). Non esiste una "profondità standard" per i sottosquadri, ma meno profonda è, meglio è. Anche la progettazione dei sottosquadri in zone accessibili è fondamentale. La figura in alto mostra una lavorazione in sottosquadro che non può essere realizzata tramite un processo di lavorazione.



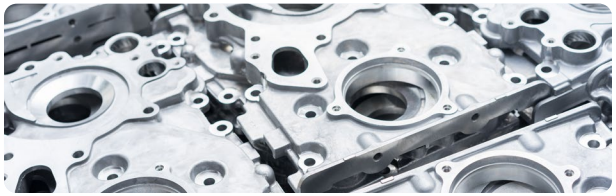


LAVORAZIONE CNC

Materiali e Post-elaborazione

Materiali standard

La scelta del materiale è fondamentale per determinare la funzionalità e il costo complessivo di una parte. Il progettista deve determinare le caratteristiche fondamentali del materiale per la progettazione della parte: durezza, rigidità, resistenza chimica, trattabilità termica, stabilità termica, ecc. Xometry lavora con un'ampia varietà di materiali metallici e plastici, qui di seguito elencati, e altri materiali personalizzati su richiesta.



Metalli

- Alluminio
- Ottone
- Bronzo
- Rame
- Acciaio al carbonio
- Acciaio inox
- Titanio
- Altri metalli personalizzati



Materiali plastici

- ABS
- POM / Acetalico (Delrin®)
- Acrilico
- HDPE
- Nylon / PA
- PEEK
- Policarbonato
- Polipropilene
- PTFE
- PVC
- UHMW PE
- Ultem
- Altre plastiche personalizzate

Il tipo di materiale è un fattore cruciale nella determinazione del costo complessivo di una parte. Le materie plastiche e i metalli più teneri (come alluminio e ottone) in generale vengono lavorati facilmente e successivamente richiedono meno tempo macchina, riducendo così i costi di lavorazione. I materiali più duri come l'inox e l'acciaio al carbonio vanno lavorati con giri al minuto del mandrino e velocità di avanzamento della macchina inferiori, il che comporta tempi ciclo maggiori rispetto ai materiali più morbidi. Come stima di base, l'alluminio si lavora circa 4 volte più velocemente dell'acciaio al carbonio mentre l'inox si lavora a una velocità dimezzata rispetto all'acciaio al carbonio.

La plastica può essere un'alternativa meno costosa rispetto al metallo se il disegno della parte non richiede la rigidità propria del metallo. Il polietilene, ad esempio, è facile da lavorare e costa circa 1/3 dell'alluminio 6061.

Nota: *A seconda della geometria della parte, sarà più difficile mantenere tolleranze strette con la plastica. Le parti possono anche deformarsi dopo la lavorazione per via dello stress creato quando il materiale viene rimosso.*

Inserti

Gli inserti sono un metodo comune per realizzare filettature robuste e affidabili sulle parti. Sono particolarmente utili nei materiali più teneri come l'alluminio o la plastica, dove le filettature sono più soggette a usura. Se avete bisogno di inserti, assicuratevi di elencarne il numero necessario per ogni parte sulla richiesta di quotazione. Xometry e i suoi partner di produzione utilizzano regolarmente inserti come:

- Inserti ad elica o elicoidi
- Inserti di bloccaggio a chiave
- Inserti a pressione
- Inserti termo-indurenti
- Inserti filettanti

Quando si disegna usando gli inserti, seguite le linee guida specificate dalle istruzioni incluse negli accordi commerciali. Assicuratevi di annotare il codice della parte e la direzione di installazione in una tavola allegata di riferimento.



Suggerimento Pro:
Non caricate il vostro modello CAD con gli inserti inclusi dentro l'assieme; gli operatori macchina si riferiranno alle tavole da disegno per i codici degli inserti. L'incorporamento degli inserti dentro il file CAD può causare problemi con le quotazioni istantanee e la programmazione CNC.

Marcature sulla parte

La marcatura delle parti è un ottimo metodo per aggiungere marcature ad alto contrasto, numeri di parte, loghi e altro ancora. La tabella seguente confronta i diversi tipi di marcatura che offriamo.

Metodo di marcatura	Usi comuni	Pro	Contro
Marcatura e incisione laser	• Grafiche • Codici di parti • Testo	• Marcature estremamente durevoli • Dettagli nitidi	• Non può realizzare marcature colorate
Sigillatura ed etichettatura	• Serializzazione • Codici di parti • Imballaggio sfuso	• Costo molto basso • Può accelerare i processi di inventario e ricezione	• Soluzione non permanente

NOTA: *Per le marcature con caratteri speciali, grafiche o loghi, si prega di fornire file grafici sotto forma di vettoriali come un DXF; i file pixelati o raster non sono utilizzabili.*

Finiture superficiali

L’applicazione di una finitura alle parti tagliate da foglio di lamiera può non solo migliorarne l’aspetto estetico, ma anche fornire protezione superficiale e migliori prestazioni. Di seguito alcune delle opzioni di post-elaborazione e finiture che offriamo.



Anodizzazione

- Anodizzazione di tipo II (Standard)
- Rivestimento duro di tipo III / Anodizzazione dura
- Tipo III con PTFE



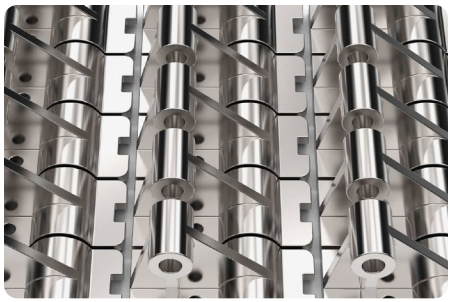
Placcatura del metallo

- Nichelatura chimica
- Zinco
- Oro
- Argento



Rivestimenti e verniciature

- Ossido nero/ Annerimento
- Verniciatura in polvere



Conversione e pretrattamenti

- Rivestimento con film chimico
- Cromato
- Rivestimento di conversione
- Trattamento termico
- Cementazione
- Passivazione
- Decapaggio e oliatura
- Sabbiatura
- Elettrolucidatura
- Fosfatazione

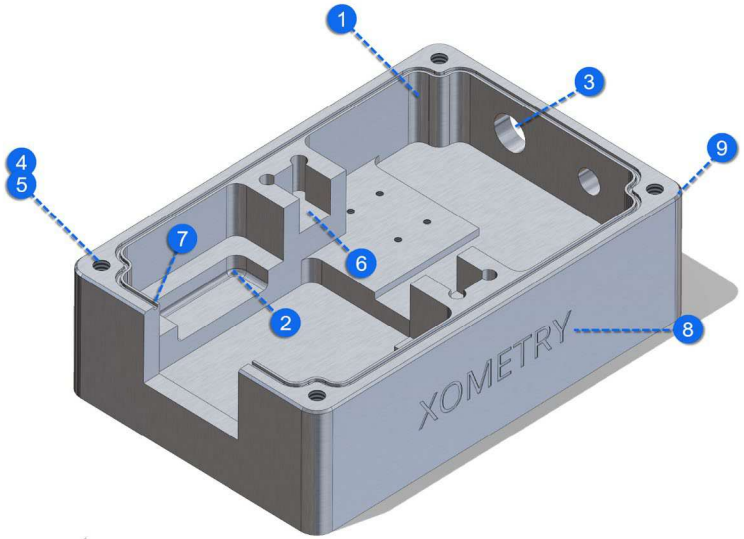


LAVORAZIONE CNC

Risorse aggiuntive

Riferimenti

Tabella di riferimento per la progettazione rapida



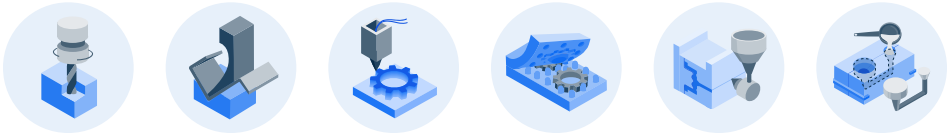
	Lavorazione a disegno	Linea guida	Commenti
1	Raccordo per angolo interno	R profondità + R spigolo < 4 R spigolo = 1,3 * R utensile	Maggiore è il raggio, minore è il costo
2	Raccordi alla base	Inferiore al raggio della parete	Aumentare la producibilità usando le dimensioni standard delle frese a testa sferica
3	Rapporto tra diametro del foro e profondità	Meno di 1:10	Un rapporto di 1:4 è ottimale
4	Profondità del filetto	Lunghezza < 2 * Diametro	Considerare di usare inserti per la plastica
5	Profondità aggiuntiva del foro	Profondità aggiuntiva del 25% dopo i filetti e gli inserti	Prevedere spazio per il passaggio utensili e l'evacuazione dei trucioli
6	Rapporto tra larghezza e profondità della cavità	Profondità < 4 * larghezza	Utilizzare angoli di scarico dove sono necessari accoppiamenti stretti
7	Spessore della parete	Metalli ≥ 0,794 mm Plastiche ≥ 1,5 mm	Evitare di disegnare pareti con uno spessore basso, più spesso è meglio
8	Testo lavorato	Carattere 20+ Sans Serif	Usare il testo inciso a macchina invece del testo in rilievo per ridurre i costi
9	Smusso sul bordo	45°	Usare gli smussi invece dei raccordi sulle interruzioni degli spigoli per ridurre i costi

Riferimenti

Risorse aggiuntive in Xometry

Quotazione Istantanea Online

- **Web:** Caricate il vostro file CAD su https://get.xometry.eu/
- **File accettati:** 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)
- **Ulteriori tecnologie:**



Contatti

- **Email: info@xometry.eu**
- **Phone: +39 0859-960002**

Altre risorse per la lavorazione CNC

- Tolleranze nelle lavorazioni CNC
- Selezione della corretta rugosità superficiale
- Video: Come preparare un disegno tecnico perfetto
- Fattori da considerare durante la scelta dei materiali per la lavorazione CNC
- Finiture superficiali per la lavorazione CNC