

Guida alla programmazione CAM su Fusion per principianti

Struttura della guida: Programmazione CAM su Fusion per principianti

Licenza d'uso e condizioni

Questo documento è distribuito da Makers Media S.r.l. secondo i termini della licenza Creative Commons Attribuzione – Non Commerciale – Non Opere Derivate 4.0 Internazionale (CC BY-NC-ND 4.0).

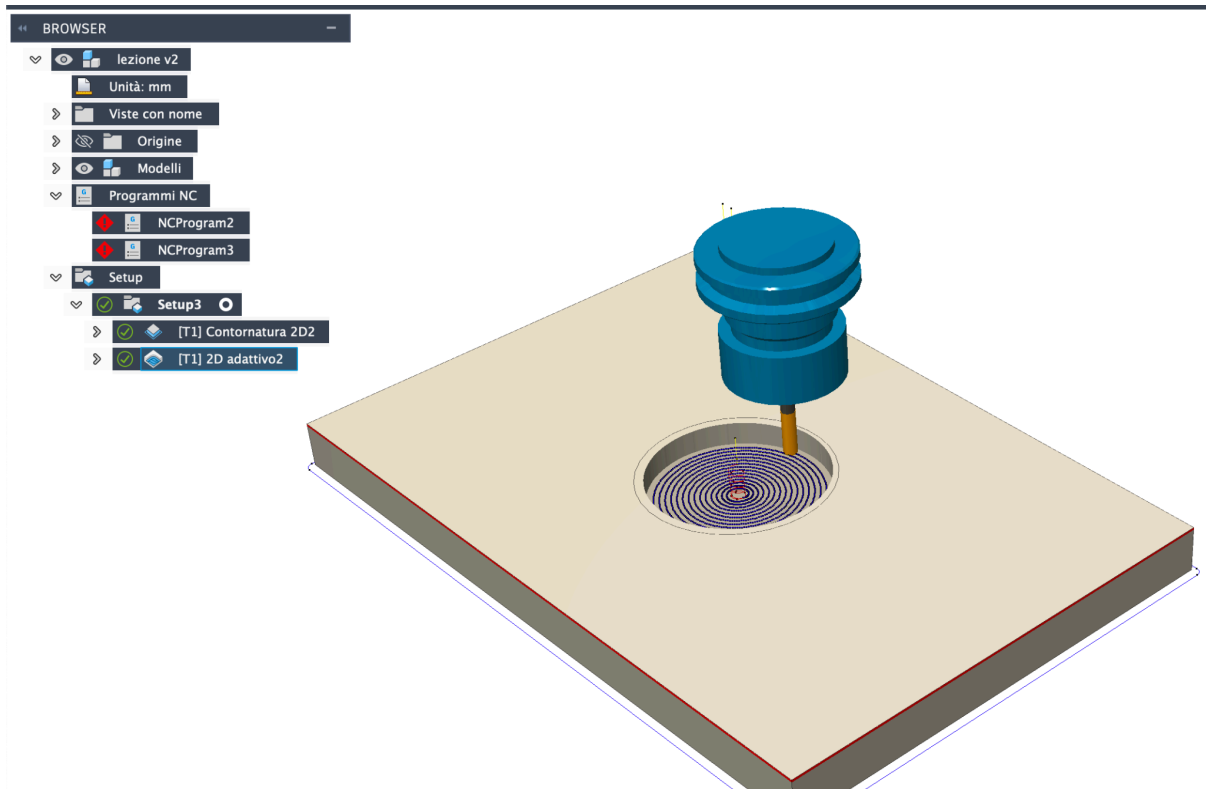
Diritti concessi • *Puoi condividere liberamente questo manuale, in formato digitale o cartaceo, a condizione che venga mantenuto nella sua interezza e senza alcuna modifica. • È obbligatorio riconoscere Makers Media S.r.l. come autore originale e includere sempre la dicitura relativa alla licenza.*

Limitazioni d'uso • *È vietato qualsiasi utilizzo a scopo commerciale: non è permesso impiegare questo documento, in tutto o in parte, per attività di vendita, formazione a pagamento, consulenza, promozione aziendale o altre finalità lucrative. • Non è consentito alterare, tradurre, adattare, estrarre parti o creare opere derivate a partire da questo manuale.*

Riepilogo *Questo manuale può essere distribuito gratuitamente e senza modifiche, citando sempre Makers Media S.r.l. come autore. Non è consentita la vendita, la modifica o l'utilizzo per scopi commerciali.*

1. Introduzione

La programmazione CAM (Computer-Aided Manufacturing) è il processo che utilizza software per controllare macchine utensili e automatizzare la produzione. Consente di trasformare un modello 3D in istruzioni precise per macchine CNC, ottimizzando tempi e riducendo errori.

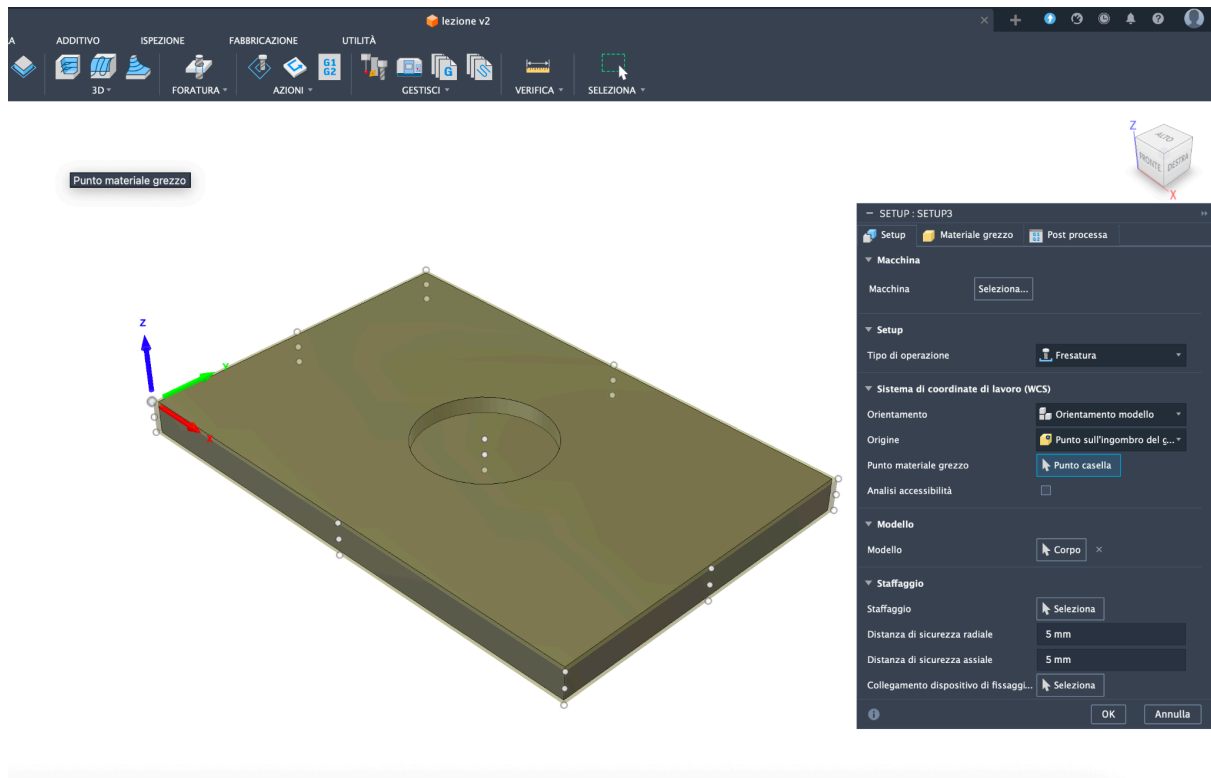


Suggerisco spesso di partire da Fusion 360 perché è una soluzione completa che integra modellazione 3D, simulazione e programmazione CAM in un'unica piattaforma. Offre un'interfaccia intuitiva, strumenti avanzati per la creazione di percorsi utensile e una vasta libreria di post-processor compatibili con diverse macchine CNC.

Con questa guida voglio fornire ai principianti una base solida nella programmazione CAM su Fusion 360. L'obiettivo è rendere il processo accessibile, spiegando passo dopo passo come preparare un progetto, creare operazioni CAM, simulare i percorsi utensile ed esportare il codice G per la lavorazione.

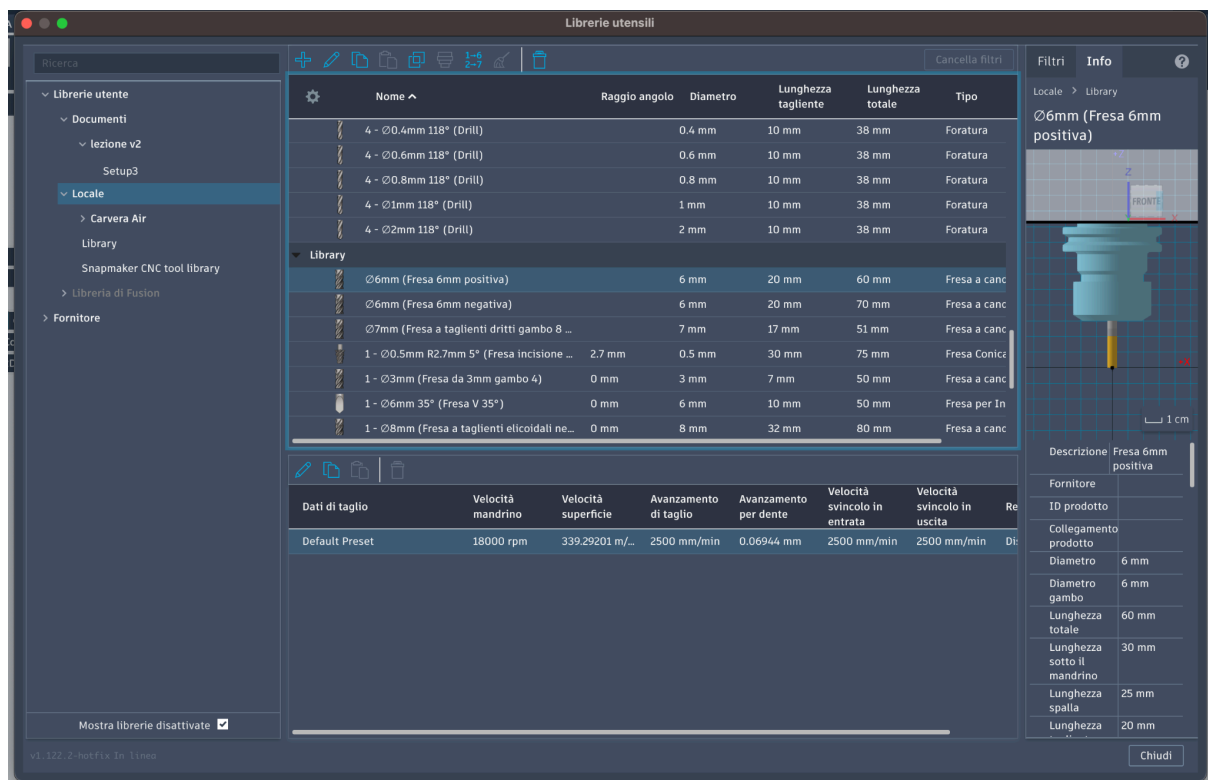
2. Preparazione del progetto

Progettare il modello 3D è il primo passo. Se non hai esperienza con Fusion 360, ti consiglio di seguire [questo mini corso gratuito](#) che ho creato. È pensato proprio per chi parte da zero e ti guiderà nella creazione di un modello base. Una volta pronto il modello, bisogna definire il materiale e le dimensioni del grezzo. Questo passaggio è fondamentale perché il software deve sapere con cosa lavorerà la macchina CNC. Ad esempio, se stai usando un blocco di legno, inserisci le sue misure esatte di quel pezzo.



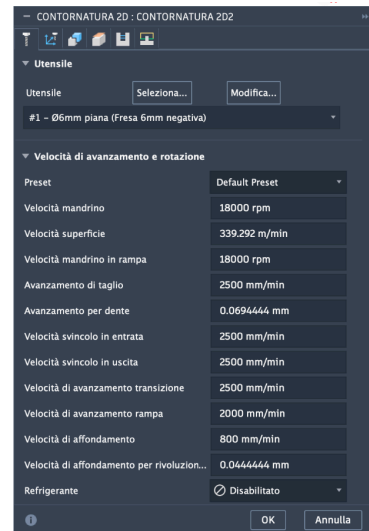
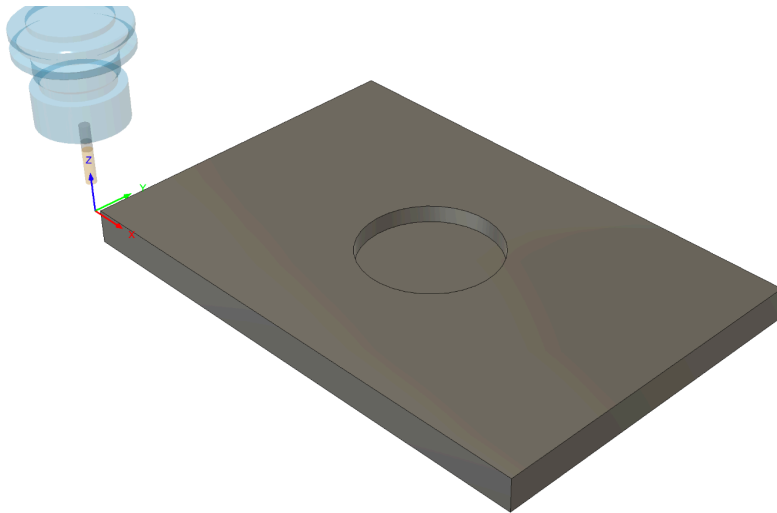
Infine, imposta le coordinate di orientamento e lo zero pezzo. Questo serve a dire alla macchina dove iniziare a lavorare. Ti consiglio di scegliere un punto facile da identificare sul grezzo, come un angolo o il centro della superficie superiore. Fusion 360 ti permette di fare queste impostazioni in modo intuitivo, seguendo pochi passaggi.

3. Creazione delle operazioni CAM



Quando si passa alla creazione delle operazioni CAM, è importante capire le diverse tipologie di lavorazioni che puoi scegliere, come la contornatura, la fresatura di tasche, le incisioni e molte altre. Ogni lavorazione ha le sue particolarità e richiede parametri specifici. Prenderemo una lavorazione come esempio per descrivere i parametri fondamentali, ma è importante notare che ogni tipologia ha alcuni parametri personalizzati. Fusion 360 facilita la comprensione di questi parametri, fornendo descrizioni dettagliate semplicemente posizionandosi sopra il parametro con il mouse.

Un aspetto fondamentale è la selezione degli utensili. Fusion 360 mette a disposizione una libreria utensili molto completa, dove puoi trovare una vasta gamma di opzioni. Per scegliere l'utensile giusto, devi considerare alcuni parametri principali, come il diametro, la lunghezza e il materiale dell'utensile. Ad esempio, se stai lavorando su un pezzo di legno laminato, potresti preferire un utensile con tagliente positivo e negativo, che restituisce una finitura ottimale nella parte superficiale e anche in quella inferiore. Crea quindi il tuo piccolo database di frese impostando il nome della fresa, il diametro, la lunghezza del gambo e del tagliente per poi pre salvare alcuni parametri standard. .

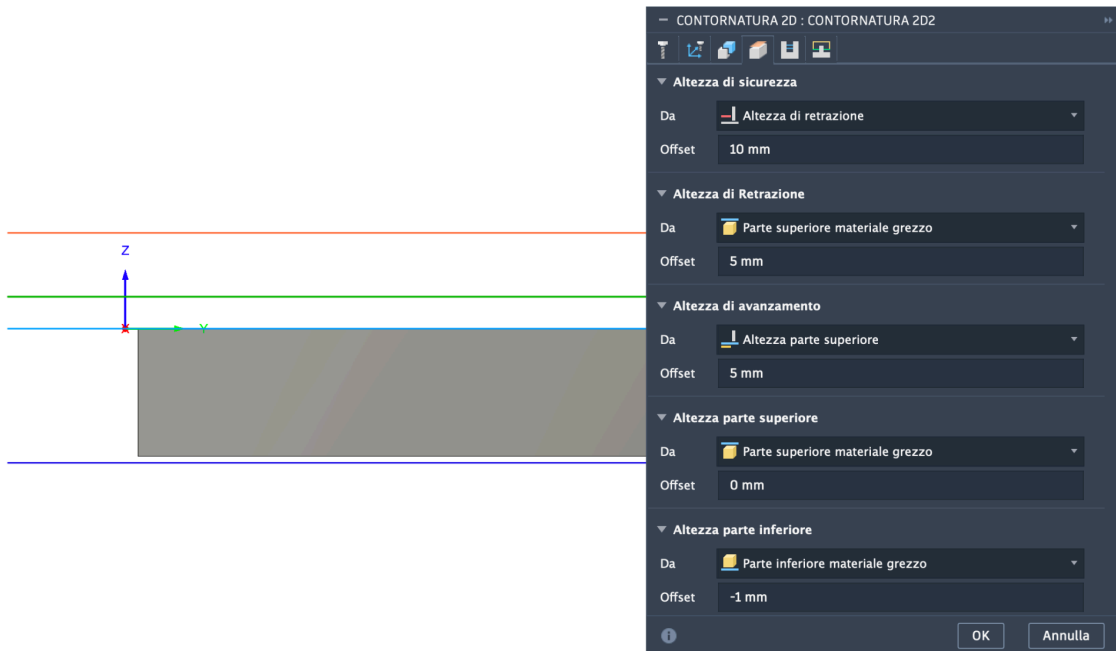


Ma torniamo alla programmazione della lavorazione di esempio. Dopo aver scelto l'utensile, è il momento di configurare i parametri di taglio. Questi parametri sono essenziali per ottenere un risultato preciso e ottimizzare i tempi di lavorazione. La velocità di avanzamento, ad esempio, determina quanto rapidamente l'utensile si muove attraverso il materiale. È importante trovare un equilibrio: se vai troppo veloce, rischi di danneggiare il pezzo o l'utensile; se vai troppo lento, allunghi inutilmente i tempi. Poi c'è la velocità del mandrino, che controlla la rotazione dell'utensile. Questo parametro varia molto a seconda del materiale e del tipo di utensile che stai usando. Infine c'è la velocità di affondamento, cioè la velocità con cui l'utensile della macchina CNC scende verticalmente nel materiale durante una lavorazione. È un parametro fondamentale da impostare, soprattutto quando si lavora con frese, perché determina quanto rapidamente la fresa entra nel pezzo.

Ora va impostata la geometria, che rappresenta il percorso o l'area che la fresa deve seguire durante la lavorazione. In questa fase si decide "dove" e "come" la macchina dovrà muoversi sul pezzo, adattando il tutto al tipo di lavorazione scelta. Vi basta selezionare il bordo del perimetro se si tratta di una contornatura, oppure l'area se si tratta di una svuotatura.

La scheda successiva è quella delle altezze: qui imposti tutti i parametri che dicono alla macchina a che quota deve muoversi durante la lavorazione. È una delle sezioni più importanti, perché serve a evitare collisioni con morsetti, staffe o il piano di lavoro e a garantire che la fresa lavori solo dove serve.

Ecco i parametri principali che troverai nella scheda Altezze di Fusion CAM:



Altezza di sicurezza

La prima altezza alla quale si sposta l'utensile mentre si muove all'inizio del percorso utensile.

Altezza di retrazione

È la quota a cui la fresa si alza ogni volta che deve spostarsi da una zona all'altra senza lavorare.

Fondamentale per evitare che la fresa colpisca staffe, morsetti o altri ostacoli durante gli spostamenti rapidi.

Se imposti questa altezza troppo bassa, rischi collisioni; se troppo alta, perdi tempo negli spostamenti.

Altezza di avanzamento

È la quota a cui la fresa si muove rapidamente (ma non ancora in lavorazione) verso il punto di ingresso nel materiale.

Di solito è appena sopra la superficie del pezzo.

Altezza parte superiore

Indica la parte più alta del materiale da lavorare (di solito la superficie superiore del grezzo).

Serve come riferimento per tutte le altre quote.

Altezza parte inferiore

È la profondità massima che la fresa deve raggiungere durante la lavorazione.

Può essere la base del pezzo, il fondo di una tasca o anche leggermente sotto la superficie per assicurarsi di tagliare completamente.

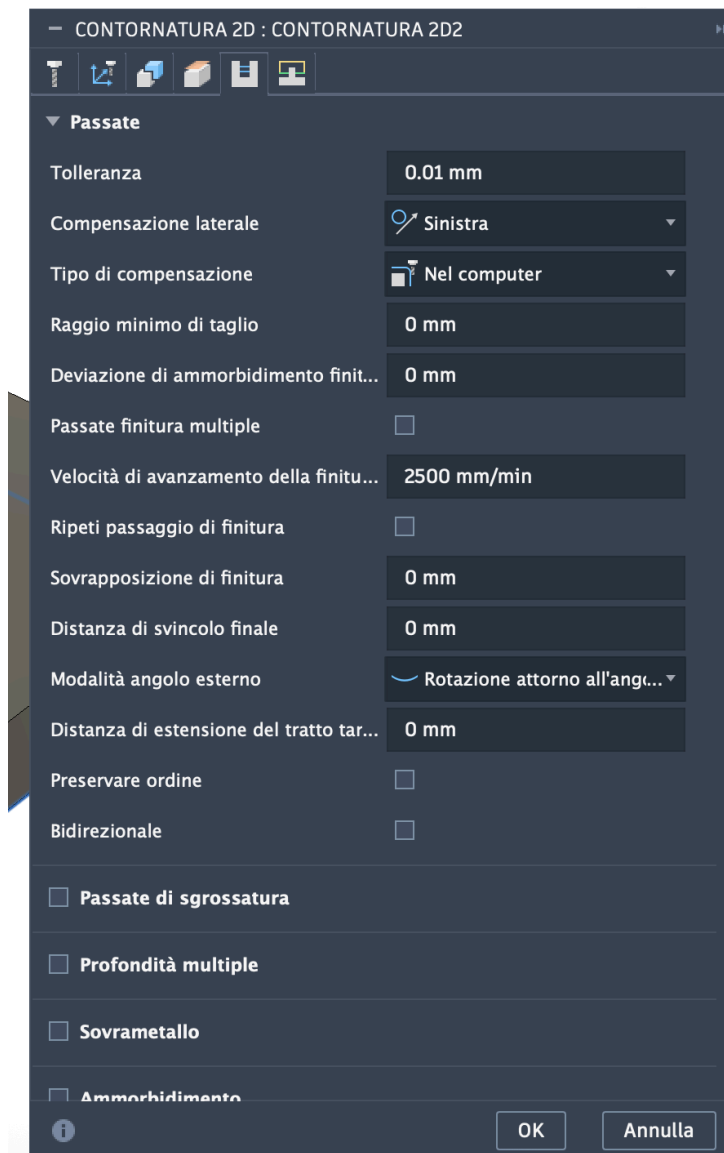
Attenzione: se imposti questa quota troppo bassa, rischi di fresare il piano di lavoro!

In pratica:

Quando Fusion esegue la lavorazione, parte dall'altezza di partenza, scende all'altezza di avanzamento rapido, poi entra nel materiale fino all'altezza finale.

Ogni volta che deve spostarsi da una zona all'altra, si alza all'altezza di retrazione per evitare collisioni.

Dopo aver impostato le altezze, il passaggio successivo in Fusion CAM è la scheda delle Passate.



In questa sezione puoi:

Decidere se la lavorazione deve essere fatta in una sola passata o in più passaggi successivi (utile per rimuovere tanto materiale senza sforzare la fresa).

Impostare la profondità di ogni passata (quanto materiale viene tolto ad ogni “giro”).

Per alcune lavorazioni puoi anche regolare il “sovrametallo” (quanto materiale lasciare per una successiva passata di finitura).

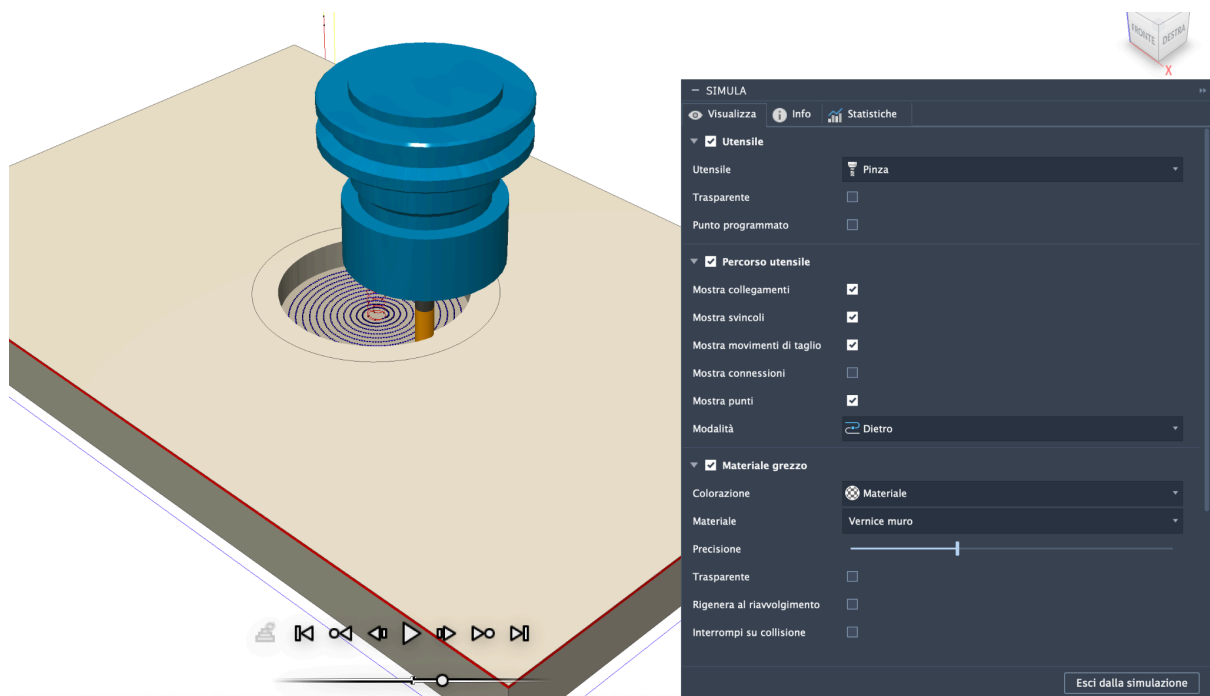
In base al tipo di lavorazione, puoi trovare parametri aggiuntivi come il passo laterale (quanto si sposta la fresa lateralmente tra una passata e l'altra).

Dopo le passate, si impostano anche gli ingressi e le uscite (come la fresa entra ed esce dal materiale, ad esempio ingresso in rampa, ad arco, ecc.), fondamentali per evitare segni o bruciature sul pezzo.

4. Simulazione e verifica

A questo punto puoi fare una simulazione, fondamentale per assicurarti che la lavorazione venga eseguita correttamente, senza rischi per il pezzo, la fresa o la macchina. Ecco come funziona e cosa puoi fare:

Come eseguire la simulazione del percorso utensile



Dopo aver impostato tutti i parametri della lavorazione, puoi avviare la simulazione cliccando sull'apposito pulsante (di solito “Simula” o “Simulation”).

Fusion mostrerà una rappresentazione grafica del grezzo e del percorso che seguirà la fresa, evidenziando i movimenti di taglio, i rapidi e le eventuali collisioni.

Puoi regolare la velocità della simulazione, mettere in pausa, andare avanti o indietro per analizzare ogni fase della lavorazione.

Durante la simulazione puoi vedere:

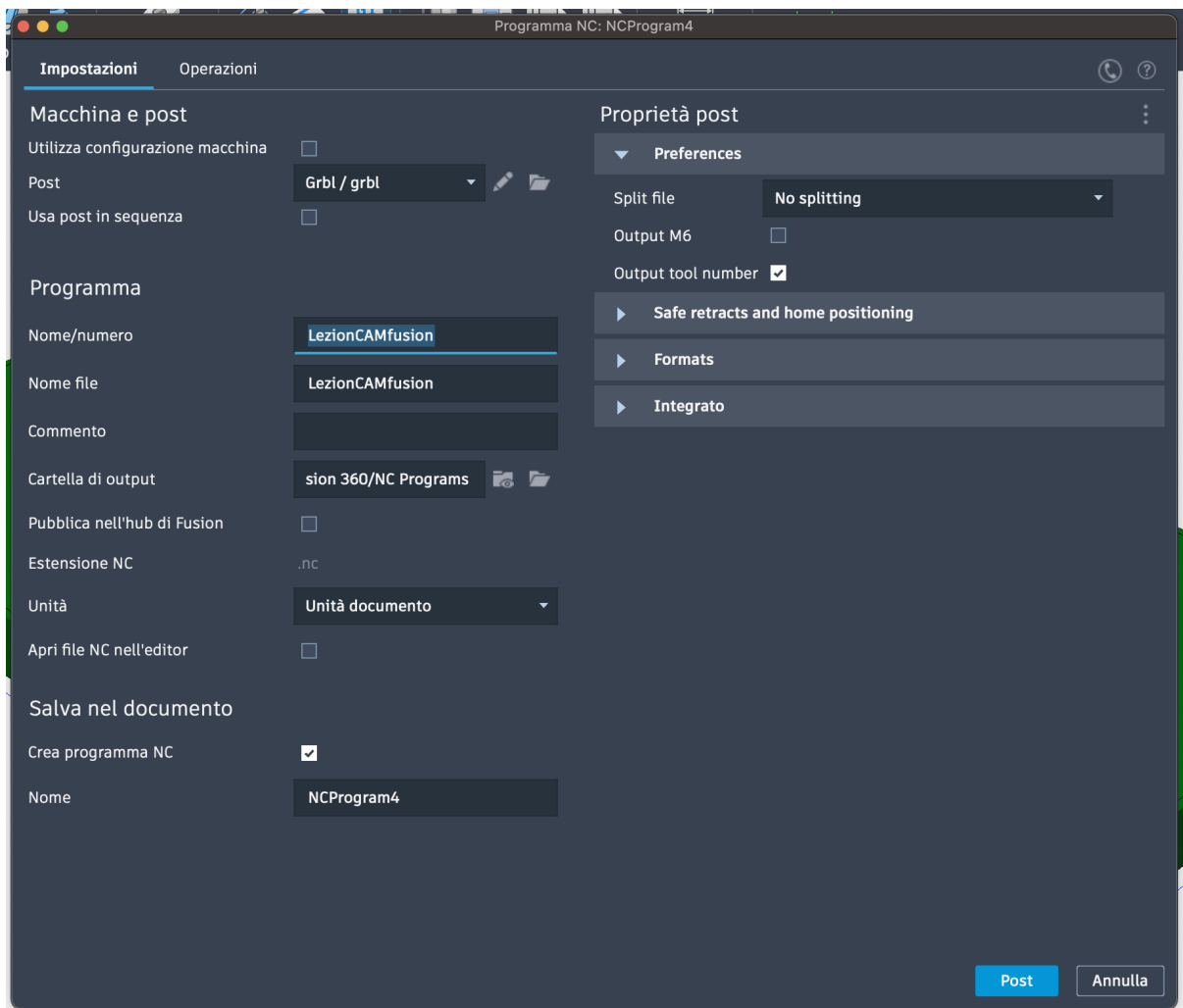
Il materiale che viene rimosso passo dopo passo.

Il percorso reale della fresa (linee blu per i movimenti di taglio, rosse per i movimenti verticali, ecc.).

Eventuali zone non lavorate o errori di percorso.

Siamo finalmente pronti per esportare la nostra lavorazione e quindi il file da dare alla macchina CNC: questa fase si chiama esportazione del codice G. Ecco come avviene il processo, passo dopo passo:

5. Generazione del codice G



Dopo aver completato la simulazione e verificato che tutto sia corretto, si seleziona l'operazione o il setup da esportare. Successivamente, si clicca sul comando "Post Process" e il software genera il codice G, una sequenza di istruzioni che la macchina CNC utilizzerà per eseguire la lavorazione. Questo codice include tutte le informazioni necessarie, come movimenti, velocità, profondità e strategie impostate.

6. Selezione del post-processor corretto

Prima di esportare il codice G, è essenziale scegliere il post-processor adatto alla propria macchina CNC. Il post-processor funge da "traduttore", adattando il codice G alle specifiche del controller della macchina, che possono variare a seconda della marca o del modello. Fusion 360 offre una vasta libreria di post-processor, permettendo di selezionare quello compatibile con la propria macchina, come Mach3, GRBL, Fanuc, Heidenhain, ecc. La scelta errata del post-processor potrebbe causare il mancato riconoscimento del file o movimenti errati della macchina.

7. Salvataggio e trasferimento del file alla macchina CNC

Una volta generato il codice G, Fusion consente di salvare il file sul computer, generalmente con estensioni come .nc, .tap o .gcode. È consigliabile assegnare al file un nome chiaro, che indichi il tipo di lavorazione o il pezzo. Successivamente, il file può essere trasferito alla macchina CNC tramite chiavetta USB, scheda SD, rete locale o collegamento diretto del PC alla macchina, a seconda della configurazione. Una volta caricato il file sulla CNC, è possibile avviare la lavorazione.

Glossario CAM & CNC

CAM (Computer-Aided Manufacturing)

Software che permette di programmare e controllare macchine utensili (come le CNC) partendo da un modello digitale.

CNC (Computer Numerical Control)

Macchina utensile controllata da computer che esegue lavorazioni seguendo istruzioni numeriche (codice G).

Codice G (G-code)

Linguaggio standard utilizzato per programmare le macchine CNC. Ogni istruzione indica un movimento, una velocità o un'azione specifica.

Post-processore

Modulo software che traduce le operazioni CAM in codice G compatibile con uno specifico modello di macchina CNC.

Setup

Configurazione iniziale della lavorazione: comprende la definizione del grezzo, dello zero pezzo e dell'orientamento degli assi.

Grezzo

Il pezzo di materiale di partenza da cui verrà ricavato il prodotto finito tramite lavorazione CNC.

Zero pezzo

Punto di riferimento scelto sull'oggetto da lavorare, da cui la macchina inizia tutti i movimenti.

Zero macchina

Punto di riferimento fisso della macchina CNC, usato per il posizionamento e la calibrazione.

Utensile (Fresa)

Strumento da taglio montato sulla CNC per rimuovere materiale dal grezzo.

Velocità mandrino

Numero di giri al minuto (RPM) dell'utensile durante la lavorazione.

Avanzamento di taglio (Feed rate)

Velocità con cui l'utensile si muove attraverso il materiale (mm/min).

Velocità di affondamento (Plunge rate)

Velocità con cui l'utensile scende verticalmente nel materiale.

Contornatura (Profilatura)

Lavorazione che segue il perimetro esterno o interno di un pezzo.

Tasca (Pocket)

Lavorazione che svuota una zona interna del pezzo.

Sgrossatura

Lavorazione che rimuove grandi quantità di materiale in modo rapido, lasciando un po' di materiale per la finitura.

Finitura

Lavorazione di precisione che rifinisce le superfici lasciate dalla sgrossatura.

Passata

Singolo movimento dell'utensile che rimuove uno strato di materiale.

Profondità di passata

Spessore di materiale rimosso in una singola passata.

Sovrametallo

Piccola quantità di materiale lasciata intenzionalmente dopo la sgrossatura, da rimuovere con la finitura.

Altezza di sicurezza (Retract Height)

Quota a cui la fresa si alza per evitare collisioni durante gli spostamenti rapidi.

Altezza finale (Bottom Height)

Profondità massima raggiunta dall'utensile nella lavorazione.

Simulazione

Funzione del CAM che permette di vedere in anteprima il percorso utensile e il risultato della lavorazione.

Post Process

Operazione di esportazione del codice G dal software CAM.

Collisione

Evento in cui la fresa o un'altra parte della macchina urta il pezzo, il piano di lavoro o un sistema di bloccaggio.

Ponticello (Tab)

Piccolo collegamento lasciato tra il pezzo lavorato e il grezzo per evitare che il pezzo si muova durante il taglio.

Offset

Scostamento aggiunto alle dimensioni del grezzo o del percorso utensile.