



Stampa 3D e lavorazione CNC

Confronto tra due
alternative di
prototipazione rapida



Stampa 3D e lavorazione CNC

La lavorazione CNC e la stampa 3D sono senza dubbio due leader indiscusse tra le tecnologie di prototipazione rapida. Stabilire quale sia tra i due il processo più indicato alle proprie esigenze e in grado di offrire tempi di completamento e costi sostenibili richiede la discussione sui vantaggi offerti dall'uno e dall'altro.

La stampa 3D e la fresatura CNC (a controllo numerico) sono in grado di creare modelli concettuali attraverso prototipi funzionali, realizzare parti in una varietà di materiali e produrre quantità ridotte di parti a un costo ragionevole.

Tuttavia, le similitudini terminano qui. I fattori che influenzano tempi e costi sono abbastanza diversi. Inoltre, la dimensione, la forma e la configurazione di parti indicate o ideali per la stampa 3D sono diverse per la lavorazione CNC.

I processi CNC sono numerosi e includono l'instradamento, la tornitura e la fresatura.

Tuttavia, questo white paper concentrerà l'attenzione unicamente sulla fresatura CNC, che da questo punto in poi sarà denominata "CNC".

Processo di stampa 3D

La stampa 3D è un insieme di processi additivi che consentono di creare prototipi sovrapponendo uno strato sull'altro. In tal modo si elimina la necessità di realizzare strumenti e si consente la fabbricazione di geometrie estremamente complesse senza influire su tempi e costi. Si tratta fondamentalmente del vantaggio principale della stampa 3D, e si traduce nella consegna rapida di piccoli lotti di parti e nella flessibilità di apportare rapidamente modifiche al progetto.

La natura additiva della stampa 3D inoltre supporta la lavorazione parallela delle parti, vale a dire che è possibile realizzare più parti in un unico processo, in un tempo inferiore rispetto a quello richiesto dalla creazione singola.

Tale capacità consente la produzione di più parti da un solo progetto, più revisioni di una singola parte o più parti da diversi progetti. L'unico fattore limitante è costituito dalla dimensione dell'area di costruzione della stampante 3D.

Un altro vantaggio sta nel fatto che non esiste mai la necessità di eseguire più impostazioni per realizzare una parte. Una volta iniziato un processo, questo prosegue fino al completamento delle parti. Ciò supporta la produzione senza interruzione e senza la necessità di supervisione o intervento da parte dell'operatore.

Quando ricorrere alla stampa 3D

In generale, ha più senso ricorrere alla stampa 3D nelle seguenti condizioni:

Considerazioni sulla progettazione:

- Dimensione delle parti in rapporto alla quantità dell'ordine: Le parti più piccole risultano più economiche se prodotte in quantità maggiori
- Dimensione delle parti in rapporto alla complessità del progetto: Parti piccole o medie di complessità medio-alta sono ideali
- Area della superficie della parte in rapporto al volume della bounding box: Un'area superficiale maggiore per centimetro cubo indica prestazioni superiori

Fattori chiave:

- Consegna rapida ed efficiente
- Più iterazioni di progetto garantite.
- Progetto soggetto a modifiche

Stampa 3D e lavorazione CNC

Materiali

Sebbene i processi di stampa 3D includano un'ampia gamma di classi di materiali, ogni tecnologia si rivolgerà a una singola classe e offrirà un numero ridotto di materiali all'interno della classe. Ad esempio, la tecnologia FDM utilizza esclusivamente la termoplastica, con all'incirca una dozzina di materiali diversi.

La CNC, d'altra parte, consente la lavorazione di una grande varietà di materiali, dalla plastica, ai metalli e ai compositi, caratteristica che può comportare un vantaggio in termini di tolleranza e finitura. All'interno di ciascuna di queste classi, esistono numerose opzioni.

Proprietà dei materiali

Dopo la lavorazione CNC, il prototipo risultante avrà proprietà meccaniche quasi identiche alla materia prima. Con la stampa 3D, le proprietà sono simili a quelle della materia prima. Considerare inoltre che per la natura stratificata del processo, le parti stampate in 3D spesso sono anisotropiche.

Tolleranza

La lavorazione CNC ordinaria è in grado di produrre prototipi con tolleranze di $+/0,005"$. Per un lavoro di alta precisione, sono possibili tolleranze di $0,0002"$. In generale, la stampa 3D produce parti con una tolleranza che inizia da $0,005"$ e ha una detrazione aggiuntiva da $0,001"$ a $0,0015"$ per pollice.

Finitura delle superfici

Il movimento dello strumento di taglio a 3 assi con CNC offre superfici lisce, se programmato con un passaggio di finitura. La stampa 3D è un processo 2,5D, pertanto vi sarà una certa rugosità delle superfici sulle pareti laterali, ed eventualmente percorsi degli strumenti visibili sulle superfici rivolte verso l'alto e verso il basso.

Valutazione di requisiti e obiettivi

La trappola in cui possono cadere in molti è quella di supporre che ciò che si è sempre avuto è quello di cui si ha bisogno. Senza fermarsi a considerare ciò che è fondamentale per il successo e ciò che invece è inutile, queste persone specificano per default caratteristiche e qualità dei risultati del processo consolidato. In questi casi, l'unica soluzione sarà quella attualmente in uso.

Ad esempio, se si specificano tolleranze di $0,001"$, una finitura delle superfici di 55 RMS e CYCOLAC come materiale (un marchio commerciale di ABS offerto da SABIC), l'unica opzione sarà l'utilizzo della CNC.

Per aprire la porta a soluzioni alternative, è opportuno iniziare con una valutazione onesta dei requisiti che supportano gli obiettivi e l'intento del progetto. La soluzione ottimale può comunque essere la lavorazione CNC, ma considerando le diverse specifiche, l'opzione di ricorrere alla stampa 3D aumenta.

Flussi di lavoro

I flussi di lavoro della stampa 3D e della lavorazione CNC, ai livelli più alti sono gli stessi. Dopo la progettazione della parte (in CAD) vi è un passaggio di programmazione in cui vengono definite le istruzioni per le operazioni della macchina. Successivamente, la macchina viene preparata per il processo e quindi viene prodotta la parte. Dopo il completamento, vengono eseguiti i processi secondari. L'esecuzione di questi flussi di lavoro, tuttavia, è abbastanza diversa in termini di tempo, manodopera e sforzo, cosa che incide direttamente su tempi di lavorazione e costi.

Progettazione (CAD)

La stampa 3D e la lavorazione CNC utilizzano entrambe la definizione tridimensionale del progetto che viene completata in CAD. I requisiti per i dati CAD sono comuni tra i due processi, pertanto tempi e costi di manodopera sono comparabili.

Stampa 3D e lavorazione CNC

Notare che questo presume che, per fornire a un programmatore CAM le informazioni necessarie per completare un processo non siano necessari disegni di progettazione dettagliati. L'altra supposizione è che i dati CAD possano essere lavorati a macchina così come sono. Se per documentare la parte o per renderla lavorabile a macchina è necessaria la progettazione, sarà necessario altro tempo per la lavorazione CNC.

Programma

Per la stampa 3D, la preparazione dei file è un processo che normalmente richiede dai 5 ai 30 minuti ed è estremamente automatizzato. Al momento dell'importazione di un file STL (risultante dal CAD), un tecnico seleziona un orientamento, specifica un materiale e sceglie tra una serie di opzioni di costruzione predefinite. Oltre a selezionare un orientamento ottimale, non c'è molto da riflettere nella preparazione dei file. Per i processi più complessi, può essere necessaria una maggiore interazione da parte dell'operatore, ma ciò non è comune per le applicazioni di prototipazione e non aumenta in modo significativo il tempo di elaborazione.

Il processo viene appreso in modo semplice e non richiede competenze speciali. Alcune aziende optano persino di lasciar svolgere questa funzione a ingegneri e progettisti. Ciò non vale per la CNC, che richiede esperienza nella lavorazione a macchina e una serie di competenze di programmazione.

Per la lavorazione CNC, i dati CAD vengono importati in un programma CAM (computer aided manufacturing) dove vengono definiti, per la maggior parte manualmente, tutti gli aspetti del processo di lavorazione a macchina. È necessario decidere come fissare la parte, il numero di passaggi di lavorazione necessari e gli strumenti di taglio, la velocità e la velocità di avanzamento da utilizzare. Molto spesso, queste decisioni vengono prese in base alle singole caratteristiche. Il tempo richiesto per questo processo varia di norma da mezz'ora a otto ore.

Impostazione

La preparazione di una stampante 3D è un processo rapido. Mentre ogni tecnologia ha procedure proprie, molte richiedono solo il reingresso di materiale e il preriscaldamento. In un tempo che va da soli 5 a 15 minuti, la stampante è pronta a produrre parti. Non sono necessarie altre impostazioni prima o durante il processo di stampa.

Per la CNC, l'operatore della macchina caricherà gli strumenti di taglio necessari per il processo e fisserà il pezzo. Se la macchina CNC dispone di un dispositivo di cambio utensili, gli strumenti di taglio vengono caricati solo una volta. In assenza di questo dispositivo, l'operatore della macchina caricherà il dispositivo di taglio appropriato per ogni operazione di lavorazione. Come la stampa 3D, il processo di impostazione è relativamente rapido, ma quando viene ripetuto per più impostazioni può rallentare il processo.

Produzione

Il processo di stampa 3D è completamente automatizzato e non richiede alcuna interazione dell'operatore fino al completamento. Con una lavorazione CNC a 3 assi, ciò accade raramente, in quanto il pezzo deve essere riposizionato per tagliare le facce che non sono rivolte verso l'alto e non sono accessibili agli strumenti di taglio. Per ciascun riposizionamento, l'operatore deve riorientare e fissare nuovamente il pezzo.

I fattori che influenzano il tempo per la produzione di una parte sono molto diversi per la stampa 3D e la CNC. I tempi di produzione per la stampa 3D sono dettati principalmente dal volume di materiale di una parte e dall'altezza della parte stessa. Il numero e il tipo di componenti influiscono in maniera ridotta sul tempo.

Per la CNC è vero il contrario. Dimensione e volume hanno un impatto marginale, ma il numero di componenti e le caratteristiche di progettazione incidono sul tempo. Poiché i fattori temporali sono così diversi tra loro, non è prudente affermare che un processo è più rapido dell'altro né offrire regole generali.

Stampa 3D e lavorazione CNC

Finitura/assemblaggio

Una volta completate, le parti stampate in 3D richiederanno la post lavorazione. Per la maggior parte, ma non per tutte, sarà necessario rimuovere una struttura di supporto a perdere che fissa la parte alla piastra di costruzione della stampante e tiene in posizione tutti i componenti liberi. A differenza del processo di produzione, il tempo per la rimozione dei supporti dipende dalla geometria. Questo passaggio può essere un'operazione manuale il cui completamento richiede tra cinque minuti e un'ora oppure un'operazione batch automatizzata, che richiede da una a quattro ore.

Di contro, le parti CNC non prevedono operazioni obbligatorie secondarie.

Illustrazioni di tempi e costi.

Negli esempi che seguono si utilizza un costo di manodopera orario lordo di 37 dollari l'ora. Per un costo orario del tempo della macchina, gli esempi utilizzano 1 dollaro sia per la stampa 3D che per la CNC*. Per il costo dei materiali calcolato in base al volume di estensione, la stampa 3D utilizza 1 dollaro/pollice³ mentre la CNC 0,50 dollari/pollice³**.

	Manodopera	Produzione	Materiale	Totale
Tempo per la stampa 3D	0,3 ore	2,0 ore	–	2,3 ore
Costo della stampa 3D	\$11.10	\$2.00	\$17.50	\$20.60
Tempo per la lavorazione CNC	1 ora	0,3 ore	–	1,3 ore
Costo della lavorazione CNC	\$37.00	\$0.30	\$8.75	\$46.05

Tabella 1: Tempo e costo del vassoio a scomparti.

* Costo orario effettivo della macchina

Per macchine di dimensioni e posizione simili, si presume che la stampa 3D abbia un prezzo doppio rispetto alla CNC. Tuttavia, se si tiene conto dei livelli di utilizzo, il costo orario è simile.

Supponendo che i prezzi delle macchine vengano ammortizzati nel corso di 10 anni, per la stampa 3D viene allocato un costo annuo di 5.000 dollari, mentre per la CNC un costo di 2.500 dollari.

Poiché la stampa 3D è un processo completamente automatizzato, se si parla di tempi di inattività abbiamo 5.000 ore di produzione a disposizione. Dunque, il costo per ora di funzionamento, a pieno ritmo, è di un dollaro.

Dal momento che richiede l'intervento dell'operatore, per la CNC si presuppone un numero di ore di produzione pari a 2.500, considerando 12 ore al giorno è dei periodi di inattività. Pertanto, arriviamo a un costo di un dollaro per ora di funzionamento.

Vassoio a scomparti

Sebbene la stampa 3D risulti eccellente nella realizzazione di parti complesse, può essere competitiva persino per le parti più semplici, come il vassoio a scomparti mostrato nella Figura 1. Come indicato nella Tabella 1, la stampa 3D ha un costo del 55% inferiore rispetto alla lavorazione CNC. Tuttavia, la produzione richiede fino al 77% del tempo in più, presumendo che entrambi i processi possano iniziare immediatamente e che non vi siano ritardi imposti dalla disponibilità di manodopera, materiali e macchinari.

Come vedremo in seguito, la CNC ha il vantaggio del tempo grazie alla semplicità di progettazione del vassoio a scomparti.



Figura 1. CNC (alluminio) a sinistra, stampa in 3D (plastica), a destra.

Per entrambi i processi, tutte le altre spese operative, inclusi i materiali di consumo, sono esclusi.

**Costo effettivo del materiale

I materiali di stampa 3D sono più costosi dei materiali della CNC. Il costo dei materiali di stampa 3D in genere si aggira intorno a 5 dollari/pollice³, mentre le materie prime per la CNC possono avere un costo fino a 0,50 dollari/pollice³.

Per la CNC, il costo effettivo del materiale viene calcolato, come minimo, moltiplicando il volume cubico della parte per 0,50 dollari. Il costo effettivo del materiale sarà superiore quando il blocco di materiale non lavorato è più grande della parte desiderata.

Per la stampa 3D, il costo effettivo del materiale viene determinato dal volume della parte. Supponendo che il volume della parte sia in genere il 20% del volume di estensione, il costo effettivo del materiale è di un dollaro.

Stampa 3D e lavorazione CNC

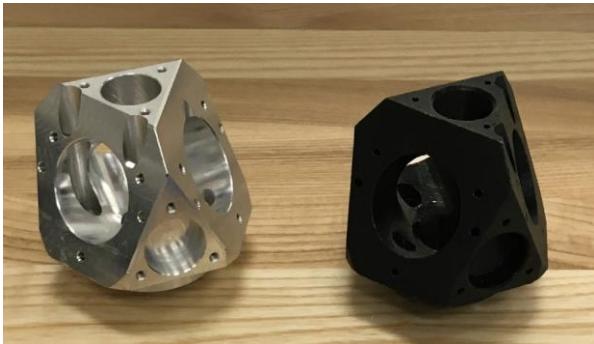


Figura 2. CNC (alluminio) a sinistra, stampa in 3D (plastica), a destra.

Adattatore per robot industriale

Sebbene non sia semplice come il vassoio a scomparti, l'adattatore per un robot industriale non è eccessivamente complesso per la CNC. Il risultato è che la CNC è più rapida della stampa 3D, ma più costosa, come mostrato nella Tabella 2.

L'adattatore mostra ancora una volta che la stampa 3D è meno costosa, con un risparmio pari al 30%. Ciò evidenzia l'impatto finanziario della manodopera richiesta dalla CNC. Con un tempo totale del 52% superiore rispetto alla CNC, dimostra anche l'influenza del design di una parte sul vantaggio in termini di velocità che è possibile ottenere con la stampa 3D. Sebbene una CNC a tre assi richieda sei impostazioni da parte dell'operatore, la fresatura è semplice, dal momento che consiste solo nella spianatura, nell'alesatura e nella foratura.

Fattori chiave in termini di tempo

Escludendo l'impostazione e la finitura sia per la stampa 3D che per la CNC, stabilire quale processo abbia una produttività superiore dipende esclusivamente dal design di una parte.

I fattori temporali della stampa 3D sono semplicissimi. Sono il volume e l'altezza di una parte a incidere per la maggior parte sul tempo di produzione. L'unica considerazione correlata al design che aggiunge del tempo viene dalle strutture di supporto. Se è necessario supportare dei componenti, si aggiunge un tempo di costruzione che varia dal 5% al 15%. A differenza della CNC, l'aggiunta di componenti che prevedono la rimozione di materiale, come scomparti o fori, riduce il tempo necessario per la realizzazione di una parte.

Il tempo per la CNC viene determinato dal volume del materiale sottratto e dalla velocità con cui viene rimosso. La quantità è dettata dal design e dalle dimensioni della materia prima. La velocità è dettata da numerosi fattori, ad esempio:

- **Tolleranze specificate:** tolleranze più strette richiedono un tempo di lavorazione superiore.
- **Dimensione e profondità di fori e scomparti:** fori e scomparti stretti e profondi richiedono strumenti di taglio più piccoli e velocità di taglio inferiori, con conseguente aumento del tempo impiegato.
- **Spessore delle pareti:** per evitare la deviazione delle pareti, sono necessarie profondità di taglio inferiori e velocità ridotte.
- **Materiale:** il materiale detta la profondità di taglio, le velocità e gli avanzamenti. Ad esempio, la lavorazione della plastica è più complessa per la macchina rispetto al materiale morbido e le velocità di avanzamento e di lavorazione vengono ridotte per evitare che il materiale fonda e si appiccichi.

	Manodopera	Produzione	Materiale	Total
Tempo per la stampa 3D	0,3 ore	3,5 ore	–	3,8 ore
Costo della stampa 3D	\$11.10	\$7.00	\$32.50	\$50.60
Tempo per la lavorazione CNC	1,5 ore	1 ora	–	2,5 ore
Costo della lavorazione CNC	\$55.50	\$1.00	\$16.25	\$72.80

Tabella 2: tempo e costo dell'adattatore.

Stampa 3D e lavorazione CNC

Nella valutazione del tempo totale impiegato per fornire un prototipo è necessario considerare anche il flusso di lavoro. Qui la stampa 3D ha un vantaggio, in quanto il numero di passaggi da coordinare è inferiore, così come la necessità di manodopera e il fabbisogno di risorse. Gli unici fattori negativi sono la necessità di manodopera per l'elaborazione dei file e la capacità della macchina disponibile. Di contro, la CNC richiede la presenza di un operatore per tutte le impostazioni, una scorta di materia prima e un magazzino di utensili con staffaggi e strumenti di taglio. Non si tratta di grossi problemi, ma l'assenza di una qualsiasi di queste risorse ritarderà il progetto.

Aspetti operativi

In molte aziende il reparto di lavorazione interno è stato sostituito dall'outsourcing. I motivi includono la spesa costituita dal personale e la difficoltà a trovare programmati CAM e macchinisti CNC esperti. La stampa 3D è diversa. Sebbene alcune aziende non aggiungeranno un laboratorio di stampa 3D per via delle spese generali, molte hanno installato delle stampanti 3D all'interno dei loro team di progettazione e ingegnerizzazione. In tal modo, la stampa 3D diventa una funzione self-service, che non richiede costi o manodopera aggiuntivi. Le aziende che giustificano la presenza di un laboratorio di stampa 3D basano questa giustificazione in parte sull'efficienza in termini di manodopera; una sola persona, infatti, è in grado di supportare tutte le funzioni di un laboratorio con cinque o più stampanti 3D e ha comunque del tempo a disposizione per assolvere ad altri compiti.

La stampa 3D interna è molto più tempestiva ed economica se se ne fa un uso ragionevole. Ad esempio, un prototipo lavorato con macchine CNC ha un costo medio tra 400 e 500 dollari, con un tempo di lavorazione di sette giorni. Se il prototipo fosse stampato internamente in 3D, il costo si aggirebbe intorno ai 100 dollari, con consegna il giorno stesso.

Inoltre, la stampa 3D interna incoraggia una cultura di design e progettazione di iterazioni di progetto rapide e frequenti. La possibilità di produrre idee in modo più rapido ed economico, consente di prendere in considerazione un maggior numero di idee e di conseguenza di realizzare prodotti migliori. Il team di sviluppo dei prodotti può cimentarsi in design più aggressivi sapendo che il prototipo del giorno dopo confermerà l'idea o dimostrerà che non funziona.

Considerazioni relative a tempi e costi

In precedenza, è stato dimostrato che il vassoio a scomparti e l'adattatore per robot potevano essere realizzati in modo più economico con la stampa 3D sebbene con un processo più lungo (senza considerare i ritardi del flusso di lavoro). Tuttavia, nessuno dei due esempi sfrutta appieno i vantaggi della stampa 3D.

Basandosi sui concetti che influenzano tempi e costi, la discussione che segue illustra l'impatto dei punti di forza della stampa 3D.

	Tempo	Costo
Vassoio a scomparti: Stampa 3D	2,3 ore	\$20.60
Vassoio a scomparti: Fresatura CNC	1,3 ore	\$46.05
Adattatore per robot: Stampa 3D	3,8 ore	\$50.60
Adattatore per robot: Fresatura CNC	2,5 ore	\$72.80

Tabella 3: riepilogo di tempi e costi delle tabelle 1 e 2.

Flusso di lavoro

Supponiamo che una commessa sia iniziata mezz'ora prima della fine della giornata lavorativa. Con la stampa 3D il lavoro può essere elaborato e iniziato prima della fine del turno. Di conseguenza, le parti saranno disponibili all'inizio della giornata lavorativa successiva. Tuttavia, considerando la necessità di manodopera della CNC, la lavorazione inizierebbe solo la mattina seguente.

Risultato: le parti stampate in 3D sono disponibili da 1,3 a 2,5 ore prima.

Stampa 3D e lavorazione CNC

Supponiamo che ci sia già una coda di ordini e che non sia possibile alterare i piani. Per la CNC, i progetti devono attendere la disponibilità della capacità della macchina. Con la stampa 3D, è possibile combinare le parti con altri progetti, purché ci sia spazio nella macchina.

Risultato: le parti stampate in 3D sono disponibili con diversi giorni di anticipo.

Supponiamo che ci sia bisogno di tre vassoi a scomparti, che possono essere realizzati con una sola lavorazione sulla stampante 3D. Il tempo di impostazione della CNC e della stampa 3D rimane costante. Tuttavia, il tempo di produzione della stampa 3D è di quattro ore per tre parti (non di $3 \times 2,3$ ore). Per la CNC, supponiamo che le tre operazioni di lavorazione inizino senza ritardi.

Risultato (in termini di tempo): le parti stampate in 3D sono disponibili in 4,3 ore e le parti in CNC in 3,3 ore.

Risultato (in termini di costo): 75 dollari per la stampa 3D e 140 dollari per la CNC.

Nella realizzazione dei tre vassoi a scomparti, supponiamo ora che ciascuno sia una versione diversa, che rifletta concetti di progettazione alternativi. Per la stampa 3D il tempo totale è di 4,5, dal momento che il tempo aggiunto per l'elaborazione di tre file diversi è minimo. Per la CNC, il tempo totale sarebbe di 4,9 ore.

Risultato (in termini di tempo): La stampa 3D è più veloce di 0,4 ore (e il team di progettazione diventa più efficiente).

Risultato (in termini di costo): 128 dollari per la stampa 3D e 218,40 dollari per la CNC.

Se venissero ordinati tre adattatori per robot con tre design diversi, il risultato sarebbe un vantaggio di 100 dollari con la stampa 3D, con solo mezz'ora in più come tempo di realizzazione, supponendo che ogni operazione inizi senza ritardi.

Design

Supponiamo che il vassoio a scomparti abbia dei tagli su tutte e quattro le pareti e diversi scomparti sulla superficie inferiore.

Per la stampa 3D il tempo di produzione si ridurrebbe leggermente.. Per la CNC, invece, si verificherebbe un aumento del tempo di impostazione e una piccola riduzione nel tempo di lavorazione a macchina.

Risultato (in termini di tempo): Il tempo per la stampa 3D e la CNC diventa uguale.

Risultato (in termini di costo): 20 dollari per la stampa 3D e 80 dollari per la CNC.

L'aggiunta di scomparti e tagli non aumenta la difficoltà della lavorazione CNC del vassoio a scomparti. Tuttavia, se il design di questo prototipo prevedesse nervature sottili, canali stretti e profondi nonché sottosquadri, sarebbe necessario considerare la differenza di tempo e costo. Considerare inoltre il vantaggio in termini di tempo e costo della stampa 3D se tutti gli scenari descritti in precedenza si verificassero contemporaneamente: questo design complesso è stato sottoposto a tre revisioni diverse, l'ordine è stato inviato alle 17:00, la pianificazione era piena e ogni azione è stata preceduta da un'interruzione del flusso di lavoro (Tabella 4). La stampa 3D ha la flessibilità e l'efficienza che consentono di eseguire l'ordine quando le condizioni non sono proprio perfette.

	Tempo	Costo
Vassoio a scomparti: Stampa 3D	1 giorno	\$120
Vassoio a scomparti: Fresatura CNC	7 giorni	\$300
Adattatore per robot: Stampa 3D	1 giorno	\$150
Adattatore per robot: Fresatura CNC	7 giorni	\$400

Tabella 4: stime relative a tempo e costo per condizioni standard di sviluppo dei prodotti.

Stampa 3D e lavorazione CNC

Conclusione

Nel confronto tra stampa 3D e lavorazione CNC decidere quale sia l'opzione migliore dipende dalla valutazione degli obiettivi e dei requisiti del progetto. Stampa 3D e lavorazione CNC possono coesistere e ci sono produttori che le utilizzano entrambe. Le organizzazioni con una buona conoscenza di ciascuna tecnologia e di quale sia quella in cui l'azienda eccelle sono maggiormente indicate a scegliere la soluzione giusta per un determinato scenario.

Sedi principali di Stratasys

7665 Commerce Way,
Eden Prairie, MN 55344
+1 800 801 6491 (numero
verde USA)
+1 952 937-3000 (Intl)
+1 952 937-0070 (Fax)

1 Holtzman St., Science Park,
PO Box 2496
Rehovot 76124, Israele
+972 74 745 4000
+972 74 745 5000 (Fax)

stratasys.com

Certificazione ISO 9001:2008

