



Università degli Studi di Padova
Facoltà di Ingegneria

Attività formativa:
relazione tirocinio lungo

Personalizzazione di software CAD/CAM

Laureando: Gambalunga Andrea
Matricola: 579526-IF
Relatore: Rumor Massimo

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

Data laurea
29/03/2010

Anno Accademico
2010/2011

INDICE

Capitolo 1 - Descrizione azienda	
1.1 Nascita e storia	3
1.2 Struttura aziendale	4
1.2.1 Schema struttura aziendale	5
1.3 Descrizione del ciclo di lavoro	6
1.4 Descrizione apparato informatico.....	6
1.4.1 Area amministrativa	6
1.4.2 Reparto modelleria	8
1.4.3 Reparto CAD/CAM	9
Capitolo 2 - Introduzione al CAD/CAM	
2.1 Computer Aided Design	13
2.2 Computer Aided Manufacturing	18
Capitolo 3 - Software CAD/CAM utilizzato dall'azienda	
3.1 Prodotti utilizzati	23
3.2 PowerSHAPE	24
3.2.1 Interfaccia e funzioni	24
3.2.2 Comandi principali	25
3.3 PowerMILL	28
3.3.1 Interfaccia e funzioni	28
3.3.2 Comandi principali	29
Capitolo 4 - Lavoro svolto	
4.1 Metodi di personalizzazione	34
4.1.1 Macro	34
4.1.2 Plug-In	44
4.2 Personalizzazioni svolte per il software di CAD	49
4.3 Personalizzazioni svolte per il software di CAM	58
Capitolo 5 - Conclusioni	62

1. DESCRIZIONE AZIENDA

1.1 Nascita e storia

Nel 1985 inizia l'attività dell' ERREGI STAMPI srl, un'azienda inserita nel campo metalmeccanico che produce stampi per iniezione plastiche, specializzandosi nel settore calzaturiero (per esempio stampi per stivali in gomma, soles, zoccoli sanitari, scarpette da piscina ...).

Trascorsi 3-4 anni dalla nascita inizia un processo di crescita costante, dovuto a un incremento continuativo di ordinativi, che costringe i due soci a trasferire l'azienda, costituita fin a quel momento da un semplice laboratorio artigianale, nella sede attuale produttiva dove inizia un'espansione regolare in termini di risorse umane e un grande impegno nell'investimento di nuove tecnologie, fondamentale in questo settore, in particolare rivolto a software di disegno, in sistemi di scansione 3D e nell'automatizzare i processi di fresatura con centri di lavoro a controllo numerico.

Nel 1999 l'azienda si organizza in 2 aree diverse, fondando 2 ditte separate, una per il settore commerciale di vendita situata a Bergamo e l'altra produttiva rimasta a Padova. Oggi sebbene una flessione del mercato, il settore produttivo è composto da 18 persone, mentre il settore commerciale è composto da 5 agenti.

Principalmente il mercato in cui vende è quello estero, soprattutto nei paesi del centro e nord Africa, nel centro e sud America ed alcuni paesi orientali come Cina, Indonesia e Giappone.

L'azienda punta molto sull'alta qualità del prodotto realizzato, dalla materia prima impiegata, ai design accattivanti, ai molti particolari di rifinitura mantenendo così il famoso stile che contraddistingue il Made in Italy nel mondo, per la sua notevole creatività. L'azienda punta molto sulla efficienza interna, in termini di professionalità, qualità del prodotto richiesto, sapendo che si può affidare alla tanta

esperienza e al tanto lavoro di gruppo, che parte dall'inizio fino alla fine del processo produttivo.

Con questa logica, la ditta è riuscita a superare le varie crisi di mercato negli anni, rinnovandosi ed adattandosi ad una specializzazione unica e ben definita di alta precisione, valorizzando la qualità e non la quantità.

1.2 Struttura aziendale

L'azienda produttiva si può dividere in tre aree importanti:

- amministrazione
- modelliera
- reparto CAD/CAM.

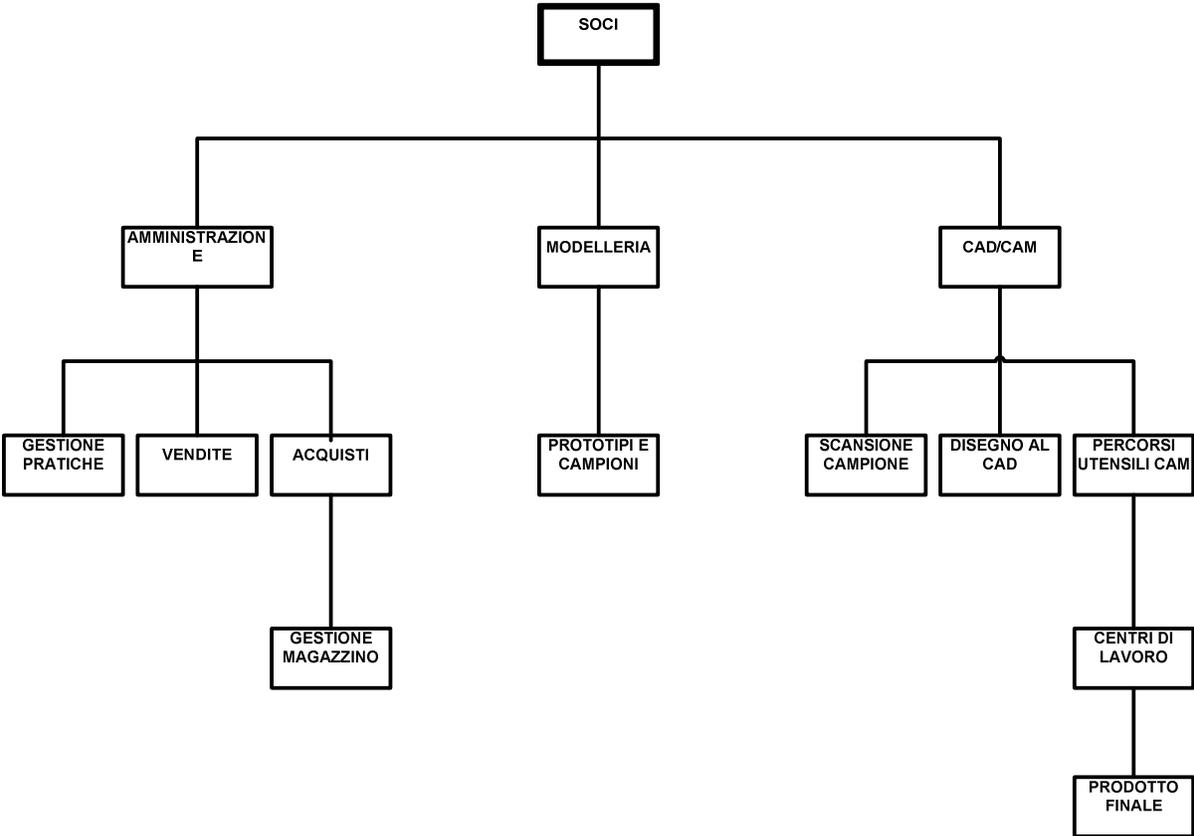
L'amministrazione è composta da un ufficio che si occupa delle varie pratiche contabili, della gestione del magazzino e del rapporto con la sede commerciale di Bergamo.

Il reparto di modelliera è l'area dell'azienda che si occupa di ricerca e progettazione di nuovi modelli di calzature, producendo campioni e prototipi in resine che vengono proposti o richiesti dai clienti. Questo reparto è gestito da persone di grande esperienza che utilizza molto la manualità, in cui software di disegno è utilizzato per lo più per schizzi o stampe di particolari, non è fondamentale.

Al contrario nel reparto CAD/CAM la tecnologia e l'automazione è basilare. L'apparato informatico sia dal punto di vista hardware che dal punto di vista software è un supporto indispensabile, che ha iniziato ad espandersi dal 1994 fino ad oggi con l'impiego di varie postazioni sia CAD che CAM, con software specifici per la produzione dei modelli richiesti, con scanner laser e con sonde a contatto, utilizzate per copiare i prototipi del reparto di modelliera e infine i centri di lavoro a controllo

numerico che segnano una svolta nel settore metalmeccanico, i quali producono l'articolo finale che verrà venduto al cliente.

1.2.1 Schema struttura aziendale



1.3 Descrizione del ciclo di lavoro

Si inizia sempre da un prototipo di calzatura prodotto dal reparto di modelliera confermato dal cliente, il prototipo è un modello di resina fatto manualmente o con l'aiuto in piccola parte di tecnologie, che serve per avere una visione reale del nuovo articolo.

Il modello in resina viene passato ad un scanner 3D a contatto (prodotto dalla Renishaw una ditta inglese) che, grazie al software abbinato ricostruisce una rappresentazione tridimensionale fedele al computer, tutto ciò serve per avere una base di partenza per poter disegnare l'articolo al CAD.

Con dei software dedicati si converte i dati della scansione (che nel termine tecnico viene chiamato nuvola di punti) in un formato che è possibile importare al CAD.

Con il software di CAD si disegna il modello in modo preciso e accurato, correggendo tutti i particolari, che magari nella scansione sono risultati imprecisi.

In fine si passa alla progettazione al CAM che importa un disegno , su cui è in grado di calcolare dei percorsi utensili. Si inizia con percorsi di sgrossatura e successivamente di finitura, che poi grazie a una utility del software converte tutti i percorsi nel linguaggio dei centri di lavoro a controllo numerico.

1.4 Descrizione apparato informatico

1.4.1 Area amministrativa

Si occupa di scrivere documenti di trasporto, emettere fatture, spedire e ricevere ordini e di gestire tutte le altre pratiche. Il software gestionale usato per la contabilità è GAZIE, un programma open source con architettura server /client, molto semplice ma completo.

L'inoltro dei documenti viene fatto per via e-mail e in alcuni casi per Fax.

I moduli applicativi sono:

- Microsoft Office 2003 (Word, Excel , PowerPoint)
- GAZIE
- Adobe reader 9
- Outlook Express
- FireFox
- Avira Antivir Personal edition

Software di base e d'ambiente

Tutti i computer hanno Microsoft Windows XP come sistema operativo. Il software di gestione della contabilità GAZIE si appoggia su il database MySQL installato sul server dell'azienda.

Rete

I computer di questo ufficio sono tutti con accesso ad internet a banda larga, e sono collegati alla rete Ethernet aziendale. Inoltre la stampante Canon Mx 885 è condivisa in rete per poter essere utilizzata da tutti gli utenti dell'azienda.

Configurazioni hardware dei computer:

- 2 PC
Athlon 2800+
1 GB di RAM
160 GB hard disk
Scheda di rete 1000 Mbit/s
Monitor 17" LCD
- Stampante multifunzione Canon Mx 885

- Stampante multifunzione Lexmark x85
- Fax
- Telefono

1.4.2 Reparto modellaria

Si occupa di ricerca di nuovi stili e design di calzature fornendo render , foto , schizzi da proporre ai clienti o su richiesta. L'utilizzo dei computer in questa area non è fondamentale, in quanto lo scopo principale è quello di trovare e sviluppare nuovi articoli, fornendo semplici schizzi su carta. Il computer viene utilizzato solo per disegnare particolari o eseguire ricerche su internet da cui prendere spunto. Non esiste nessun software di gestione specifico.

I moduli applicativi sono:

- Corel drown
- Adobe photoshop
- ArtCam
- Avira Antivir Personal edition

Software di base e d'ambiente

Tutti i computer hanno Microsoft Windows XP come sistema operativo

Rete

I computer di questo reparto hanno accesso a internet, e sono collegati alla rete Ethernet aziendale .

Configurazioni hardware dei computer:

- 1 PC
Athlon 2800+
1 GB di RAM
160 GB hard disk
Scheda di rete 10/100 Mbps
Monitor 21" LCD

1.4.3 Reparto CAD/CAM

Si occupa della realizzazione dei modelli richiesti e della produzione stessa.

I moduli applicativi sono:

- PowerSHAPE 5 software CAD
- PowerMILL 5 software CAM
- CopyCad 6 software per la traduzione di dati verso l'ambiente CAD
- Tracecut 23a software per gestire lo scanner 3D
- ArtCam 5 software di disegno
- MasterCam 7.2 software CAD e CAM
- RapidForm software per convertire/creare superfici
- Tracesurf 23a software per creare superfici da un modello scannerizzato
- Avira Antivir
- Vncviewer

Software di base e d'ambiente

Tutte le postazioni CAD e CAM e i computer collegati a sistemi di scansione 3D hanno Windows XP; mentre tutti i computer collegati ai centri di lavoro per trasmettere dati hanno bisogno di Windows 98 a causa del software di trasmissione che gira solo in questo ambiente.

Rete

I computer di questo reparto non hanno accesso a internet, e sono collegati alla rete Ethernet aziendale. Tutti i computer collegati a macchine a controllo numerico non dispongono di monitor né di tastiera e mouse, in quanto il loro utilizzo serve solamente per il trasferimento di dati, che sono salvati negli hard disk locali, via seriale Rs 3-2-3, per utilizzare questi computer ci si serve del programma Vncviewer che cattura l'uscita video e l'input standard che può essere gestito da un altro computer della rete, infatti grazie all'indirizzo IP e a una password con Vncviewer si riesce a gestire normalmente un qualsiasi computer remoto.

In questo ufficio è inoltre presente il server aziendale su cui è installato il DBMS utilizzato dai programmi di gestione e nel quale vengono memorizzati tutti i dati e i progetti necessari.

Configurazioni hardware dei computer:

- 3 PC collegati a sistemi di scansione 3D Renishaw Cyclone
Athlon 3000+
1 GB di RAM
160 GB hard disk
Scheda di rete 1000 Mbps
Monitor 17" LCD

- 4 PC postazioni CAD
Athlon 64 3200+
2 GB di RAM
250 GB hard disk
Scheda di rete 1000 Mbps
Monitor 21" LCD
- 5 PC postazioni CAM
Intel Quad Core i5 760 2.8 GHz
4Gb di RAM
512GB Hard Disk
Scheda di rete Ethernet GLAN integrata
Monitor 21" LCD
- 2 PC per trasferimento dati a centri di lavoro
Intel pentium 2 mmx
64 MB RAM
10 GB Hard Disk
Scheda di rete Ethernet 10/100 Mbps
Windows 98
- 6 PC per trasferimento dati a centri di lavoro
Athlon 1800+
256 MB RAM
60 GB Hard Disk
Scheda di rete Ethernet 10/100 Mbps
Windows 98

- 1 server
 - Msi k8 D-master2 2 cpus Athlon 3000+
 - 6Gb ram
 - 1TB hard disk in raid 1+0 con controller Lsi SCASI
 - Gruppo di continuità SGE collegato
- Stampante Canon BJC 2100

2. INTRODUZIONE CAD/CAM

2.1 Computer Aided Design (CAD)

Computer-Aided Design, cioè progettazione assistita dall'elaboratore indica il settore dell'informatica volto all'utilizzo di tecnologie software e in particolare della computer grafica per supportare l'attività di progettazione (design) di manufatti sia virtuale che reali. I sistemi di Computer Aided Design hanno come obiettivo la creazione di modelli, soprattutto 3D, del manufatto. Ad esempio, un sistema Computer Aided Design può essere impiegato da un progettista meccanico nella creazione di un modello 3D di un motore. Se viene realizzato un modello 3D, esso può essere utilizzato per calcoli quali analisi statiche, dinamiche e strutturali ed in tal caso si parla di Computer Aided Engineering (CAE), disciplina più vasta di cui il CAD costituisce il sottoinsieme di azioni e strumenti volti alla realizzazione puramente geometrica del modello.

Matematica e concetti applicati

I sistemi CAD usano generalmente tre tipologie di rappresentazione di oggetti in tre dimensioni:

1. filo di ferro (*wireframe*);
2. superfici (*surfaces*);
3. solidi (*solids*).

La rappresentazione a **filo di ferro** è di scarso interesse per chi deve sfruttare il modello per effettuare le lavorazioni nell'area CAM. L'oggetto così generato è descritto solamente attraverso i suoi spigoli, i vertici e linee di contorno e assume l'aspetto di un oggetto costituito da fili. I modellatori che lavorano solamente con il modello a fili, in realtà non utilizzano e mantengono in memoria informazioni riguardanti la rappresentazione matematica delle superfici, ma possono essere in grado di produrre immagini tridimensionali del modello stesso. Per lo stesso motivo non possono generare percorsi accurati nelle tre dimensioni, proprio perché non contengono le necessarie informazioni.

Forse la maggiore limitazione di questo tipo di rappresentazione è dovuta alla sua intrinseca tendenza all'ambiguità di interpretazione geometrica, sia da parte del sistema che dell'utente: ci possono essere frequentemente interpretazioni errate circa la parte di superficie appartenente al solido e quella invece che non vi appartiene, così come è di difficile individuazione, specie su oggetti complessi, quale parte dell'oggetto è in primo piano e quale invece è in secondo piano. Inoltre l'eventuale percorso utensile nel modulo CAM non può essere generato perché non è definita univocamente la superficie compresa tra spigolo e spigolo e quindi non sono ben individuabili le superfici che devono essere lavorate dall'utensile. Pur con questa forte limitazione, la modellazione di tipo "filo di ferro" è largamente utilizzata in domini applicativi diversi (in particolare per applicazioni semplici o bidimensionali), soprattutto in virtù del limitato utilizzo di memoria di massa e del veloce accesso ai dati.

La **modellazione di superfici** (*surface*) si è sviluppata in parallelo con la diffusione delle lavorazioni a controllo numerico e delle relative tecniche di programmazione. In una rappresentazione di tipo *surface* il modellatore crea e utilizza la vera e corretta rappresentazione matematica della superficie, descrivendola completamente. Il

modello può essere rappresentato graficamente utilizzando punti e linee di confine, come del resto nel modello di tipo filo di ferro: in questo caso, però, vengono impiegate anche facce per colmare lo spazio compreso tra confini e punti, quindi si ha una esatta definizione della matematica.

Ciascuna faccia può essere descritta da una superficie, che può essere un elemento di quadrica (coni, cilindri, sfere) oppure un insieme di *Spline* (la rappresentazione più nota è quella denominata *B-Spline*, ovvero *Basis Spline*). In questo modo l'oggetto viene rappresentato tramite l'unione di parti di superfici di diversa natura, intimamente connesse tra di loro: con la modellazione di tipo *surface*, in sostanza l'oggetto viene rappresentato a partire dalla sua superficie esterna (la sua "pelle") e l'insieme delle facce e delle superfici va a formare una unica superficie complessa. È questo il concetto di *patch*, cioè insieme di punti, delimitato da curve, le cui coordinate sono date da funzioni matematiche continue a due parametri ad un solo valore. Ad ogni *patch* è associato un insieme di condizioni al contorno, quali per esempio, i quattro punti angolari e le quattro curve di confine (spesso i termini *patch* e superficie sono usati come sinonimi mentre più propriamente una *patch* è una regione limitata di una superficie più estesa; in particolare è una parte di una superficie composta).

Una importante caratteristica di una rappresentazione di questo tipo, è data proprio dall'impiego di superfici di tipo parametrico: è possibile modificare gli oggetti semplicemente mutandone alcune dimensioni caratteristiche (parametri), senza per questo dover ridisegnare il tutto. I modelli di tipo *surface* giocano un importante ruolo in campo industriale, poiché riescono a fornire una descrizione accurata di una superficie di un oggetto che può essere impiegata, ad esempio, per guidare macchine a controllo numerico o altre applicazioni nell'ambito produttivo.

La **modellazione solida** è stato il passo necessario per superare le ambiguità introdotte dai sistemi di tipo *wireframe* nella interpretazione della geometria del pezzo e contemporaneamente introdurre nella rappresentazione il concetto di volume, non presente nei modelli di tipo *surface*. I modelli adesso sono rappresentati come oggetti realmente solidi, con conseguente forte minimizzazione del rischio di fraintendimento. I modellatori solidi in generale richiedono risorse computazionali (velocità di calcolo e occupazione di memoria) maggiori, però offrono la possibilità di effettuare analisi più estese ed approfondite sul modello. Inoltre, i modellatori solidi sono perfettamente in grado di fornire una definizione matematica della superficie, ma adesso forniscono informazioni sulla modalità in cui sono unite le superfici, perciò è possibile effettuare operazioni booleane (ovvero unione e intersezione) sui volumi, così come del resto sulle superfici. D'altra parte è bene sottolineare come la rappresentazione matematica delle superfici è esattamente la stessa nei modellatori di superficie e in quelli solidi.

Superfici complesse

Il problema della lavorazione su macchina utensile di superfici complesse si presentò alcune decine di anni fa nell'industria aeronautica di fronte all'esigenza di realizzare forme alari le cui sezioni derivavano da prove alla galleria del vento e che in ogni caso portavano a superfici non descrivibili mediante equazioni matematiche chiuse.

Attualmente il problema risulta notevolmente accentuato dal fatto che la forma degli oggetti prodotti su scala industriale è dettata, oltre che da criteri funzionali, anche da esigenze prettamente estetiche. È lo stilista, il designer, che decide la forma degli oggetti senza preoccuparsi troppo delle successive difficoltà di realizzazione. I criteri estetici sono anche criteri commerciali e di mercato e le esigenze tecniche di semplificazione non possono modificare forme così definite.

Un metodo utilizzato in passato per realizzare stampi e particolari con forme non convenzionali (le così dette *free form surfaces*) è stata l'utilizzazione di particolari macchine utensili (macchine a copiare) che erano in grado di copiare il profilo di modello, in scala naturale o ridotta, rilevato tramite tastatore meccanico che guidava in modo opportuno il moto dell'utensile per mezzo di un sistema di asservimenti idraulici. Negli ultimi anni è risultata in rapida evoluzione la tecnica del *reverse engineering* : le informazioni su forma e dimensioni del prototipo sono acquisite sotto forma di nuvola discreta di punti, rilevati tramite lettori ottici, tastatori meccanici o sistemi laser. Successivamente questo insieme di punti viene sapientemente elaborato e infine convertito in un insieme di superfici con appositi applicativi software. In questo modo si ricostruisce in formato elettronico (CAD) la geometria del prototipo, ed è quindi possibile intervenire effettuandovi modifiche e utilizzare tali informazioni anche in ambito CAM.

Le tecniche di copiatura, sia convenzionali che tramite semplice digitalizzazione e successiva riproduzione, presentano comunque numerosi problemi, perlopiù connessi alla stessa natura dei procedimenti e delle apparecchiature impiegate. Tra i principali possiamo annoverare: necessità di avere una esatta uguaglianza geometrica tra forma del palpatore e forma della fresa e anche uguali traiettorie nella rilevazione del modello e nella lavorazione del pezzo (per macchine a copiare); necessità di utilizzare un software per la "scrematura" delle informazioni provenienti dal sistema di acquisizione della nuvola di punti (eventuali imprecisioni ed irregolarità nella forma del modello saranno riprodotte sul pezzo); tempi anche molto lunghi (soprattutto per pezzi dalla geometria complessa o dalle grandi dimensioni) per l'acquisizione dei punti, in funzione anche della tecnologia di acquisizione utilizzata e quindi, in ultima analisi, del livello di precisione richiesto. Da sottolineare poi che la conversione della nuvola di punti in modello CAD avviene comunque impiegando modellatori di superficie.

2.2 Computer Aided Manufacturing (CAM)

In informatica CAM è l'acronimo per l'espressione inglese "Computer-Aided Manufacturing", che significa fabbricazione assistita da computer.

Tale espressione indica una categoria di prodotti software che analizzano un modello geometrico bidimensionale o tridimensionale, e generano le istruzioni per una macchina utensile a controllo numerico computerizzato (CNC) atte a produrre un manufatto avente la forma specificata nel modello.

Concetti applicati

Un software di CAM ha una serie di funzionalità che si possono dividere in:

1. lettura e analisi di un disegno di CAD
2. simulazione virtuale di sistemi di controllo computerizzati
3. calcolo con diversi algoritmi di percorsi utensili
4. traduzione dei percorsi in linguaggio macchina

Ogni ambiente di lavoro CAM è in grado di importare, sia un disegno bidimensionale, sia un disegno tridimensionale sul quale riesce a eseguire una serie di analisi e scansioni per poter calcolare una serie di percorsi utensili con diverse strategie, con lo scopo di riprodurre l'oggetto da virtuale a reale, nel modo più fedele possibile.

Un software di CAM quindi deve poter simulare nel modo migliore possibile il sistema di controllo computerizzato, che lavorerà l'oggetto realizzato al CAD. Per questo si possono riconoscere delle funzioni di rappresentazione presente in ogni sistema di CAM che sono: impostazione del piano cartesiano tridimensionale in cui il disegno deve trovarsi, creazioni di utensili (solitamente utensili per fresatura), l'orientamento e il numero di assi disponibili (solitamente 3 assi, ma per risolvere problemi di sottosquadra si possono eseguire lavorazioni fino a 5 assi).

Poiché si parte da un blocco di materiale per creare l'oggetto reale, un software di CAM prevede una serie di percorsi che si possono dividere in tre categorie:

- Sgrossatura
- Finitura
- Ripresa

La sgrossatura serve per togliere il materiale in eccesso in maniera rapida, con un grado di precisione non eccessivamente accurato, in cui l'oggetto lavorato è ancora grezzo.

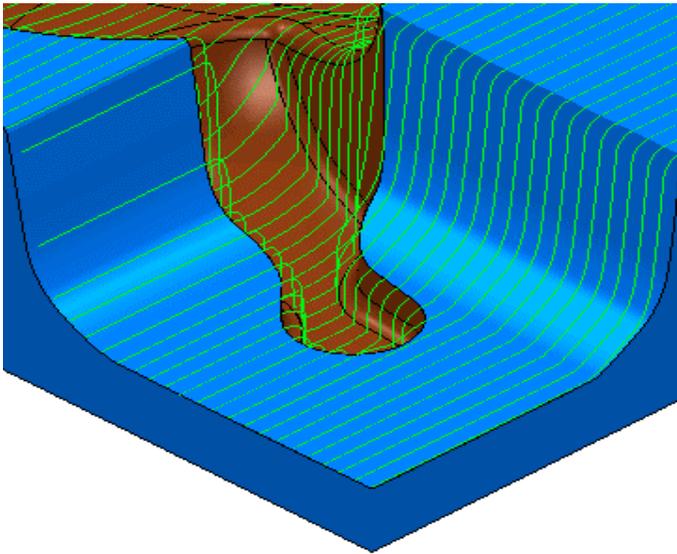
La finitura invece serve per togliere la pellicola di materiale rimasto da un percorso di sgrossatura, in questo caso la tolleranza tra il disegno importato e quello realizzato è molto bassa (solitamente un software di CAM può arrivare a calcolare un tolleranza di un micrometro). I percorsi di finitura hanno la possibilità di essere calcolati con diversi algoritmi (o strategie) che ottimizzano una lavorazione rispetto ad un'altra in base alla forma dell'oggetto disegnato.

Le strategie più implementate e presenti nella maggior parte dei software di CAM sono:

- piani paralleli
- Z costante

- offset 3D
- radiale
- pattern

La strategia per “piani paralleli” è stata uno dei primi algoritmi implementati per il calcolo dei percorsi utensili, vista la sua semplicità, infatti consiste nel proiettare sul modello una serie di linee parallele, con un determinato passo e angolo che faranno da guida per il calcolo del percorso.



Nella figura le linee verdi rappresentano i movimenti che seguiranno l’utensile in un algoritmo calcolato per piani paralleli, come si nota la lavorazione lungo l’asse delle linee è buona, mentre la lavorazione lungo le pareti perpendicolari all’orientamento delle linee presenta qualche problema.

Nonostante ciò la lavorazione a piani paralleli è ancora molto diffusa perché la complessità di calcolo dell’algoritmo è la più bassa di tutte le altre strategie e la più veloce nella realizzazione del pezzo reale.

La strategia a “Z costante” risolve i problemi di quella a piani paralleli infatti ottimizza le lavorazioni lungo le pareti. L’algoritmo prevede di dividere il modello in piani lungo l’asse Z con una determinata distanza tra un piano e l’altro, nel quale l’intersezione del piano con il modello genera il percorso che dovrà seguire l’utensile.

Il problema principale di questa strategia sono le aree del modello parallele al piano Z in cui la lavorazione non viene calcolata quindi è il problema opposto a quella a piani paralleli.

La strategia a “offset 3D” è di concezione più recente perché prevede, come richiama il nome, di seguire il contorno esterno in base alla forma del modello, riducendolo di un determinato offset (spostamento) alla volta verso il centro, fino a quando il percorso non ricopre tutto il modello. Questo algoritmo dal punto di vista computazionale è molto pesante ma crea un percorso utensile in genere migliore rispetto ai precedenti.

La strategia “radiale” consiste nel fissare un punto nel modello sul quale viene centrato un cerchio, il raggio viene proiettato sulla superficie del disegno e di volta in volta spostato con un passo angolare costante dal primo raggio finché non si ricopre tutto il modello. Questo algoritmo può essere molto utile con determinati disegni.

La strategia “pattern” prevede l’importazione di una serie di linee e curve che serviranno da guida per il percorso dell’utensile, questa strategia di fatto non prevede nessun calcolo sul modello ma segue il pattern (lo schema delle curve importate) fedelmente. Questa strategia è utile per modelli 2D.

In fine le lavorazioni di ripresa che sostanzialmente vengono usate per lavorare solamente i punti in cui la finitura precedentemente eseguita non è stata in grado di togliere tutto il materiale possibile, a causa ad esempio di un utensile di diametro troppo grande.

L’ultimo passo da seguire in una progettazione al CAM è la traduzione di tutti i percorsi utensili calcolati nel linguaggio macchina. Il linguaggio in questione prevede dei codici che impostano varie componenti (ad esempio la velocità di rotazione dell’utensile, l’utensile da caricare, ecc..) e tutti i punti del sistema di assi cartesiani nel quale deve spostare l’utensile.

In conclusione un sistema software di CAM prevede una serie di funzionalità specifiche e dedicate in base all’impiego, che possono variare in molti settori. Per

questo esistono diverse distribuzioni e personalizzazioni ottimizzate per supportare il lavoro di produzione dei manufatti di qualsiasi tipo, da lavorazioni per protesi dentali, alla produzione di pezzi meccanici di qualsiasi genere (come motori, alberi, viti, bulloni ...) in cui il processo di produzione, che oggi ha come obiettivo l'impiego del minor tempo possibile con dei costi contenuti, è stato reso possibile solamente con l'utilizzo di tecnologie sia software che hardware, indispensabili per ottenere questi risultati.

3. SOFTWARE CAD/CAM UTILIZZATO DALL'AZIENDA

3.1 Prodotti utilizzati

L'azienda utilizza un pacchetto di software specifici ,prodotti da una grande software house la DELCAM che opera e vende i suoi prodotti a livello mondiale con sede a Birmingham Inghilterra. La DELCAM offre una serie di programmi che possono interagire tra loro il cui scopo è quello di realizzare un modello bidimensionale o tridimensionale su cui si possono realizzare dei pattern per percorsi utensili. I software in questione sono:

-Copycad

-PowerSHAPE

-PowerMILL

Il primo cioè il Copycad è un software che consente di manipolare le informazioni provenienti da sistemi di rilevazione ottica, scanner o tastatori manuali o meccanici. I dati possono poi essere editati e convertiti in un modello CAD e compresi in un disegno realizzato all'interno di PowerSHAPE.

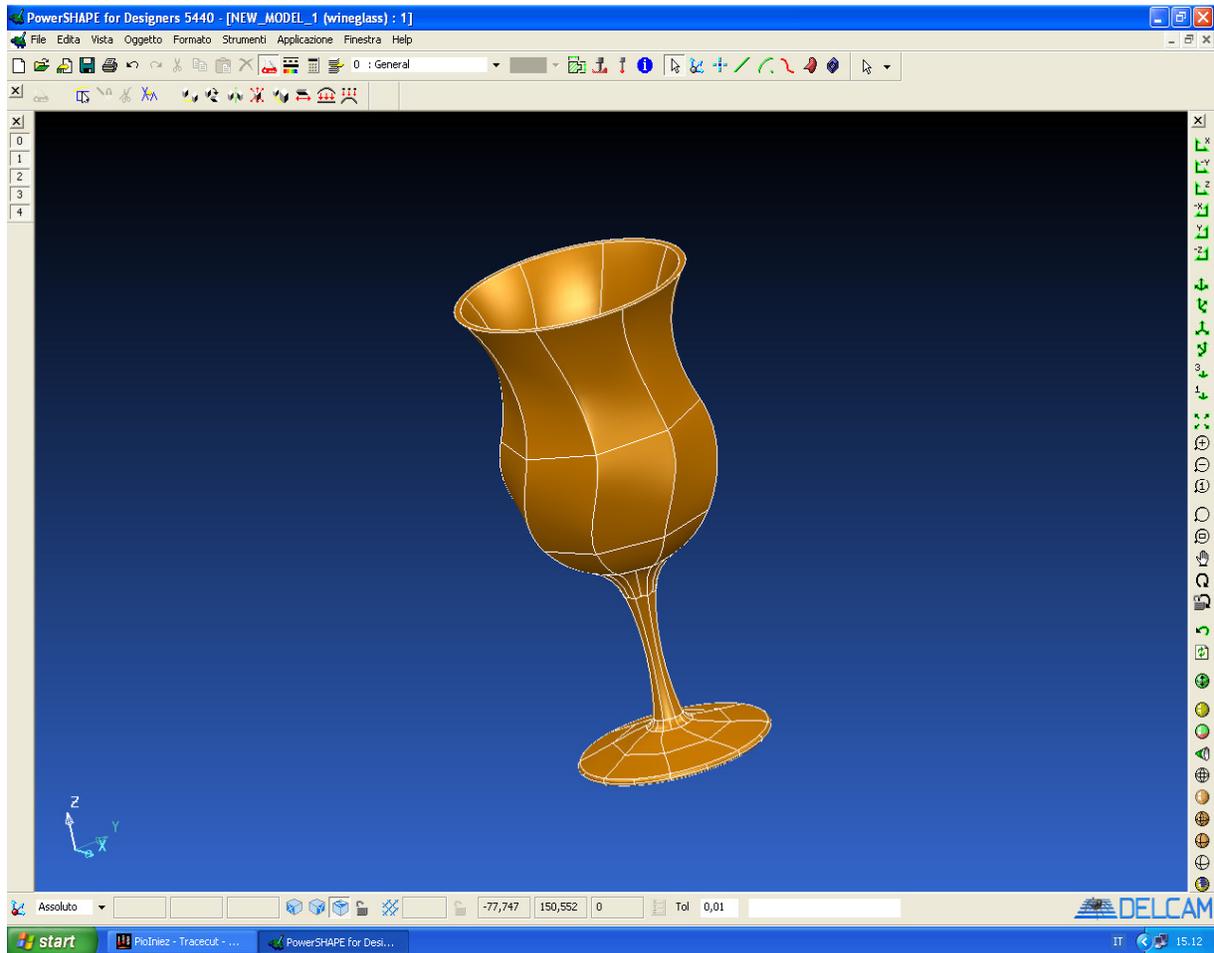
Il secondo cioè PowerSHAPE è il software di CAD utilizzato dall'azienda. PowerSHAPE è un modellatore ibrido solidi superfici che unisce i benefici di una incredibile flessibilità per il progettista con quelli di una interfaccia utente intuitiva e facile da usare.

Il terzo cioè PowerMILL è il software di CAM utilizzato, è una soluzione per le lavorazioni a 2, 3, 4 e 5 assi. PowerMILL è stato sviluppato appositamente per fornire percorsi utensili di eccellente qualità ed è stato studiato per le lavorazioni ad alta

velocità. In aggiunta, l'interfaccia utente particolarmente facile da utilizzare rende PowerMILL un ottimo prodotto.

3.2 PowerSHAPE

3.2.1 Interfaccia e funzioni



Come si vede l'interfaccia è molto intuitiva, esistono diverse barre di strumenti.

A destra è posizionata quella delle viste con le sei viste possibili (dall'alto, basso, da destra, sinistra, da davanti, dietro l'oggetto) e 4 diverse assonometrie, lo zoom e le varie ombreggiature in cui è possibile avere una rappresentazione dell'oggetto in base alle linee di costruzione, alle superfici o solidi, oppure una rappresentazione

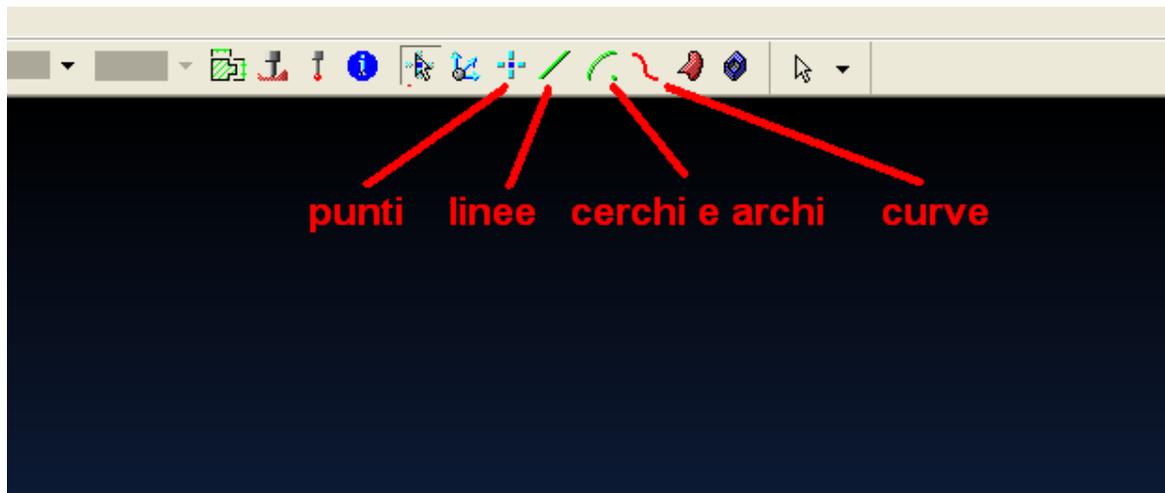
realistica dell'oggetto disegnato impostando: materiali, luci, ed effetti ottenibili. Nella parte inferiore si trova la barra delle posizioni, infatti ogni oggetto deve essere rappresentato in un sistema di assi cartesiano tridimensionale indispensabile successivamente nel software di CAM. Si possono impostare diversi punti di origine degli assi solitamente si usa quello assoluto del software ma si possono anche utilizzare delle origini relative (chiamate piani di lavoro) che aiutano in vari casi nel creare particolari del disegno. A sinistra troviamo la barra dei livelli, che serve sostanzialmente per suddividere sia il progetto di disegno che il disegno stesso in varie parti. Infatti è possibile assegnare ad ogni entità (cioè linee ,superfici, piani di lavoro ...) un determinato livello, che di default è zero, che nel caso sia disattivato nasconde tutte le parti contenute in quel livello, quindi se l'oggetto disegnato è formato da più parti assemblate viene naturale assegnare un livello a ciascun pezzo mentre se si è in fase di progettazione è utile per togliere le parti di disegno già costruite. In fine nella parte superiore tutte le barre degli strumenti principali da quella di disegno, di modifica, di trasformazione e d'informazione che verranno trattate in seguito.

3.2.2 Comandi principali

Comandi 2D (wireframe)

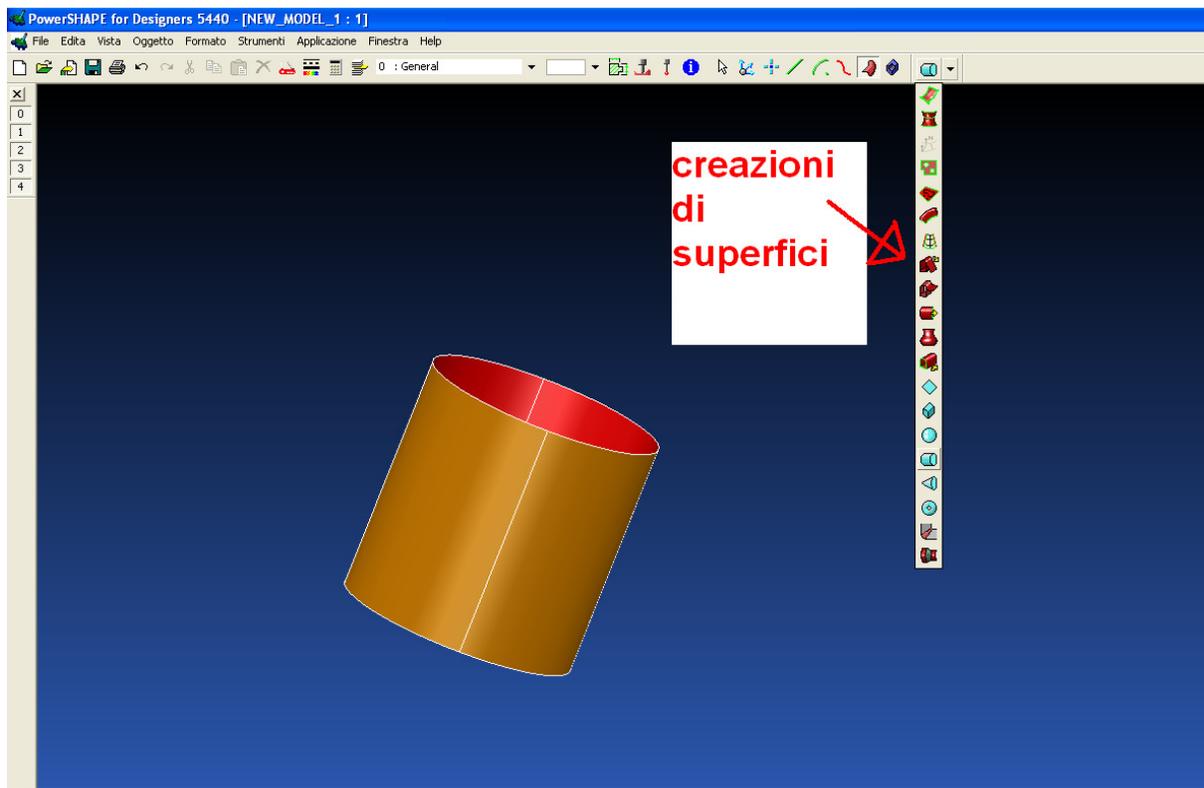
Per quanto riguarda il wireframe PowerSHAPE è in grado di disegnare:

linee semplici e composte, rettangoli, cerchi impostando il centro e il diametro, disegnare un cerchio che passa per tre punti, archi di raccordo, curve di Bezier e curve di B-spline.



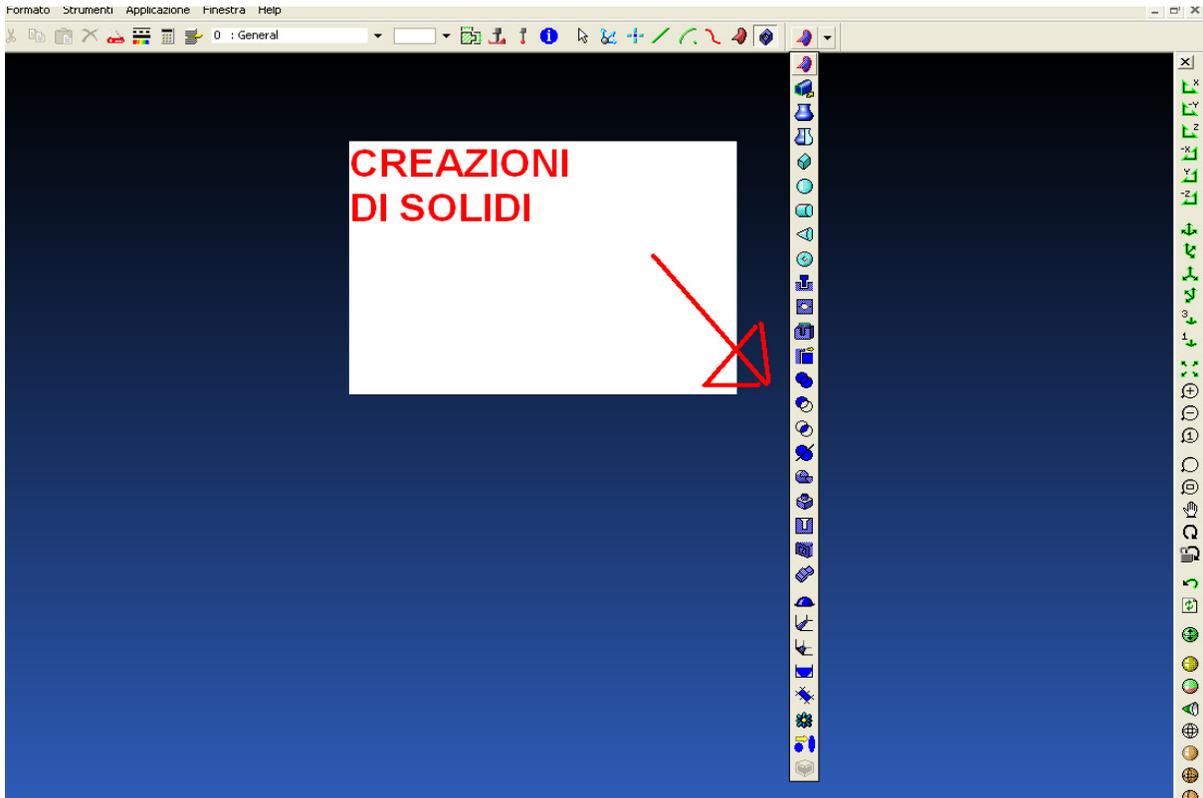
Comandi 3D superfici

Per quanto riguarda la creazione di superfici, il software è molto più completo e le funzioni sono numerose, si citano le più importanti tra cui: creazione di superfici primitive (piani, sfere, cilindri, cono, parallelepipedi, toroidi ecc..) superfici di estrusione, superfici costruite per rotazione, superficie da reti di curve ecc..



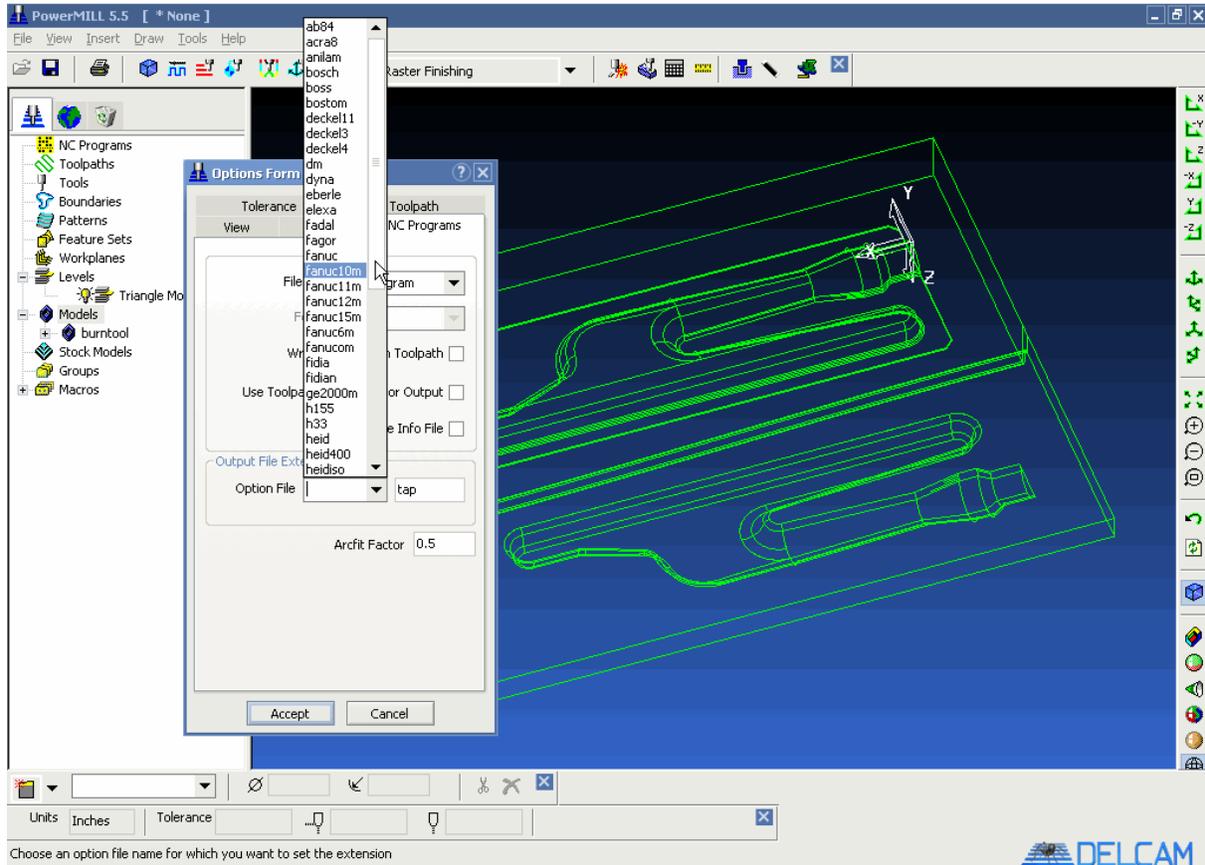
Comandi 3D solidi

In fine il software è in grado di disegnare solidi con le stesse funzioni per creare superfici con l'aggiunta di wizard per la creazione di fori punzoni componenti mobili ecc..



3.3 PowerMILL

3.3.1 Interfaccia e funzioni



Come tutti i software della Delcam anche questa interfaccia è molto intuitiva, si presentano la stessa barra delle viste del PowerSHAPE e lo stesso campo di lavoro. Tutti i comandi principali e le entità create si trovano nella finestra di sinistra ora daremo una breve descrizione di ciascuna funzione.

3.3.2 Comandi principali

- Nc programs

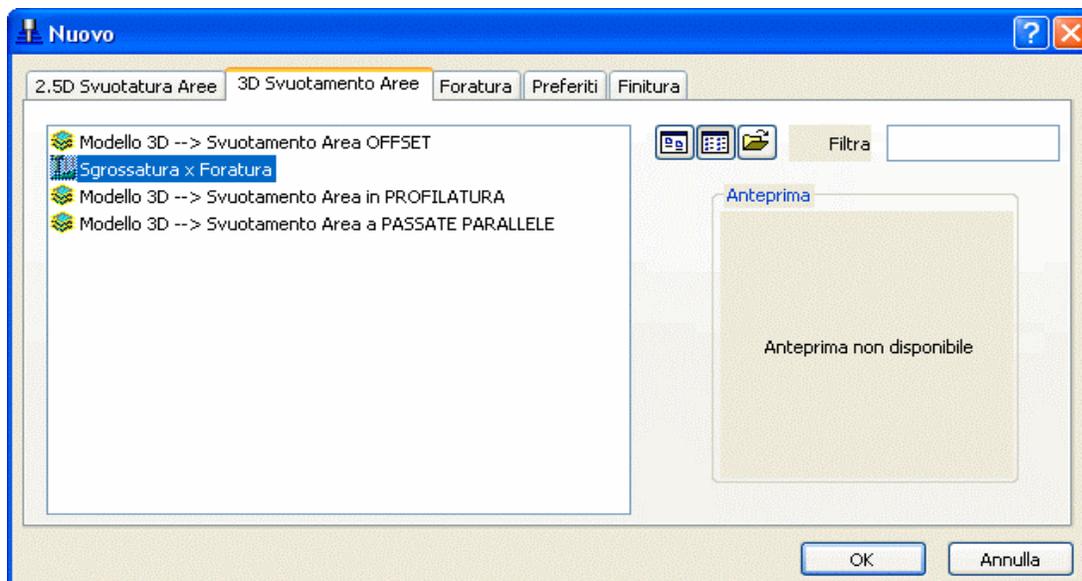
La funzione di questo campo è di creare il prodotto finale di un software di CAM, cioè il file contenente tutte le istruzioni per un centro di lavoro a controllo numerico.

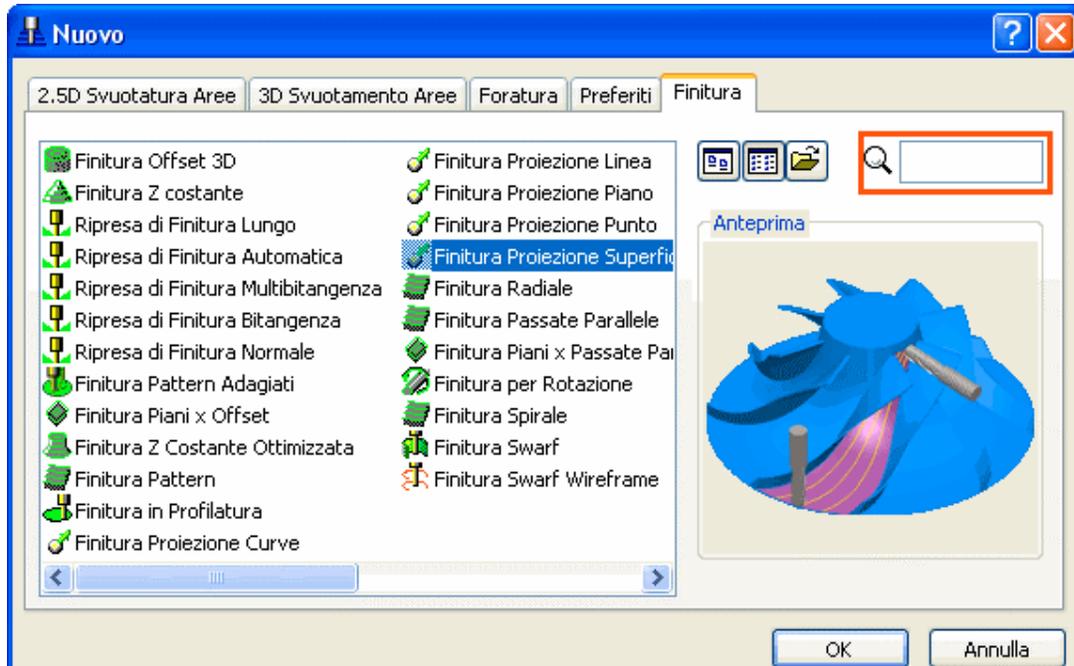
In sostanza apre una finestra di dialogo su cui si caricano i percorsi utensili (toolpath) da tradurre si imposta un postprocessor (cioè un file contenente tutte le caratteristiche del controllo computerizzato del centro di lavoro) e grazie a un compilatore interno al software si crea il file necessario per eseguire la lavorazione dell'oggetto.

- Toolpaths

E' il cuore del programma, in questo campo si creano e si memorizzano tutti i percorsi utensili necessari alla lavorazione del pezzo. Sono state implementate diverse strategie di calcolo per i percorsi di sgrossatura, finitura e ripresa.

Di seguito le finestre di dialogo dei vari percorsi:





Come si vede PowerMILL implementa svariati algoritmi per il calcolo dei percorsi, che come si è ripetuto più volte è la funzione principale del software. Per ogni algoritmo compare una finestra nella quale si possono inserire i parametri principali, i più comuni e presenti in ogni strategia sono la tolleranza, cioè il massimo errore che può commettere l'algoritmo nel calcolo del percorso, ovviamente la tolleranza è inversamente proporzionale al tempo impiegato per il calcolo (si tenga conto che per un oggetto di 30 x30 x 10 cm il calcolo di un percorso di finitura impiega anche diverse ore). Un altro parametro fondamentale è il passo misurato in millimetri che indica la massima distanza tra una passata e l'altra dell'utensile (per finiture precise si arriva anche a 0,05 mm). Infine l'ultimo parametro sempre presente è il sovrametallo cioè la pellicola di materiale che si desidera lasciare dal modello disegnato.

-Tools

Tools cioè utensili, PowerMILL è una CAM progettato per lavorazioni di fresatura, in questo campo si archiviano tutti gli utensili con diverse forme, diametri e lunghezze presenti nei centri di lavoro. Per il calcolo dei percorsi viene utilizzato

l'utensile attivo e automaticamente viene calcolata la compensazione tra la superficie del modello e l'utensile stesso.

-Boundary

In questo campo si possono identificare ed escludere o includere porzioni di aree del modello su cui calcolare i percorsi, in modo tale da poter calcolare la migliore strategia possibile per le diverse parti.

-Patterns

In questo campo si inseriscono le linee guida per il quale si possono calcolare dei percorsi utensili che riescono a produrre una realizzazione dell'oggetto migliore rispetto alle altre strategie. Infatti, grazie alla strategia dello stesso nome si calcola il percorso seguendo lo schema formato dalle linee importate che si possono disegnare al CAD in base al modello realizzato.

-Features

Questo campo viene utilizzato per le lavorazioni di disegni 2D. Selezionando le curve bidimensionali importate si possono impostare tasche, scanalature, forature ecc.. Ad esempio se si importano solamente dei punti nel piano con le features selezionando i vari punti si possono creare dei fori senza aver bisogno di disegnare la superficie che ricopre il foro.

-Workplanes

E' il campo in cui si imposta l'origine degli assi cartesiani riprodotti, di default viene utilizzato quello assoluto del PowerMILL, ma siccome che PowerSHAPE e altri software di CAD possono impostare diverse origini per gli assi in questo campo si

può attivare un origine relativa importata. L'origine degli assi è fondamentale perché il calcolo dei percorsi di fresatura viene eseguito dalla distanza del punto di origine a quello calcolato nel modello.

-Leves

Corrisponde alla stessa funzione presente in PowerSHAPE, cioè ogni livello contiene una parte del modello disegnato al CAD che può essere attivata o nascosta. Questa funzione serve in PowerMILL soprattutto per poter verificare l'andamento delle strategie di lavorazioni adottate, nascondendo parte del modello che magari copriva l'andamento dei percorsi da verificare.

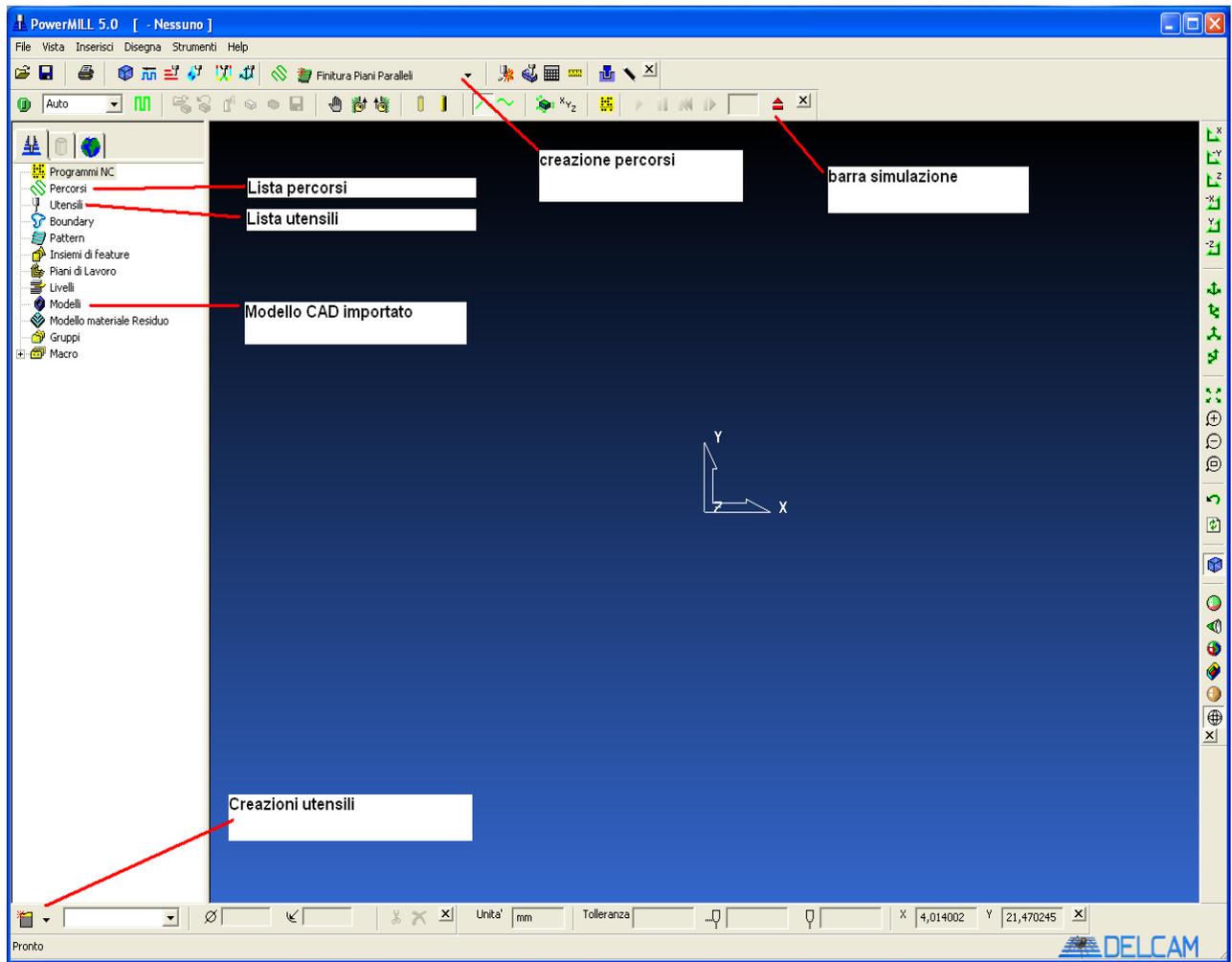
-Models

Questo campo serve per importare un qualsiasi disegno progettato al CAD, infatti anche se PowerMILL è ottimizzato per lavorare assieme ad PowerSHAPE si possono importare qualsiasi modello di disegno costruito anche con piattaforme di CAD diverse da quelle della Delcam.

-Macros

In questo campo che verrà approfondito più avanti, si trovano l'elenco delle macro create che si possono eseguire o registrare.

Comandi principali:



4. LAVORO SVOLTO

4.1 Metodi di personalizzazioni

Tutti i software della Delcam hanno la possibilità di essere personalizzati con delle funzioni aggiuntive in base alle proprie esigenze sostanzialmente in due modi:

- Macro

- Applicazioni OLE

4.1.1 Macro

Un file macro è un file archiviato su disco che contiene i comandi e i commenti di PowerSHAPE o di PowerMILL. L'utilizzo principale di un file macro è di archiviare complicate sequenze di comandi per poterle rieseguire.

Si possono creare macro:

- registrando sequenze di comandi mentre si utilizza il software, oppure
- scrivendo delle macro usando un editor di testo con una sintassi precisa .

Scrivere macro

Una macro può essere creata dalla registrazione dei comandi mentre si utilizza il software. Quando si riesegue la macro tutti i comandi utilizzati in precedenza vengono rieseguiti nell'ordine in cui si sono registrati. L'utilità della registrazione delle macro senza effettuare alcuna modifica sta nel fatto che se si deve per ogni progettazione di CAD-CAM di eseguire dei passi comuni a più modelli con le macro i comandi vengono eseguiti più rapidamente e senza errori. Ad esempio se un cliente

ha un determinato logo e ogni volta che si crea un prototipo al CAD si deve ridisegnare quel marchio, registrando una macro di creazione del logo si ha il beneficio di ridurre il tempo di progettazione e il rischio d'errore.

Comunque la pura registrazione delle macro comporta un limitato utilizzo che i software della Delcam mettono a disposizione agli utenti, infatti la registrazione di una macro serve soprattutto per modificare i comandi registrati in base alle necessità o estrapolare i codici dei comandi di una funzione. Una macro può contenere oltre ai comandi di PowerSHAPE e PowerMILL, un pseudo linguaggio di programmazione che permette agli utenti memorizzare variabili, eseguire cicli e verificare condizioni di test .

In particolare, si può:

- aggiungere commenti per ricordare che cosa fa ogni parte della macro (comandi della macro \$\$ e //)
- permettere agli utenti di inserire informazioni mentre la macro è in esecuzione (inserimento di comandi della macro)
- emettere informazioni dalla macro (stampa di comandi della macro)
- archiviare informazioni in variabili
- costruire espressioni (ad esempio, $5+(6*2)$) e assegnare i loro valori alle variabili
- decidere quali comandi eseguire successivamente in relazione al valore di una variabile (comandi della macro if e switch)
- ripetere un insieme di comandi un certo numero di volte (comando della macro while)
- saltare da una linea di comandi ad un'altra (comandi della macro goto e label)
- eseguire una macro dall'interno di un'altra e passare informazioni a una macro (comando macro macro run)
- esportare variabili da una macro (comando della macro export)

- impostare per fasi un blocco di comandi in una macro mentre è in esecuzione (comandi della macro `execute step` e `execute run`)
- saltare un blocco di comandi (comando della macro `skip`)
- mettere in pausa l'esecuzione di una macro (comandi della macro `input free` e `execute pause`)
- finire una macro (comando della macro `return`)

Tipi di variabili

Il tipo di una variabile è il tipo di informazione archiviato nella variabile. Una variabile può essere di un tipo solo. Il suo tipo viene deciso quando si usa per la prima volta la variabile e non può essere cambiato.

Esistono i seguenti tipi:

- `INT` - numeri interi
- `REAL` - numeri reali
- `STRING` - stringhe

Inserire informazioni in una macro

La maggior parte dei file macro viene scritta richiedendo un certo numero di inserimenti da parte dell'utente per ottenere operazioni corrette. Ad esempio, il dato da inserire potrebbe essere la posizione di un oggetto o la sua dimensione. L'inserimento da parte dell'utente viene archiviato in una variabile all'interno della macro. Dunque, come si possono inserire valori in una variabile di una macro?

Una possibilità è di impostare tutte le variabili in un file macro prima di lanciarlo. Ciò comporta che ogni volta che si vuole modificare le variabili, si deve aprire il file

in un editor di testo e modificarle. Ciò potrebbe risultare difficile per persone diverse da chi ha scritto la macro.

Un'altra possibilità è chiedere all'utente di inserire i valori quando la macro è in esecuzione..

Richiesta dati all'utente

Il comando INPUT si usa dove si vuole che l'utente inserisca le informazioni. Si può richiedere le seguenti informazioni:

- un punto
- una selezione di elementi
- un numero
- una stringa
- una risposta sì o no ad una domanda

Ora si descrivono i comandi per ognuna di loro.

Informazione Punto

Se si vuole che l'utente inserisca un punto, questo è il comando da usare:

```
INPUT POINT 'string' $variable_name
```

Questo comando visualizza una finestra di dialogo. I caratteri nella stringa vengono visualizzati nella finestra di dialogo e le coordinate X, Y, Z del punto inserito vengono assegnate a tre variabili chiamate `variabile_nome_x`, `variabile_nome_y` e `variabile_nome_z`.



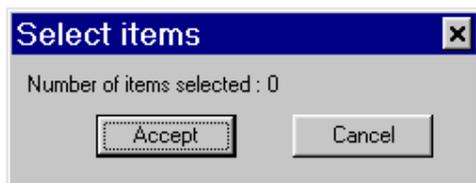
Selezione di informazioni

Se si vuole che l'utente selezioni uno o più oggetti da usare nella macro, questo è il comando da usare:

```
INPUT SELECTION 'string'
```

Questo comando visualizza una finestra di dialogo, che mostra il numero di oggetti selezionati. I caratteri nella stringa vengono usati per il titolo della finestra di dialogo. Quando vengono selezionati degli oggetti, il numero di oggetti selezionati viene mostrato nella finestra di dialogo.

```
INPUT SELECTION 'Select items'
```

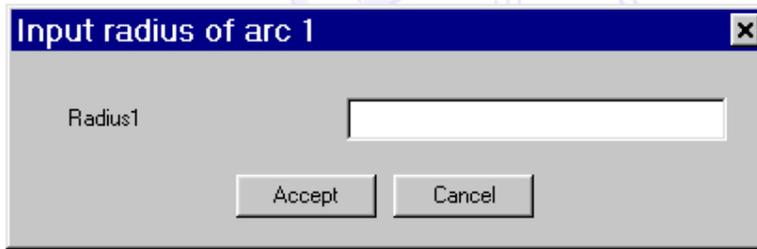


Informazione Numero

Se si vuole che l'utente inserisca un numero, questo è il comando da usare:

```
INPUT NUMBER 'string' $variable_name
```

Questo comando visualizza una finestra di dialogo che l'utente deve completare. I caratteri nella stringa vengono usati per il titolo della finestra di dialogo e la casella di testo viene etichettata `variabile_nome`.



Informazione Stringa

Se si vuole che l'utente inserisca una stringa, si usa:

```
INPUT TEXT 'string' $variable_name
```

Come il comando `input number`, questo comando visualizza una finestra di dialogo che l'utente deve completare. I caratteri nella stringa vengono usati per il titolo della finestra di dialogo e la casella di testo viene etichettata `variabile_nome`.

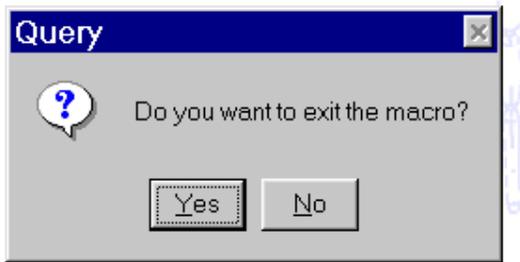


Informazione Domanda

Se si vuole fare una domanda all'utente con una risposta Sì o No, si usa:

```
INPUT QUERY 'string' $variable_name
```

Questo comando visualizza una finestra di dialogo con i bottoni Sì e No. Si pone la domanda che volete fare nella stringa. Se l'utente seleziona Sì, la `variabile_nome` diventa 1, altrimenti 0.



Inviare informazioni alla finestra dei comandi

Qualche volta, si potrebbe aver bisogno di visualizzare un messaggio che non richiede nessun input dall'utente. Lo si può fare usando il comando `print`.

Ad esempio, se un utente risponde in modo sbagliato, una macro user-friendly visualizza un messaggio di errore e invita a rispondere ancora.



Prendere decisioni nelle macro

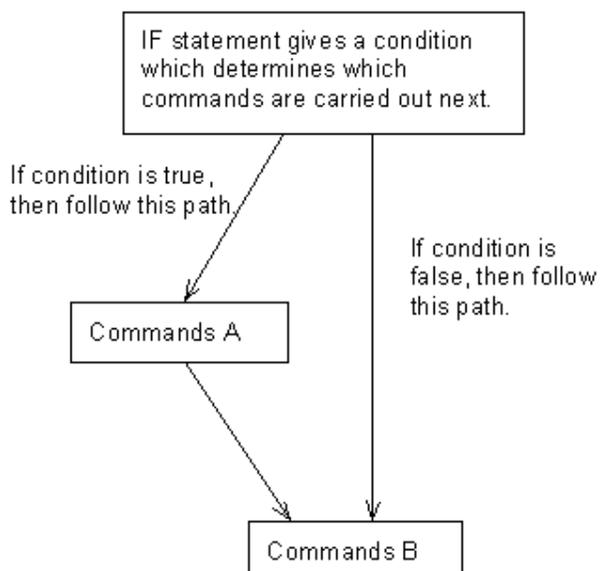
IF

Quando si usa il comando `if`, si può decidere quali comandi eseguire successivamente, a seconda del valore della variabile.

Spesso, quando è soddisfatta una certa condizione, si deve eseguire una serie di comandi. Il comando `if` serve per fare proprio questo.

```
$variable = (condition)
  IF $variable {
...Commands A
  }
Commands B
```

Se il testo condizionale dopo if è vero, i *Commands A* vengono eseguiti seguiti dai *Commands B*. Se il testo è falso, vengono eseguiti solo i *Commands B*.



Switch

Quando si confronta una variabile con un certo numero di possibili valori e ogni valore determina un differente risultato, è consigliabile usare il comando switch.

L'affermazione switch permette di definire una variabile che viene confrontata con un elenco di possibili valori. Questo confronto determina quali comandi vengono eseguiti.

Ripetere i comandi

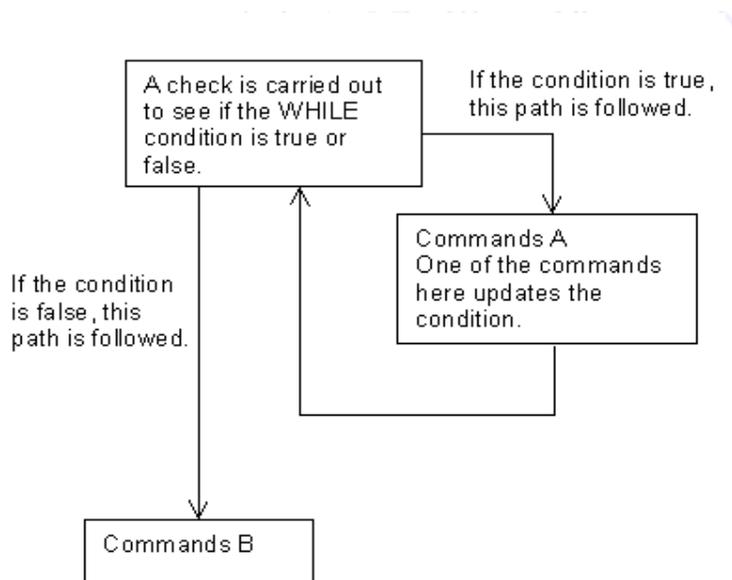
Talvolta si potrebbe voler ripetere un comando un certo numero di volte. Il codice che permette di ripetere un insieme di comandi un certo numero di volte sono noti come loop. Esistono due strutture per i loop, **while** e **do-while**.

Loop While

Un loop **while** esegue in modo ripetitivo un blocco di comandi, fino a quando il suo testo condizionale è falso.

```
WHILE $condition {  
  ...Commands A  
}  
Commands B
```

Se il testo condizionale dopo **while** è vero, i *Commands A* vengono eseguiti e il testo condizionale ripetuto. Se il testo condizionale è falso, i *Commands A* non vengono più eseguiti e il programma esegue i *Commands B*.

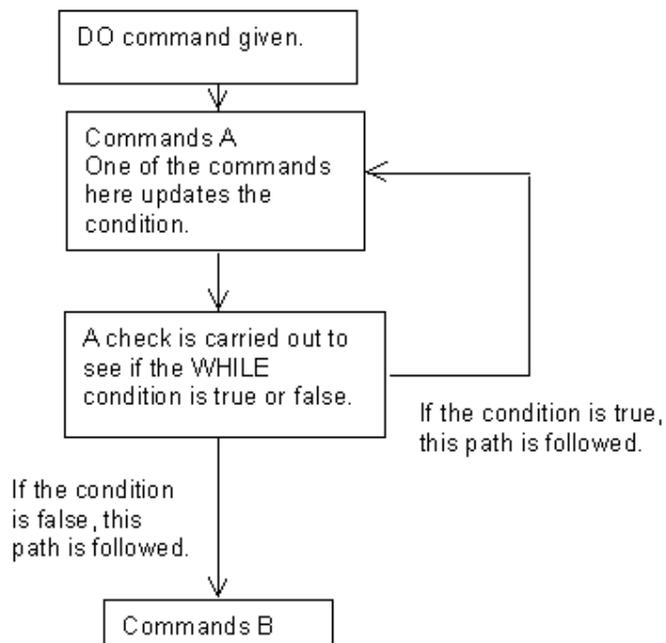


Loop Do - while

Il loop while controlla il suo testo condizionale prima di decidere se eseguire i suoi comandi, mentre il loop do-while esegue i suoi comandi e poi controlla il suo testo condizionale.

```
do {  
  ...Commands A  
} while $condition  
Commands B
```

Commands A vengono eseguiti e se il testo condizionale dopo **while** è vero, i *Commands A* vengono ripetuti. Se il testo condizionale è falso, i *Commands A* non vengono più eseguiti e il programma esegue i *Commands B*.



4.1.2 Plug-In

Si può usare il server OLE dei prodotti Delcam per creare applicazioni che comunicano con PowerSHAPE o PowerMILL.

Ci sono due tipi di applicazioni OLE:

- html-based
- add-in

Queste applicazioni vi permettono di:

- effettuare le operazioni normalmente usate
- creare interfacce facili da usare

Entrambi i tipi di applicazioni usano gli stessi comandi OLE.

Un'applicazione html-based

Un'applicazione html-based viene fatta da pagine html e funziona nella finestra del browser contenuta in PowerSHAPE o PowerMILL. La finestra del browser interna al software è in grado di dialogare perfettamente con PowerSHAPE o con PowerMILL.

Si può scrivere pagine html usando vari editor html o di testo. Nella pagina html, si può aggiungere script utilizzando linguaggi come vbscript e javascript. I comandi OLE negli script permettono di comunicare con i software della Delcam.

Un'applicazione Add-In

Un'applicazione Add-In funziona al di fuori di PowerSHAPE, ma è in grado di comunicare con PowerSHAPE o con PowerMILL. Si possono scrivere applicazioni Add-In usando linguaggi di programmazione come Microsoft Visual Basic e Microsoft Visual C++. I comandi OLE nei programmi permettono di comunicare con i software della Delcam anche da applicazioni esterne.

Connettersi al software

Ci si può connettere ad una sessione esistente di PowerSHAPE o PowerMILL. Come ci si connette al software dipende dal fatto che l'applicazione sia html-based oppure Add-In.

Per applicazioni html-based, si usa:

```
set pshape = window.external  
set pmill = window.external
```

Per applicazioni Add-In, si usa:

```
Set pshape = Getobject("PowerSHAPE.Application")  
Set pmill = Getobject("PowerMILL.Application")
```

Entrambi i metodi creano una variabile oggetto sul quale è possibile invocare i comandi macro dei rispettivi programmi, in connessione ad una sessione esistente di PowerSHAPE o PowerMILL.

Inviare comandi

I seguenti metodi inviano comandi alla sessione di PowerSHAPE o PowerMILL connessa.

pshape.Exec Command

pmill.Exec Command

dove *Command* è una stringa di espressione che contiene un comando macro da eseguire.

Server dell'applicazione

La tabella seguente riassume i metodi e le proprietà disponibili con il server dell'applicazione di PowerSHAPE o PowerMILL.

Metodi	Descrizione
Esec	Invia i comandi
Valuta	Riceve valori
Esci	Esce dalla sessione alla quale siete connessi.
Documentoattivo	Riceve le proprietà dal modello attivo. Consultate "Server di documento" per dettagli sulle proprietà.

Proprietà	Descrizione
Occupato	Proprietà in sola lettura che indica se la sessione connessa è occupata a calcolare.
MostraForm	Proprietà in sola scrittura usata per attivare e disattivare finestre di dialogo nella sessione connessa
Visibile	Mostra o nasconde la finestra
Versione	Proprietà in sola lettura che indica la versione della sessione di connessa.
SituazioneFinestra	Proprietà per ricevere e impostare la situazione della finestra

Server di documento

La tabella seguente riassume le proprietà disponibili con il server di documento di PowerSHAPE o PowerMILL

Proprietà	Descrizione
Attivo	Proprietà in sola lettura che indica se il modello è attivo.
Modificabile	Proprietà in sola lettura che indica se il modello è modificabile.

Cenni sull'Object Linking and Embedding OLE

In informatica, Object Linking and Embedding (in inglese collegamento e incorporazione di oggetti), generalmente abbreviato OLE, è una tecnologia per la creazione di documenti composti (compound document) sviluppata da Microsoft. La prima versione di OLE, rilasciata nel 1991, permetteva di integrare un documento creato con un'applicazione (detta server OLE) all'interno di un'altra applicazione (detta client OLE). Un'applicazione può implementare sia la parte server che la parte client.

L'integrazione può essere di due tipi:

- collegamento, nella quale il documento inserito risiede fisicamente in un file differente
- incorporazione, nella quale il documento inserito risiede nello stesso file del documento che lo contiene

L'applicazione ospite non aveva la necessità di conoscere il formato interno dell'oggetto inserito, perciò era possibile integrare un documento generato da una

qualsiasi applicazione in un'altra, a patto che entrambe supportassero OLE. Era ad esempio possibile integrare un foglio di calcolo all'interno di un documento di testo, o viceversa, generando in questo modo un "documento composto". Il limite principale di OLE 1 era che per modificare l'oggetto inserito veniva aperta l'applicazione corrispondente in una finestra separata, perdendo così la percezione del contesto in cui l'oggetto si trovava.

Per superare i limiti della prima versione, nel 1993 fu rilasciato OLE 2, la cui caratteristica più appariscente è la possibilità di modificare i documenti incorporati direttamente nell'applicazione ospite (inplace editing), che acquisisce l'interfaccia utente (menu, barre degli strumenti ecc.) dell'applicazione incorporata.

Le OLE sono diventate tecnologie molto diffuse nei sistemi Windows ad esempio, Internet Explorer è un oggetto che grazie ad OLE nella finestra del browser è possibile visualizzare e modificare un documento di Word , Acrobat ecc..

4.2 Personalizzazioni svolte per il software di CAD

❖ Integrare funzioni di disegno

Sebbene il PowerSHAPE sia un modellatore CAD molto potente, per quanto riguarda il disegno in 2D (wireframe) ha delle primitive molto elementari e basilari ad esempio è possibile disegnare cerchi e linee ma non esiste un comando per disegnare elissi, poligoni, spirali o forme più complesse. E' stato richiesto di progettare una serie di macro per integrare tutte queste funzioni mancanti e successivamente di creare un plug-in in visual basic che le raggruppa. Questo consente all'utente di non dover ricostruire ad esempio un'elisse quando lo si necessita, ma basta lanciare il plug-in e con l'apposito comando si imposta altezza e larghezza e viene creato in modo automatico l'elisse richiesto.

In particolare è stato richiesto di integrare le seguenti funzioni:

- creazione di rettangoli
- creazioni di elissi
- creazioni di parabole
- creazioni di spirali
- creazioni di poligoni
- creazioni di elicoidi

Metodo di lavoro:

Innanzitutto si è cercato di realizzare con l'aiuto del tutor aziendale un prototipo consistente in una singola macro per ogni singola funzione. Le maggiori difficoltà si sono riscontrate negli algoritmi di disegno da implementare. Per questo i problemi relativi ad esempio alla posizione dell'oggetto comune a tutte le creazioni si sono affrontati successivamente.

Quindi si è deciso di adottare un metodo di processo incrementale anche se i requisiti richiesti erano chiari e definiti, a causa della carenza di esperienza e conoscenza del problema. Ogni sequenza lineare che consiste nella comunicazione, pianificazione, modellazione (analisi e progettazione), costruzione (programmazione, testing) e deployment (consegna, feedback) di una singola funzione viene ripetuta iterativamente cercando di migliorare in base alle valutazioni degli utenti finali.

Fino ad arrivare all'implementazione di tutte le funzioni richieste e alla integrazione finale di tutte le funzionalità verificando il corretto comportamento del software finale.

Progettazione

Creazione di rettangoli

Sicuramente questa funzione è la più semplice ed è stata la prima a essere affrontata, per poter maturare una minima esperienza nelle realizzazioni delle macro. Prima di tutto si è registrato una macro con le sequenze di comando per creare un rettangolo, per poter estrapolare i comandi necessari per la creazione di linee poi si sono memorizzati in due variabili altezza e larghezza del rettangolo da cui si creano le linee di costruzione partendo dalle coordinate nel punto di origine. Da qui si era riuscita a creare una macro che riproduceva un rettangolo con lo spigolo in basso a sinistra nel punto di origine e di altezza e larghezza qualsiasi impostata dall'utente. A questo punto si è pensato al problema dell'arrotondamento degli spigoli, il quale è stato risolto in modo molto semplice, visto che esiste un comando nelle funzioni di creazione degli archi, che svolge questa funzione. In fine si è raffinata la macro per poter spostare il rettangolo in un punto qualsiasi del piano cartesiano, creando tre variabili (una per ogni asse) che sostituivano il punto di origine da cui partivano le linee. Alla fine la macro funzionava perfettamente come le specifiche richiedevano.

Creazione elissi

La creazione dell'elissi dato altezza e larghezza è stata un problema di maggiore difficoltà rispetto al precedente, nel quale si è dovuto ricorrere a una approssimazione suggerita anche dal tutor aziendale. Per la creazione dell'elissi si è ricorso alla funzione di curva passante per punti, infatti si è utilizzato l'equazione dell'elisse, per calcolare un numero fisso di punti distribuiti nel piano, per i quali si faceva passare la curva ottenendo un'elisse abbastanza regolare. A questo punto si è dovuto aggiustare il vettore dei punti in modo tale che la larghezza e l'altezza fosse regolabile dall'utente.

Creazione di parabole

La macro realizzata utilizza lo stesso principio di quella dell'elisse sfruttando il calcolatore e l'equazione matematica della parabola. L'utente ha la possibilità di impostare le variabili: raggio-altezza oppure raggio-fuoco oppure altezza-fuoco, in base a questi due parametri, che ovviamente sono variabili in cui l'utente può assegnare un valore, si calcolano alcuni punti, su cui con il comando di creazione di curve passante per punti si crea una approssimazione di una parabola.

Creazione di spirali

La creazione di spirali è stata progettata grazie ai comandi di disegno di cerchi e archi di raccordo. Per prima cosa si chiede all'utente di inserire il raggio esterno, interno e il passo tra una spirale e l'altra, questi parametri si sono salvati in tre variabili, iterativamente si costruisce un numero di cerchi concentrici che partono da quello di raggio minore (variabile raggio interno) fino ad arrivare a quello di raggio maggiore (raggio esterno) con un incremento di raggio calcolato attraverso la differenza di raggio tra interno ed esterno diviso il passo della spirale. Tutto questo serve per ottenere una serie di cerchi concentrici con una distanza di raggio uguale uno all'altro. A questo punto grazie alla funzione di arco di raccordo si raccorda il cerchio

successivo con quello attuale fino a che non si raccordano tutti i cerchi ottenendo così una spirale perfetta.

Creazione di poligoni

La macro richiede per prima cosa il numero dei lati e il raggio della circonferenza inscritta, a questo punto si calcola il valore della circonferenza e lo si divide per il numero di lati ottenendo la porzione di lunghezza dell'arco che deve congiungere ogni lato, costruendo una linea che ha come estremi le porzioni di arco consecutive si ottiene il poligono richiesto.

Creazione di elicoidi

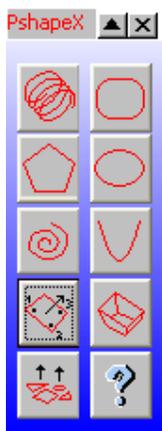
L'algoritmo di disegno per la creazione è stato discusso assieme al tutor dell'azienda, il principio è sempre quello di trovare dei punti per i quali far passare una curva composta, si è deciso di impostare cinque punti fissi di cui quattro formano un cerchio e il quinto serve per creare la spira infatti è spostato nel piano Z. visto la complessità viene riportato una parte del codice macro utilizzato per il prototipo di una spira.

```
LET $raggio = 10  
LET $passo = 4  
LET $neg_raggio = -$raggio  
LET $altezza = $passo / 4  
create curve  
THROUGH  
    $raggio 0 0  
    $neg_raggio $raggio $altezza  
    $neg_raggio $neg_raggio $altezza  
    $raggio $neg_raggio $altezza  
    $raggio $raggio $altezza  
Select
```

I primi quattro comandi impostano le variabili necessarie alla creazione della spira e successivamente si utilizza il comando di creazione della curva con l'elenco dei punti per i quali deve passare. In seguito si è aggiunto un ciclo while per unire tutte le eventuali spire richieste.

Interfaccia plug-in:

Dopo aver collaudato e verificato il funzionamento di ogni macro si è passato alla progettazione di un plug-in esterno al PowerSHAPE, grazie all'utilizzo di visual basic 6. La Delcam stessa ha ottimizzato la connessione al PowerSHAPE con questa piattaforma di sviluppo che garantisce una semplicità di utilizzo maggiore rispetto ad altri paradigmi di programmazione, soprattutto per la creazione di interfacce grafiche. Il codice di programmazione rimane sostanzialmente quello delle macro, infatti dopo aver creato la variabile oggetto che comunica con PowerSHAPE si passano i comandi delle macro con la funzione " pshape.exec " seguito dal codice macro del comando.

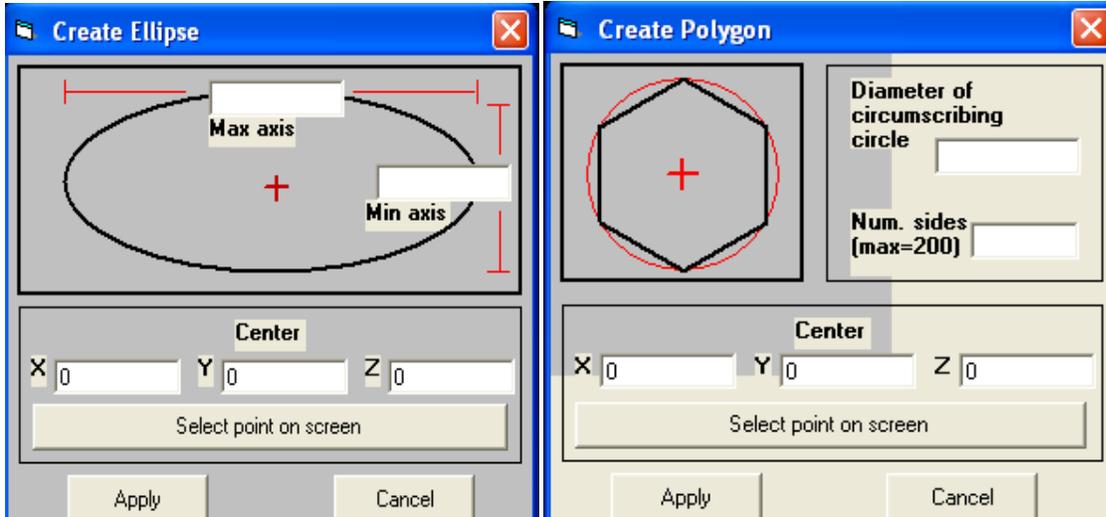


Come si nota sono state integrate le diverse funzioni di disegno richieste, in questo modo il software PowerSHAPE si adatta alle diverse esigenze degli utenti. Tutti questi comandi aprono una finestra di dialogo con la quale si possono impostare i parametri necessari per poter creare l'oggetto richiesto.

Alcuni esempi di finestre di dialogo per i plug-in aggiunti.

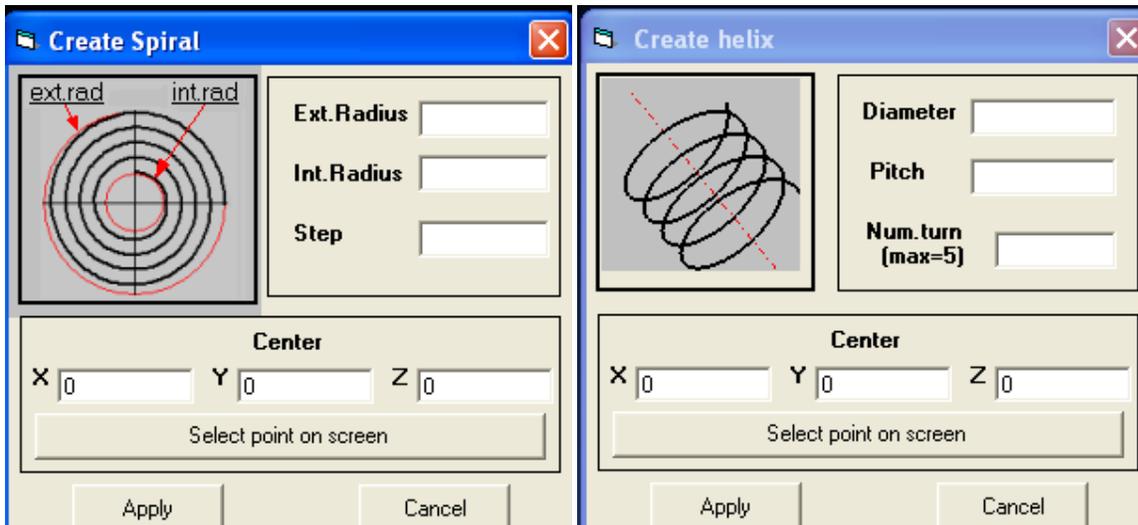
Per creare elissi:

Per creare poligoni:



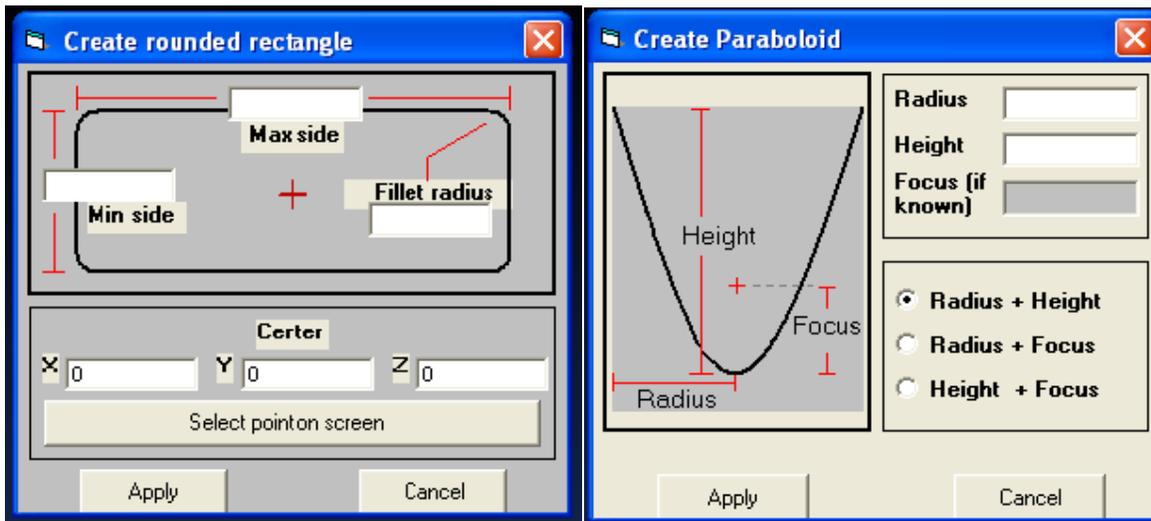
Per creare spirali:

Per creare elicoidi



Per creare rettangoli

Per creare parabole



Note

1.

Su richiesta del tutor tutti i comandi sono in lingua inglese dato che è la lingua fondamentale utilizzata da PowerSHAPE a parte qualche traduzione non completa.

2.



Sono stati integrati in questa barra quattro comandi non ancora attivi per degli sviluppi futuri. Come si nota un comando si è pensato di lasciarlo per la documentazione del Plug-In, gli altri tre servono per integrare funzioni di disegno di superfici non presenti in PowerSHAPE, che si potranno attivare nel futuro dopo averli sviluppati.

❖ Raggruppare e velocizzare funzione render

Con powerSHAPE è possibile salvare dei render cioè una riproduzione virtuale di una foto del modello disegnato al CAD. Questa funzione, è molto pesante dal punto di vista computazionale, per questo motivo è stato chiesto di progettare una macro da lanciare in batch (l'esecuzione è rimandata nel tempo) per salvare diversi render da differenti punti di vista con ombreggiature e assonometrie varie.

Metodo di lavoro

In questo caso si è deciso di scrivere una semplice macro che potrà far risparmiare tempo prezioso a chi deve presentare delle foto realistiche al cliente dell'oggetto disegnato. Il metodo di lavoro anche questa volta consiste nel implementare le funzioni principali in un prototipo di macro ed di avere un feedback, da chi le ha richieste per poter soddisfare nel migliori dei modi le esigenze esposte. Dopo aver ricevuta una conferma dall'utente, si passerà alla integrazione della funzione con un Plug-In di facile utilizzo.

Progettazione

Per prima cosa si sono registrati in una macro tutti i comandi disponibili nella barra delle viste per estrapolare il codice di tutte le viste e assonometrie. Successivamente si è verificato in che modo si deve operare per ottenere una foto virtuale dell'oggetto e le opzioni disponibili e si è notato che oltre ad un problema di tempo di calcolo, esiste anche un problema di scarsa usabilità, dovuta al fatto che i comandi per le funzioni di render sono situati in diversi menu e talvolta anche nascosti all'utente.

Per creare una foto realistica del modello bisogna impostare per prima cosa il materiale di cui sarà composto (in PowerSHAPE sono presenti diverse librerie che simulano le caratteristiche estetiche di vari materiali), poi si sceglie il posizionamento delle luci per creare i riflessi e quindi di migliorare la visione reale del manufatto e in fine si importa il disegno nella modalità render con la posizione nella quale si vuole

scattare la foto virtuale. La scomodità riscontrata è proprio nel passare alla modalità render di PowerSHAPE, nella quale non è più possibile modificare la vista dell'oggetto se non ritornando alla normale modalità di disegno. A causa di ciò si è deciso di progettare una macro che inizialmente imposta il materiale, le varie luci e posizioni in cui l'oggetto deve essere fotografato e dopo di che in sequenza effettua tutti i render richiesti, senza dover aspettare di scattare una foto alla volta per poter cambiare posizione all'oggetto. I parametri per la creazione dei render (materiale, luci , posizioni) vengono salvati in variabili stringa contenenti il nome ad esempio del codice del materiale o il codice delle luci, che possono essere passati al comando che imposta in PowerSHAPE i rispettivi valori, in questo modo è possibile salvare in quale maniera dovrà essere scattata la foto. Verificato il corretto funzionamento del prototipo di macro si è richiesto di valutare all'utente finale la funzione creata, l'unica critica riscontrata era il fatto che si era deciso di poter salvare solamente cinque foto diverse, per questo si è concordato di raddoppiare il numero di foto che si potevano eseguire con la macro. Risolto il problema espresso dall'utente si è completato il prototipo della macro e sottoposta nuovamente alla visione di chi dovrà utilizzarla, che questa volta ha espresso un parere positivo. A questo punto si è passati alla progettazione del Plug-In in visual basic, in cui si sono creati dei menù a tendina con tutte le opzioni disponibili dei materiali, delle luci e delle viste dell'oggetto, in modo tale che l'utente non possa inserire parametri sbagliati o inesistenti , visualizzando così le opzioni disponibili. Memorizzati i parametri dei vari render restava il problema di dove salvare le foto create, il cui codice impone di impostare un percorso fisso dell'hard disk, per questo si è deciso di dedicare una directory del server aziendale a questo scopo.

4.3 Personalizzazioni svolte per il software di CAM

❖ Macro per gestire magazzino automatico

Per il software di CAM è stato chiesto di realizzare una macro per ogni centro di lavoro, quindi otto in tutto, molto semplici. Si sono registrate delle macro che impostano la libreria degli utensili presenti in ogni centro di lavoro con i parametri di diametri e posizioni ID di ogni utensile, visto che ogni volta che si realizzava un percorso utensile, si doveva reimpostare ogni volta la stessa libreria di utensili che, è fissa o quasi per ogni macchinario. Queste macro comportano una riduzione di tempo nella progettazione CAM di un modello.

Metodo di lavoro

Vista la scarsa esperienza e conoscenza del settore si è dovuto approfondire il funzionamento, almeno dal punto di vista generale dei centri di lavoro a controllo numerico. Le principali fonti da cui si sono recuperate le informazioni sono state le interviste e le spiegazioni fatte dai responsabili del reparto macchine a controllo numerico e dai progettisti CAM. I centri di lavoro presenti in azienda hanno un banco in cui viene fissato il blocco di materiale da lavorare, il banco può muoversi in due posizioni l'ungo l'asse X e Y. Il terzo asse, per avere una lavorazione a tre dimensioni è costituito da una testa, che può muoversi lungo l'asse Z. Tutti gli assi sono controllati da dei motori brushless abbinati a degli encoder che controllano il movimento del banco e della testa in modo molto preciso (la sensibilità è di 0,001 mm). Nella testa è posizionato un mandrino, che ha il compito di far ruotare l'utensile a cui viene ancorato. Ogni centro di lavoro dispone di un magazzino automatico di utensili, che per mezzo di un braccio meccanico può avvenire l'inserimento di un qualsiasi utensile presente nel magazzino. Tutti gli spostamenti e le funzioni sono controllati da un computer integrato nelle macchine stesse, che ha il

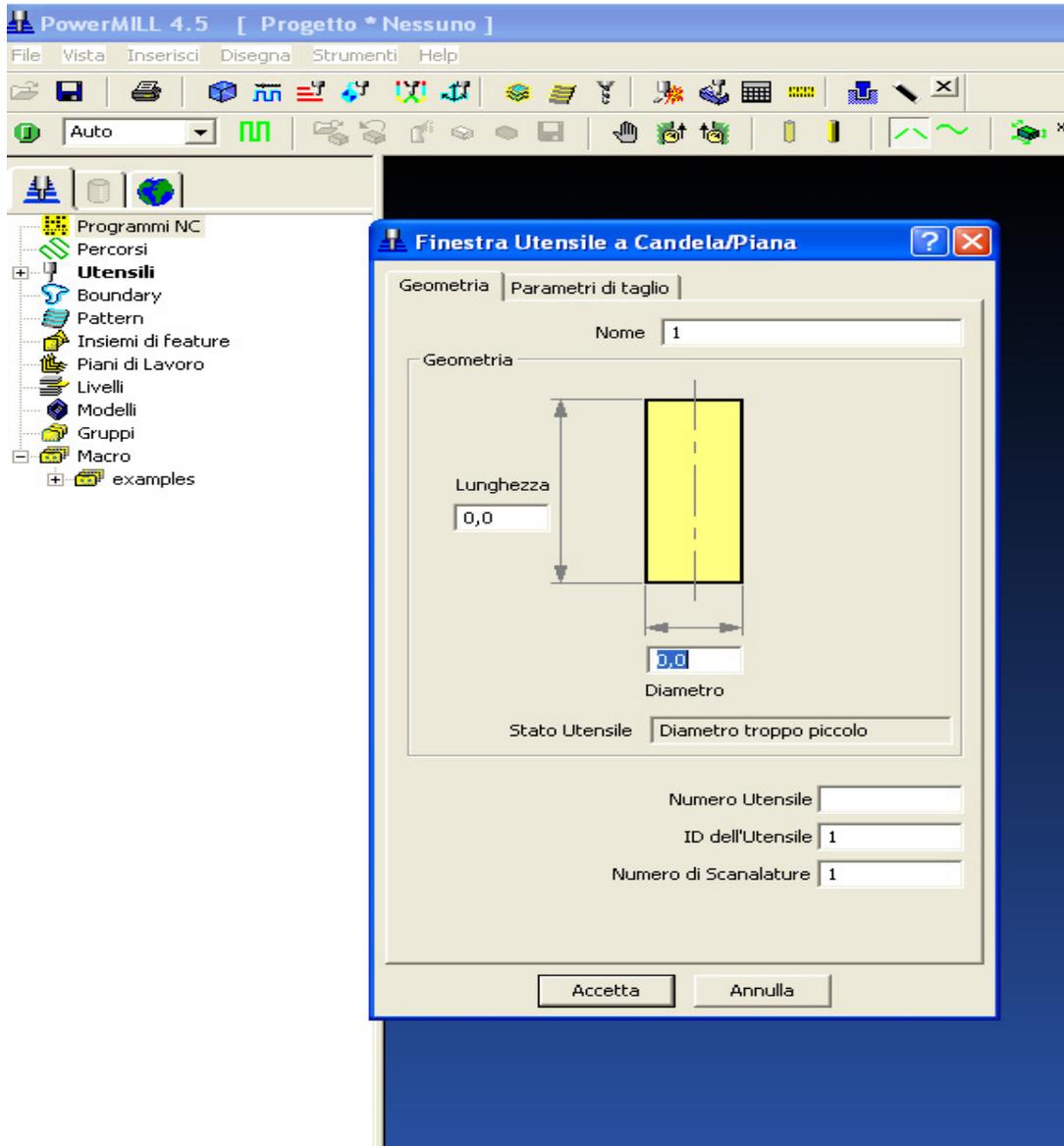
compito di convertire i codici macchina prodotti da un software di CAM, nella attuazione degli servo-azionamenti meccanici.

Dopo aver preso conoscenza in generale di come funziona un centro di lavoro computerizzato, si sono reperite le informazioni specifiche del problema da risolvere, cioè quelle riguardanti la gestione del magazzino utensile di ogni macchinario.

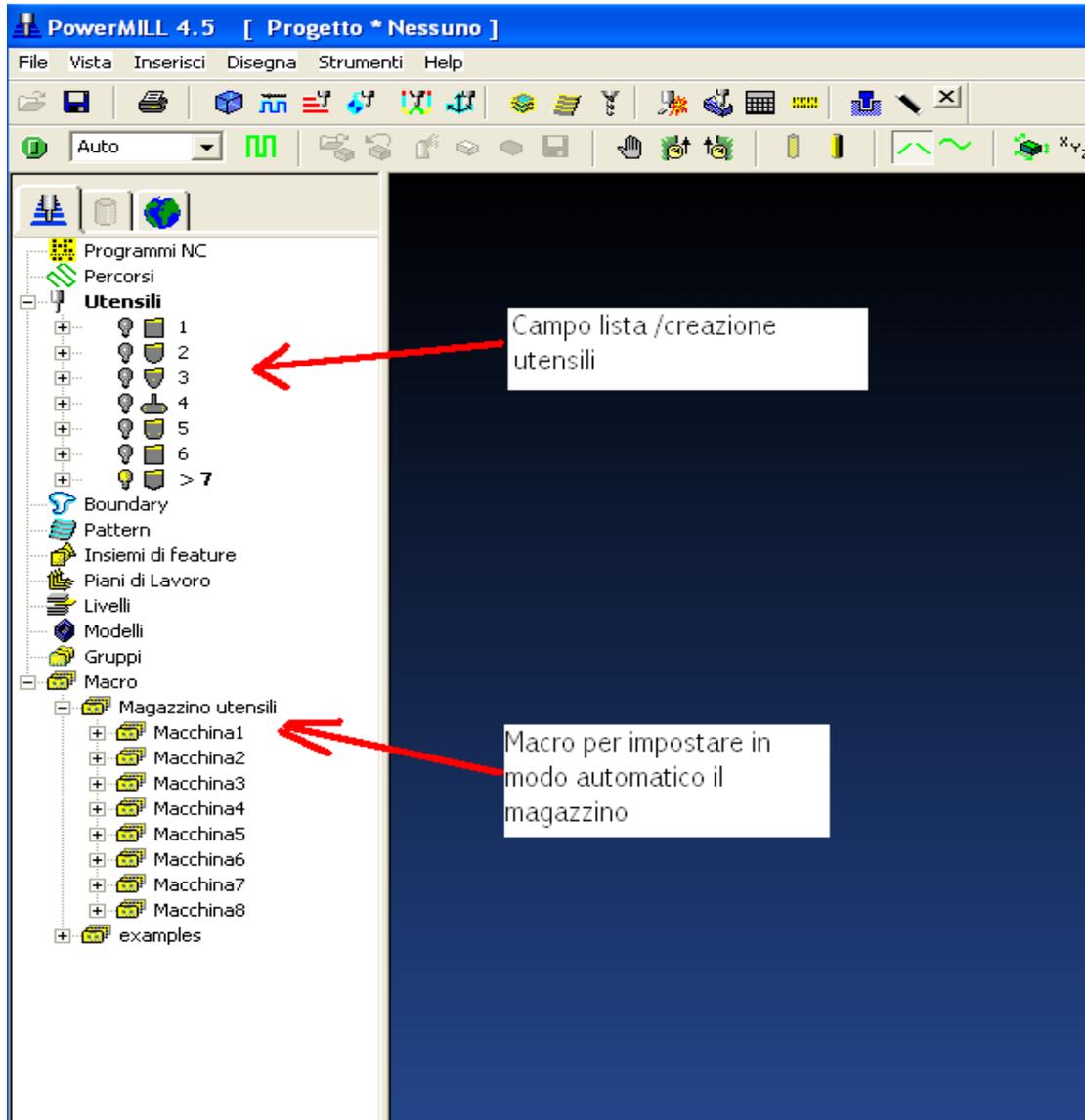
Ad ogni utensile viene assegnata una posizione che lo identifica univocamente, cioè più utensili non si possono trovare nella stessa posizione, la posizione è marcata da un numero intero, che va da 1 al massimo degli utensili immagazzinabile dalla macchina (tutti i centri di lavoro presenti in azienda possono contenere 24 utensili).

Un utensile è costituito da una fresa che può variare in forma e dimensione, il PowerMILL è in grado con le funzioni appropriate di impostare i parametri di qualsiasi fresa. Tipicamente il primo parametro è il tipo che ne identifica la forma dell'utensile (le forme più comuni sono frese sferiche, piatte, toriche, a disco e la combinazione di queste), un altro parametro è il diametro e la lunghezza, a questo punto tutte le variabili per la forma dell'utensile sono complete. Inoltre si devono impostare le variabili del magazzino automatico che sono la posizione dell'utensile e un nome che si desidera dare, dopo aver fatto tutto ciò il PowerMILL ha ricevuto tutti i parametri necessari per poter gestire il magazzino automatico degli utensili.

Finestra di dialogo di PowerMILL per la gestione degli utensili :



Macro scritte per la gestione automatica del magazzino utensili:



5. Conclusioni

Il lavoro svolto, nel periodo di tirocinio, si è concluso con il conseguimento degli obiettivi prefissati, cioè di adattare e personalizzare il software sia CAD che CAM alle esigenze specifiche dell'utente in modo tale da ridurre i tempi e quindi i costi di progettazione.

Inoltre l'integrazione delle funzioni mancanti, ha portato ad una riduzione del rischio di errore dovuta al fatto di eliminare delle operazioni ripetitive per ogni progetto CAD/CAM.

L'esperienza maturata durante il tirocinio è stata molto utile, per avvicinarmi al mondo del lavoro e per capire come funziona l'organizzazione interna a un'azienda e in che modo le tecnologie informatiche supportano ogni attività interna.

In particolare si è dovuto apprendere, anche se da autodidatta, l'uso della piattaforma di programmazione di Microsoft Visual Basic 6, di cui non si conosceva le caratteristiche, sul quale si avrà modo di approfondire nel futuro.

L'utilità della creazione di macro per migliorare e personalizzare un software, che in questo caso particolare affrontato, riguarda un programma CAD/CAM, ma applicabile a qualsiasi software.

Assieme al percorso accademico seguito, si è potuto accumulare esperienza e conoscenze tecniche che sono fondamentali per un inserimento nell'ambito lavorativo.