

GRUPPO AEROMODELLISTICO FALCHI BERGAMO

Associazione Sportiva Dilettantistica

Via F.lli Calvi, n.3 – 24050 Zanica (BG) - C.F. 95181910167 e-mail: info@gruppofalchi.com web: www.gruppofalchi.com



Introduzione all'uso di una CNC

- 1. Panoramica
- 2 Il disegno CAD
- 3 Il Programma CAM
- 4 Il Programma di gestione Macchina
- 5 Esempi di Lavorazioni
- 6 Tabelle utili per incominciare

A cura di Roberto Viti



1. Panoramica

Per CNC (computerized numerical control (machine)) si intende qualsiasi macchina utensile guidata da un computer, quindi Torni, Frese, taglio Laser ecc.

Nel campo hobbistico, comunemente si intende una Fresa a 3 Assi (raramente a 4) e di modeste dimensioni.

La struttura della macchina (pantografo) e le caratteristiche del Mandrino (motore che porta la Fresa), determinano che materiali si possono lavorare, a quali velocità e con quali tipi di utensili.

Per un Aeromodellista, i materiali sono quasi esclusivamente il Legno (di varie durezze e spessori) il Depron, il Carbonio, qualche volta anche l'Alluminio o l'Ottone.

I pezzi che si intendono tagliare, sono solitamente piani o, al più, con qualche incisione o scanalatura; pertanto si prestano ottimamente per essere disegnati in 2D, con un disegno tradizionale e abbastanza facile da utilizzare con il computer.

Esistono decine di programmi per disegno in 2D sul computer (CAD), basta che il file che si ottiene sia di tipo "Vettoriale", non un'immagine o un PDF raster (insieme di punti).

Nel nostro caso, utilizzeremo Files di tipo DXF, generati da programmi come Autocad, Autosketch ecc. in quanto sono i più diffusi, considerati uno standard per il disegno vettoriale.

Per quanto riguarda vecchi progetti, vecchi disegni ben redatti a mano in inchiostro di china, con diciture fatte con il Normografo, copie tratte da riviste, schizzi disegnati da valenti e pluridecorati Aeromodellisti.... Non resta che ridisegnare tutto, magari mettendo l'originale come sfondo, poi aggiustando le linee, gli spessori, gli archi e le centine con gli strumenti che la tecnologia oggi ci mette a disposizione.

Una volta disegnati in CAD i vari pezzi componenti il nostro progetto, divisi per tipo di materiale, spessore ecc., dovremo sottoporre i disegni al programma di CAM (Computer Aided Machinery), che ci aiuterà ad ottenere il file in grado di pilotare la nostra fresatrice nei suoi movimenti.

Questo File, letto da un opportuno programma che si interfaccia con la nostra Fresatrice, le farà fare tutti i movimenti necessari all'esecuzione del lavoro.

A questo punto, occorre predisporre il materiale da cui ricavare i pezzi sulla macchina, fissandolo in modo sicuro, regolare tutti i parametri per iniziare la lavorazione, quali la posizione di partenza, lo spessore, il tipo di utensile da usare, ecc. Soltanto ora si esegue la vera lavorazione.

Come vedete, il percorso per passare da un progetto, un'idea, alla realizzazione di pezzi solidi e rifiniti è abbastanza lungo ed articolato, non privo di insidie ed errori. Si tratta di fare esperienza, provare e riprovare, finché si ottiene il risultato voluto.

2 - Il disegno CAD

Tra gli svariati programmi per disegnare sul computer, ho scelto Autosketch, che era molto diffuso negli anni '90 con i PC 286/386. Non fa grandi cose ma è molto semplice da usare e l'abitudine mi è rimasta.

In effetti qualsiasi CAD che ottenga un file DXF è adatto, specie se è semplice da usare.

Alcune parti di un progetto si possono ottenere da altri programmi, ad esempio le centine di un modello, si ottengono facilmente da "Profili" che esporta il disegno in DXF.

Fare attenzione alla precisione del disegno, ogni figura deve essere completa, ogni faccia deve essere chiusa, non solo ad occhio, ma proprio con la coincidenza dei punti finali dei Vettori, che si ottiene solo con un buon programma di disegno vettoriale.

Predisporre i vari pezzi in modo da sfruttare al meglio le dimensioni del materiale a disposizione, tenendo conto delle dimensioni della propria macchina.

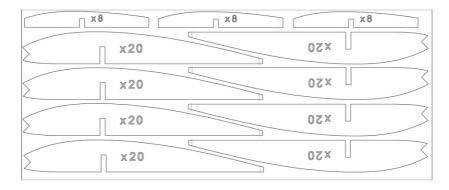
Si procede in questo modo:

Supponiamo di avere una Fresatrice CNC con il piano di taglio utile di 480 mm (asse X) \times 300 mm (Asse Y).

Intendo tagliare una serie di Centine del mio modello da tavolette di Balsa da 2 mm, che trovo in commercio in tavolette da 1000 x 100 mm.

Tenendo conto della vena del legno, posso posizionare le tavolette lungo l'asse X ed avere quindi a disposizione un pezzo da lavorare di 480 mm (max fresa) x 100 mm (max altezza tavoletta).

Disegno un rettangolo di queste dimensioni sul Computer. Questo mi indicherà la dimensione massima per la mia lavorazione. Dentro questo rettangolo posizionerò i disegni delle mie centine da tagliare, tenendo conto anche dello spazio per il passaggio della fresa.



Naturalmente cercherò di sfruttare al massimo lo spazio, magari inserendo anche parti diverse, purché ottenibili con lo stesso materiale.

Il disegno (senza il contorno), va salvato in un File DXF.

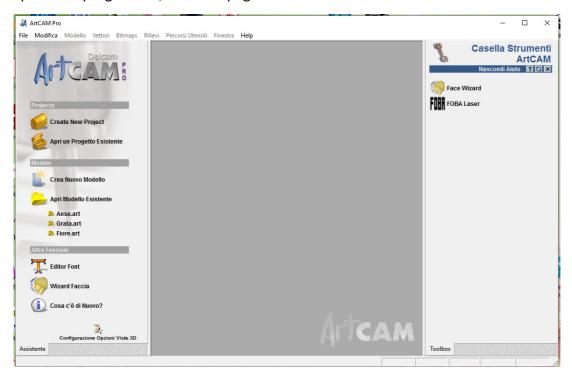
3 - Il Programma CAM

Per interpretare il disegno DXF e dare le corrette istruzioni alla nostra Fresatrice per lavorarlo nel modo appropriato, occorre un programma CAM che ci aiuti nel predisporre tutti i parametri necessari.

Anche in questo caso esistono svariati programmi, da quelli professionali a quelli più semplici e semi-automatici.

Io ho scelto ArtCAM, che possiede una vasta scelta di lavorazioni, sia in 2D che 3D (ne parleremo più avanti), permettendo una completa padronanza delle lavorazioni da effettuare, pur mantenendo una certa semplicità d'uso.

Aprendo il programma, si avrà la pagina iniziale vuota:

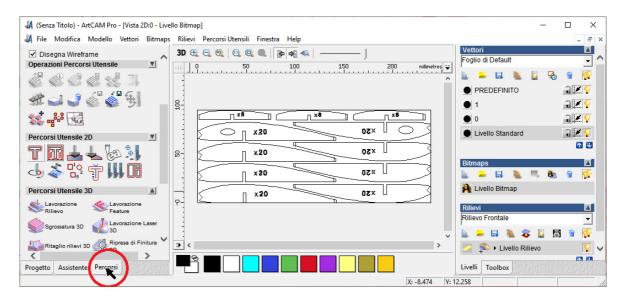


Dalla barra dei Menù, in alto, si procede con FILE, Apri, Tipo di file Autocad (DXF, DWG), nome del file DXF che si vuole elaborare.

Dopo un paio di schermate che danno informazioni sulle dimensioni del disegno che si sta aprendo, a cui si risponde sempre OK, si avrà a video il disegno importato.

Non starò in questa sede a commentare le decine di opzioni presenti nel programma che permettono di modificare, spostare, ruotare i vari vettori, nonché correggere eventuali imperfezioni, tipo vettori non chiusi o sovrapposti che impediscono la corretta interpretazione del disegno. Li vedremo in caso di necessità di volta in volta.

Per ora seguiremo i passi principali per costruire un percorso di fresa valido.



Dalle opzioni in basso a sinistra, scegliere **Percorsi**; verranno mostrati a sinistra i Percorsi Utensile 2D, rappresentati da icone abbastanza intuitive.

La T contornata in rosso è il simbolo della Profilatura o Fresatura di un pezzo, interno o esterno, poi si sceglierà.

La T in un rettangolo con interno rosso, rappresenta uno svuotamento, cioè la creazione di una zona svuotata delimitata da un vettore. Da non confondere con un foro, tondo o meno, che si ottiene con la profilatura interna di un vettore.

Altri percorsi interessanti sono: la Foratura, quando si dispone di un utensile del diametro voluto,

la Lavorazione lungo il Vettore, che guida la fresa lungo la linea prescelta, indipendentemente dal suo diametro ed infine la T contornata che e il simbolo della creazione dei ponticelli per mantenere in posizione il pezzo, impedendo che si stacchi dal resto del materiale.

Altre funzioni riguardano le lavorazioni in 3D che riguardano la modellazione di solidi, in genere non geometrici come Bassorilievi, Statue, oggetti Tridimensionali, ecc. che esulano dal nostro Interesse.

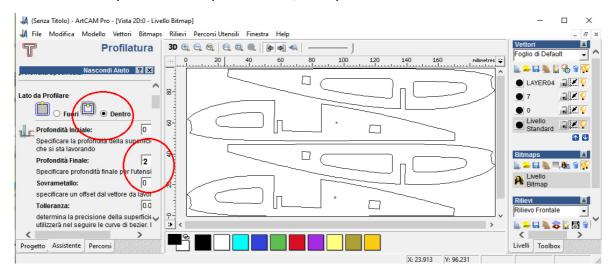
Proviamo a preparare i Percorsi che servono a fresare i pezzi del disegno mostrato.

Anzitutto occorre esaminare il disegno e stabilire se prevede **fori o ritagli interni**. Questi vanno lavorati per primi, perché se si tagliasse prima il contorno di un pezzo, questo si muoverebbe dal piano di lavoro quando tentiamo di tagliare l'interno.

Nell'esempio seguente, le centine di un modello sono svuotate e presentano anche dei piccoli fori per il passaggio di un filo, con diametro di 1 mm.

Useremo una Fresa (a candela piana) del diametro di 1 mm per ritagliare i pezzi ed eseguire i fori.

Dopo avere scelto il file, dal menu Percorsi sceglieremo la lavorazione Profilatura.



La schermata si presenterà in questo modo, con i parametri sulla sinistra:

La prima scelta da effettuare riguarda la posizione della fresa, **Esterna** (ritaglio del pezzo) o **Interna** (creazione di un foro più o meno sagomato).

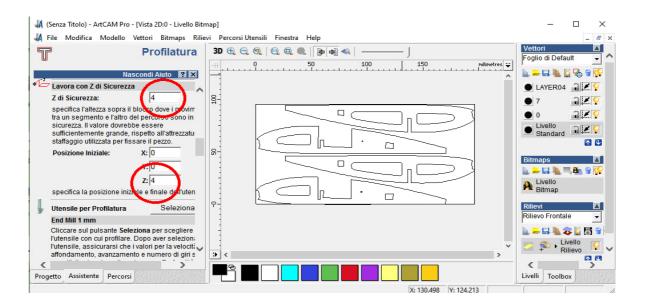
Come spiegato prima, iniziamo con le fresate Interne.

Poi si deve indicare la **Profondità Finale** della fresata in mm. Avendo scelto una tavoletta di Balsa da 2 mm, la profondità per tagliarla è pari a 2 mm.

Proseguendo con i parametri sulla sinistra, troveremo: Altezza Z di sicurezza.

Questa va impostata qualche mm in più rispetto allo spessore del pezzo che stiamo lavorando; io uso normalmente 2 mm in più, perciò imposto questo valore a 4 mm.

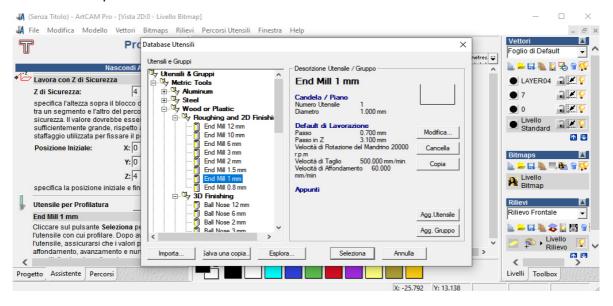
In pratica, significa che la punta della fresa si alzerà a 4 mm dal piano di lavoro (Z=0) quando si muove da un punto all'altro del pezzo senza tagliare. Naturalmente se si usano staffaggi per tener fermo il materiale da tagliare, occorre tener presente quanto sporgono sopra il pezzo e impostare la Z di conseguenza.



Poi troveremo il parametro relativo all'Utensile da usare.

Il programma mette a disposizione un vero e proprio Data Base contenente tutti i tipi di fresa possibili, con tutti i dati di utilizzo, quali la velocità di taglio, di affondamento, diametro, spessore di passata, ecc.

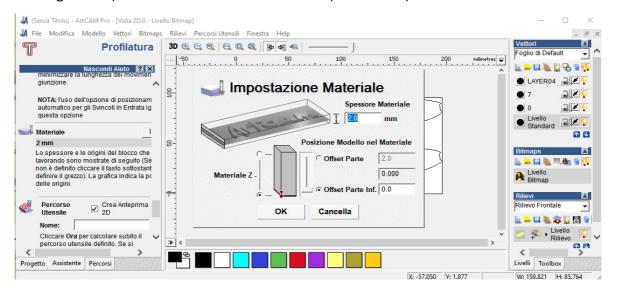
E' anche possibile aggiungere nuovi Utensili, fornendo tutti i dati richiesti ed inserirli nel Data Base per usi futuri.



I parametri inseriti per ogni utensile servono a fornire dati di lavorazione standard per ogni Utensile/Materiale da tagliare, per questo si raggruppano nel DataBase per categoria di Materiale e per tipo di Utensile.

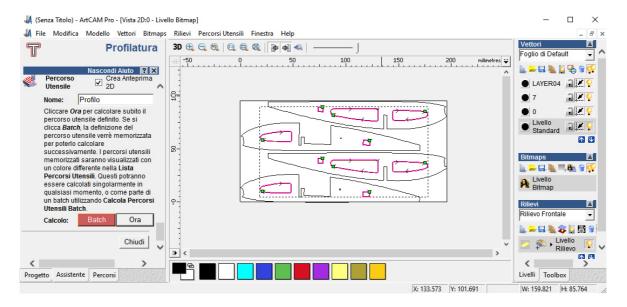
Comunque è possibile variare alcuni parametri di utilizzo per la lavorazione corrente, come la Velocità, lo spessore della passata, ecc, senza che si modifichino i dati memorizzati per l'utensile.

Una volta scelto l'utensile da usare, si prosegue con le opzioni di profilatura (di solito vanno già bene) e si arriva a definire il materiale (dimensioni) da lavorare.



Qui occorre definire lo spessore del materiale che si intende lavorare (spessore prima di ogni lavorazione) e la posizione del modello (disegno) rispetto al materiale. Nella figura sopra, il modello si trova a livello "0" e quindi la nostra fresatrice avrà come livello "0" (coordinata 0 dell'asse Z) il piano di appoggio del pezzo da lavorare.

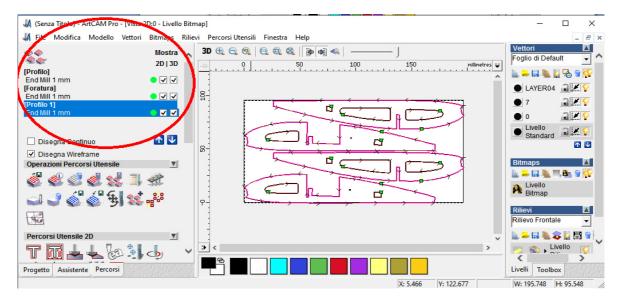
A questo punto, si devono individuare sul disegno tutti i vettori (e solo quelli) interessati dalla lavorazione che stiamo eseguendo, selezionandoli ad uno ad uno (tasto Shift e click).



Con il tasto "ora" viene eseguito e mostrato il percorso e la direzione di lavorazione. Controllare sempre che il percorso sia dal lato corretto del vettore (Interno/Esterno), quindi premere "Chiudi" ed il percorso verrà memorizzato.

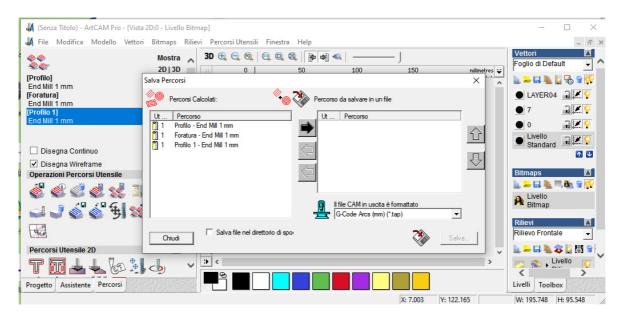
Se viene evidenziato un errore, tipo "Vettori Chusi/Aperti, Utensile non selezionato, Vettori sovrapposti, ecc., andare nella sezione **Assistente** e correggere l'errore segnalato, poi ripetere la creazione del percorso.

Occorre creare un diverso percorso di lavorazione per ogni tipologia di lavoro: Profilo interno, Esterno, Foratura, Sqrossatura, Lungo il Vettore, ecc.



Una volta completati i percorsi necessari alla lavorazione dei nostri pezzi, si possono rivedere, modificare, cancellare nella parte superiore a sinistra, occorre memorizzarli in un File, nell'ordine di esecuzione voluto.

Dal menu in alto, scegliere "Percorsi Utensili", poi "Save Toolpath as": si apre un riquadro dove scegliere nell'ordine desiderato i diversi percorsi da accodare in un file di Output e quindi salvarlo con un nome (in genere lo stesso nome del disegno che si sta elaborando)



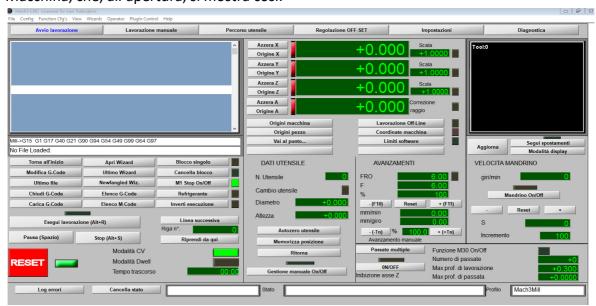
Dopo aver spostato nel riquadro di destra tutti i percorsi nell'ordine di esecuzione in macchina (prima gli interni, i fori, le incisioni, poi i profili Esterni, scegliere "Salva".

Il file verrà salvato nel formato adatto alla Vs. macchina CNC, che sarà stato scelto in fase di Configurazione e riproposto ogni volta.

Come si può notare dai numerosi menu e strumenti presenti in ArtCam, le possibilità del programma sono molto più vaste di quanto non serva per un utilizzo lineare e semplice che ne può fare un Aeromodellista. Per gli appassionati, potremo ampliare il discorso in altri momenti.

4 - Il Programma di gestione Macchina

Abbiamo ora bisogno di un programma che sia in grado di leggere il File creato con ArtCam e converta i comandi e le coordinate in movimenti della nostra Fresatrice CNC. A questo scopo utilizzeremo Mach3, naturalmente già configurato per la nostra Macchina, che, all'apertura, si mostra così:



All'apparenza è molto complesso e pieno di informazioni e comandi strani.

In realtà è molto intuitivo di facile utilizzo.

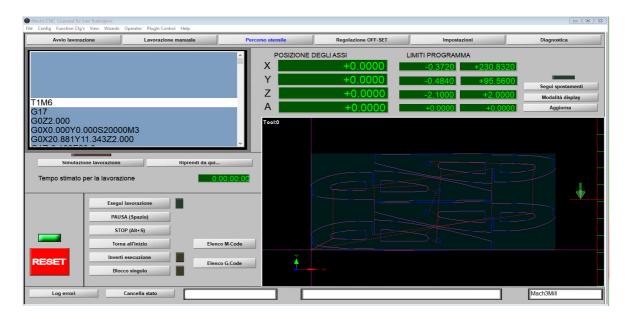
Le schermate mostrate in questo caso, sono state da me personalizzate ed i comandi espressi in italiano, per una più immediata comprensione.

All'accensione, il tasto **ROSSO** in basso a sinistra lampeggia e richiede di essere premuto prima di consentire all'operatore di eseguire comandi che potrebbero inavvertitamente far muovere gli assi della CNC collegata.

Uno dei tasti a sinistra, "Carica G Code", consente di ricercare e importare un file di percorsi creato con il precedente CAM.

Questo verrà mostrato, riga per riga, nel riquadro soprastante, mentre lo schema del percorso viene visualizzato nel riquadro in alto a destra.

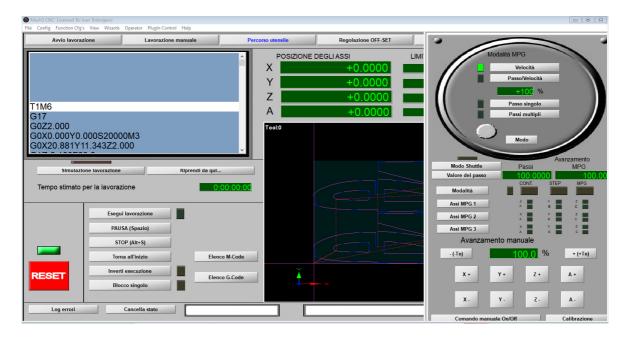
Scegliendo la vista "Percorso Utensile" dal menu in alto, si ha una visuale più chiara del percorso caricato.



Occorre intanto posizionare il materiale sul piano di lavoro e fissarlo opportunamente.

Poi bisogna posizionare la fresa nel punto del materiale che abbiamo definito nel programma CAM come "posizione Iniziale", cioè di coordinate X=0,Y=0,Z=0.

Per spostare manualmente la fresa nel punto voluto, ci avvarremo del "Jogging", uno strumento che possiamo mostrare a video con il tasto <TAB> della tastiera.



Qui possiamo movimentare gli assi della nostra CNC, spostandoli in su e in giù come vogliamo. **Attenzione!** Non forzare i movimenti oltre la corsa possibile degli assi, pena danni alla struttura della macchina.

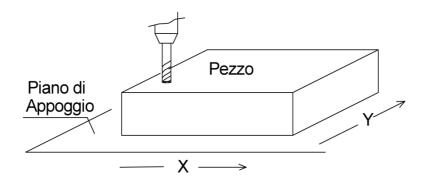
Variando la velocità dei movimenti (in %) nel Box apposito, si rallenta il movimento per affinare la precisione del punto prescelto, utile soprattutto per l'asse Z.

Un'altro metodo per posizionare la Fresa nel punto corretto per iniziare, (coordinate 0,0,0) consiste nel posizionamento X=0 e Y=0 sopra l'angolo inferiore sinistro del pezzo, con qualche mm all'interno del pezzo stesso.

Poi far appoggiare la fresa sulla faccia superiore del pezzo, aiutandosi con un sottile foglio di carta per stabilire il punto di contatto con la superficie.

Ora inserire nel DRO (riquadro che mostra la coordinata Z) il valore dello spessore del pezzo; In pratica viene indicato in posizione z=0 il piano d'appoggio.

Questo metodo funziona se si conosce con buona precisione (0,02 mm) lo spessore del materiale da lavorare.



Una volta stabilito il punto di partenza della lavorazione, premendo il comando "Esegui Lavorazione" inizia l'esecuzione del Percorso. Il mandrino si avvia automaticamente e la fresa si sposta sul pezzo come stabilito nel programma CAM.

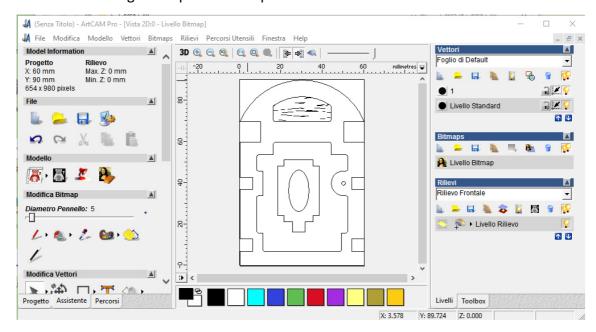
Al termine del percorso, il mandrino arresta i suoi giri e la fresa torna nella posizione x0, y0 e Z=altezza di sicurezza.

5 - Esempi di Lavorazioni

Abbamo visto come ritagliare delle Centine in Balsa, ma le lavorazione possono essere anche più complesse e difficili ed è bene vedere qualche altro tipo di Lavorazione, possibile con la nostra Fresa CNC.

Proviamo, ad esempio, a lavorare una Ordinata Parafiamma in compensato Multistrato di Betulla (quindi legno duro) con Alleggerimento.

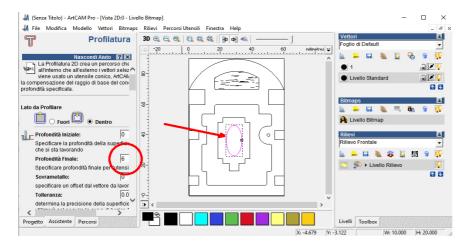
Partiamo dal disegno del pezzo che si presenta così:



L'ordinata Parafiamma (quella più grande) ha una zona svuotata per alleggerimento e, per risparmiare materiale e tempo, ho inserito anche una delle ordinate piccole che dovevo tagliare.

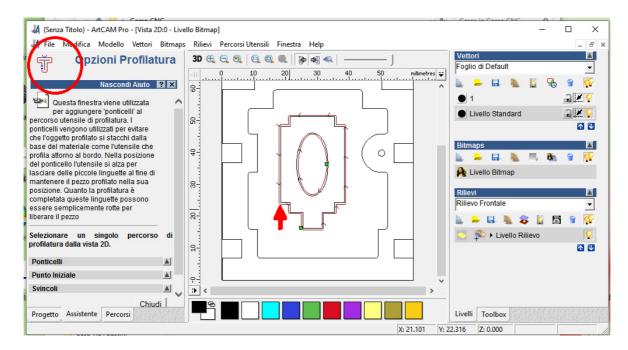
Per effettuare la lavorazione senza che i pezzi si spostino e si rovinino, occorre tagliare prima l'ordinata piccola e poi quella grande. A sua volta, per ognuna va rispettato l'ordine di taglio: prima l'interno, poi l'esterno.

Si inizia guindi con il foro ovale di svuotamento dell'ordinata piccola.



Poi si procede con la profilatura Esterna dell'ordinata piccola, avendo cura, in questo caso di predisporre dei **Ponticelli** per tenere fermo il pezzo tagliato.

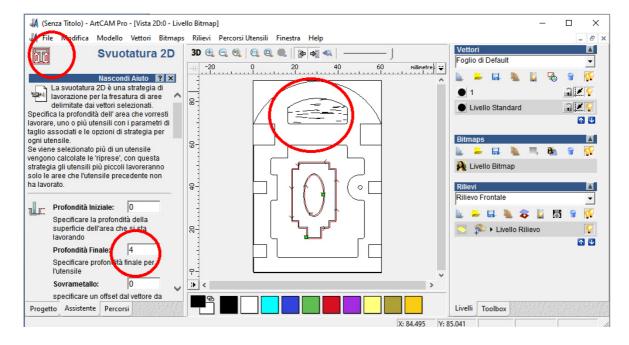
Ciò si ottiene con la funzione T del menu Percorsi 2D.



I parametri richiesti, N. di ponticelli, spessore, lunghezza ecc. sono disponibili una volta scelto con il mouse il percorso a cui si riferiscono.

Ora si prosegue con le altre lavorazioni dell'Ordinata più grande. Tra queste, notare che la figura un alto prevede uno svuotamento NON Passante, profondo 4 mm.

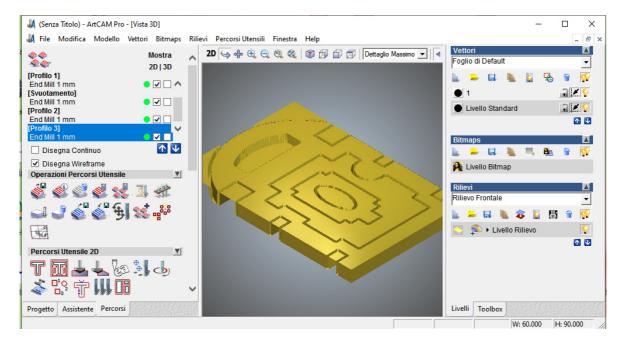
Lo eseguiremo con la funzione "Sgrossatura" tra i Percorsi.



Da notare che in tutti percorsi che abbiamo usato, ci e stata richiesta sempre soltanto la profondità finale della lavorazione. ArtCam ha però suddiviso lo spessore della fresata in modo da rispettare la profondità massima definita per l'utensile scelto. I percorsi pertanto eseguiranno tante passate per arrivare alla profondità voluta.

Per questo il Data Base degli utensili è costituito da frese per legno, per metallo, per plastica ecc, perché la stessa fresa, supponiamo da 1 mm di diametro, viene memorizzata con parametri diversi (velocità, affondamento, ecc., a seconda dell'uso che se ne intende fare.

Un'altra funzione interessante di ArtCam, è la visualizzazione in 3D dei percorsi realizzati, per verificare, a occhio, se il risultato è quello atteso oppure si sono fatti degli errori che è opportuno correggere, prima di rovinare il Materiale.



Questa schermata si attiva dal menu "Percorsi Utensili", "Simulate all Toolpath", scegliendo una delle modalità di visualizzazione.

Moltissimi altri tipi di lavorazione sono possibili con gli innumerevoli strumenti di ArtCam, specie per Fresature in 3D, dove l'Utensile segue la superficie del solido che si vuol realizzare, eseguendo percorsi adatti a Sculture, Bassorilievi, ecc.

Ma questo non è argomento trattato in queste brevi note.

6 - Tabelle utili per incominciare

Molti dubbi sorgono quando si deve usare la Fresa per la prima volta con un certo materiale: Quale Fresa usare?

Quale Velocità di taglio?

Quali parametri impostare per l'affondamento (Spessore passata)

Diciamo subito che non esistono Tabelle di questo genere, per il semplice fatto che tutti questi dati sono influenzati da innumerevoli fattori, perfino individuali! La Velocità di taglio, ad esempio, dipende da:

Meccanica della macchina in uso (che supporta o meno una certa velocità)

Materiale da lavorare (soffice, duro, plastico, ecc.)

Fresa utilizzata (diametro, giri del mandrino, N. di taglienti.)

Finitura desiderata (più o meno precisa e liscia)

E così dicasi per tutti gli altri parametri che dobbiamo impostare.

Sta di fatto che, con l'esperienza (brutta parola che significa Frese rotte, Pezzi da buttare, Materiali inservibili, ecc), si raccolgono poi un po' di appunti che possono servire sia al neofita che all'esperto con poca memoria, ad orizzontarsi in questo bailamme.

Soltanto questo sono i dati della tabella che segue.

Materiale	Fresa 1 mm		Fresa 2 mm	
	Prof.Passata	Velocità	Prof.Passata	Velocità
Depron	6 mm	800		
	3 mm	1000		
	1 mm	2000		
Balsa	3 mm	200	3 mm	200
	1 mm	300	1 mm	400
Comp. Pioppo	2 mm	60	2 mm	80
	1 mm	100	1 mm	120
Comp. Betulla	1 mm	80	1 mm	100
Carbonio	0,5 mm	80	0,5 mm	100
Carbonio	0,5 111111	00	0,5 11111	100
	- 1		- 1	
Alluminio (Dural)	0,1 mm	60	0,1 mm	80
Ottone	0,06 mm	50	0,06 mm	60
	•		•	

Sempre che la Vostra CNC abbia una struttura, una scorrevolezza, una precisione di ripetitività che le consentano di sopportare gli sforzi (non banali) degli utensili e dei materiali citati in Tabella.