

PROGETTO MOBYWOOD

Mobilità dei saperi tecnici del legno in Europa

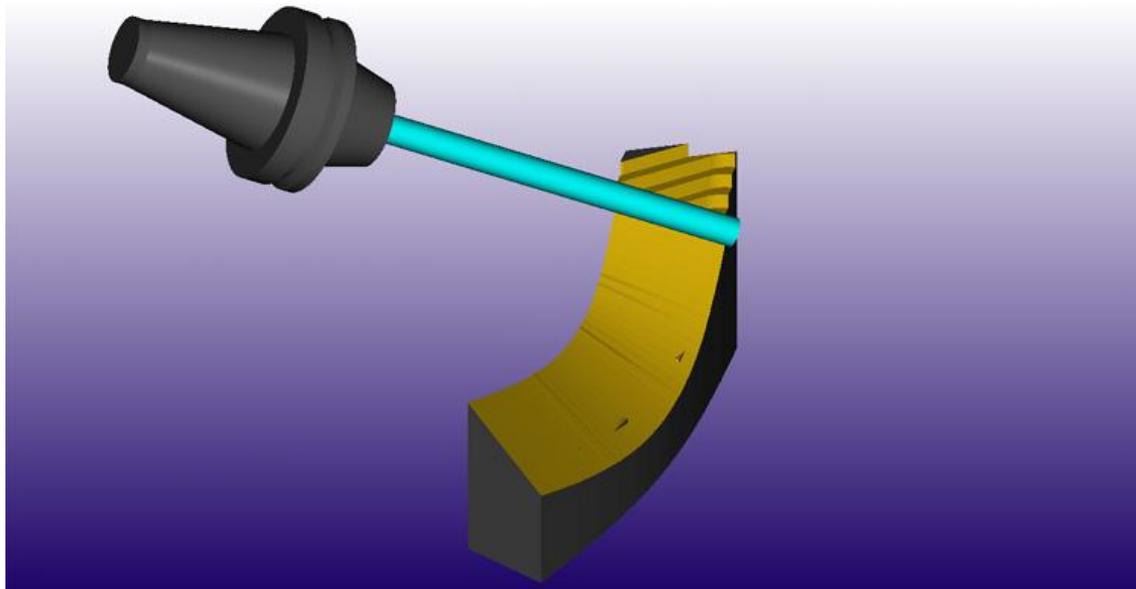


Felice Ragazzo
designer

Roma
gennaio 2009

Unità didattica 3_3

Lavorazioni a CN - 5 gradi di libertà



Unità didattica 3_3

Lavorazioni a CN - 5 gradi di libertà

Problema 1: sfaccettare un poliedro convesso

Problema 2: sfaccettare un poliedro concavo

Problema 3: sagomare forme bombate (senza sottosquadra)

Problema 4: sagomare forme bombate (con sottosquadra)

Problema 5: buchi, cave e tenoni, con libertà di direzione

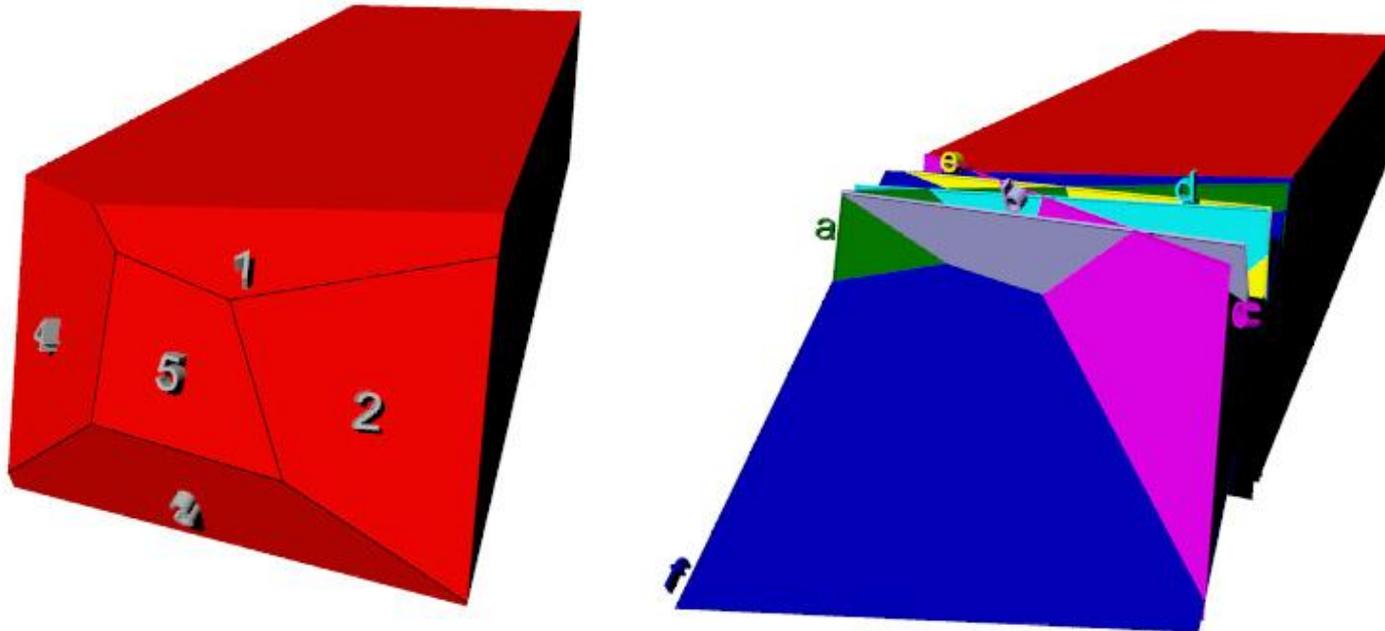
Problema 6: praticare, canali, battute, incisioni - rettilinee
comunque orientate

Problema 7: praticare, canali, battute - superfici rigate

Problema 1 - sfaccettare un poliedro convesso

Esercizio 01 - Questioni di disegno 1

L'elaborazione CAD (*Computer Aided Design*) finalizzata ad operazioni CAM (*Computer Aided Manufacturing*) costituisce il mezzo attraverso il quale si possono definire forme spaziali complesse in modo digitale.

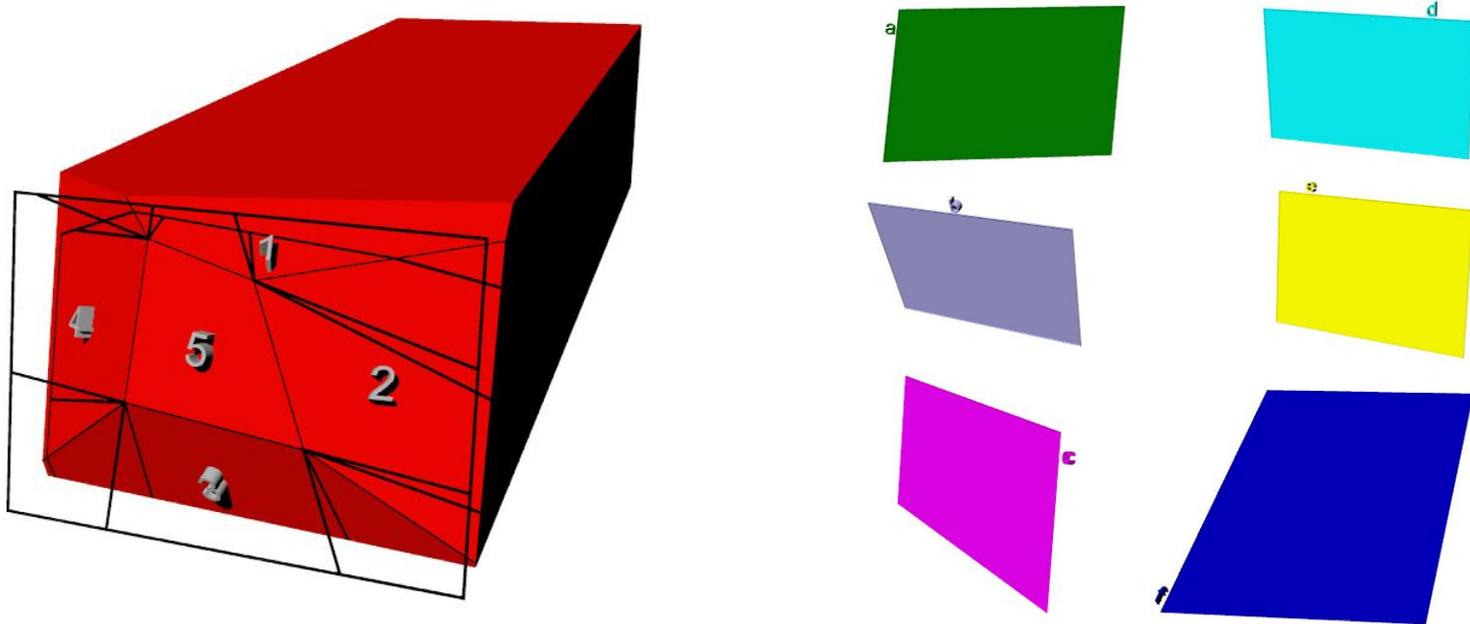


Per comprendere il passaggio tra un disegno e un manufatto, bisogna individuare i piani di taglio in testata come se questa fosse un poliedro convesso.

Problema 1 - sfaccettare un poliedro convesso

Esercizio 01 - Questioni di disegno 1

Per forme complesse si intendono qui quelle generate da molteplici intersezioni di piani (poliedri). In questa prima classe di esercizi sono escluse le curve.

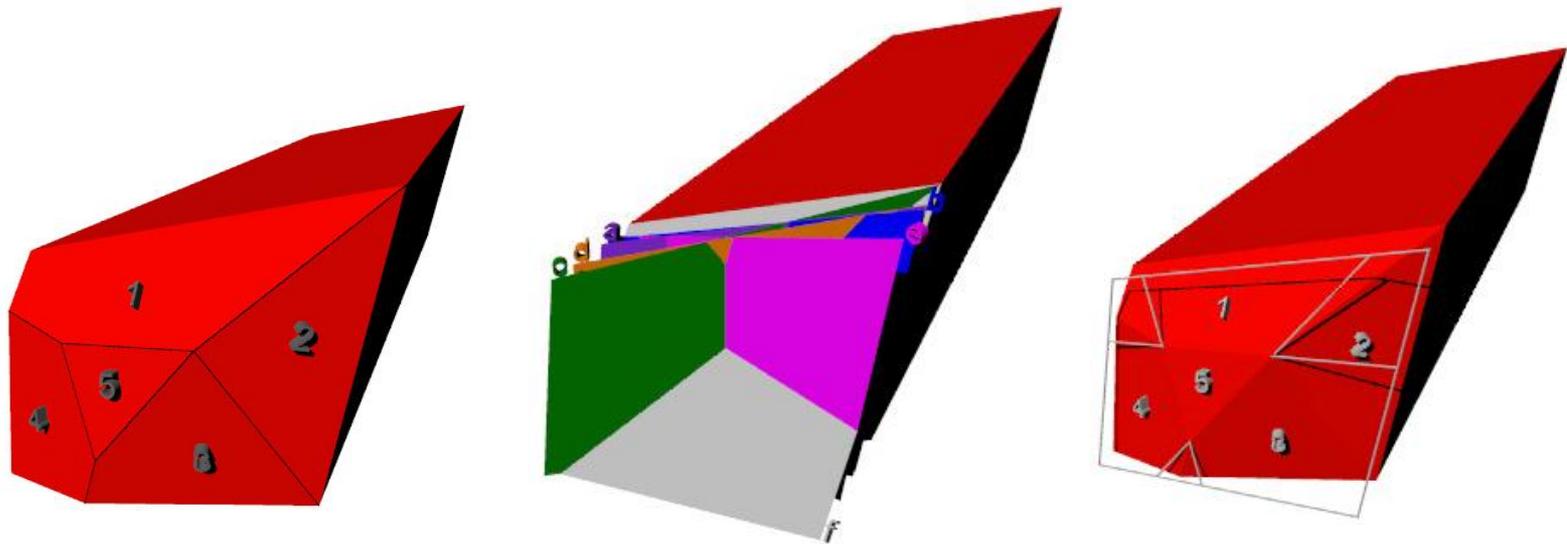


La tecnica del trascinamento è un modo per riconoscere la corrispondenza tra piani colorati e sfaccettature. Sono implicate nozioni di geometria proiettiva.

Problema 1 - sfaccettare un poliedro convesso

Esercizio 02 - Questioni di disegno 2

La scelta di questa variante volumetrica, rispetto a quella precedente, deriva dal fatto che le figure in prospettiva, od in assonometria, possono talvolta ingannare l'occhio ed apparire diverse da quello che realmente sono.



La maggiore difficoltà dell'esercizio consiste nella maggiore complessità di forma del pezzo.

Problema 1 - sfaccettare un poliedro convesso

Esercizio 03 – Lavorazioni meccaniche di taglio, squadratura, dimensionamento, finalizzate alla preparazione dei grezzi da montare su CN con 5 gradi di libertà operativa

L'esercizio consiste nell'identificare le essenziali fasi lavorative inerenti l'ottenimento del grezzo, a seconda che si tratti di pezzi in legno massello o ricavati da prodotti derivati (pannelli multistrati, truciolati, in MDF, etc.).

Si pongono almeno le seguenti questioni:

Nel dimensionare il pezzo occorre maggiorare un po' tali dimensioni;

- Se il pezzo va fissato tramite morsa, può essere lavorato con sega a nastro;
- Se il pezzo va fissato tramite sistema a depressione, occorre che sia lavorato con sega circolare e/o pialla;
- Se si tratta di un pezzo di legno massello, è significativo tenere conto della direzione delle fibre;
- Se si tratta di un pezzo ricavato da un prodotto derivato dal legno (multistrato), non è molto significativo tenere conto delle fibre.

Problema 1 - sfaccettare un poliedro convesso

Esercizio 04 – Operazioni relative al montaggio di pezzi grezzi su CNC dotati di 5 gradi di libertà operativa

L'esercizio consiste nell'identificare le essenziali fasi lavorative inerenti l'ottenimento del grezzo, a seconda che si tratti di pezzi in legno massello o ricavati da prodotti derivati (pannelli multistrati, truciolati, in MDF, etc.).

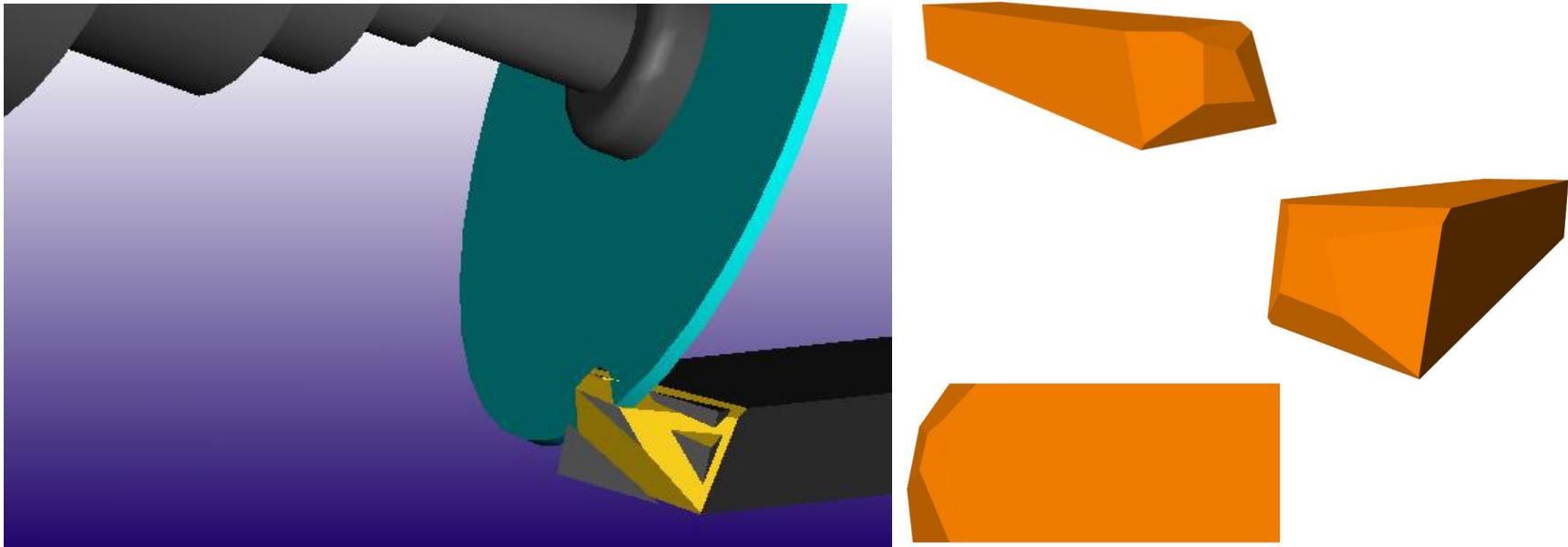
Si pongono le seguenti questioni:

- Se il pezzo è singolo e di piccole dimensioni va fissato tramite morsa;
- Se il pezzo è piccolo e va lavorato in batteria (più pezzi ricavati da un'unica tavola), bisogna ricorrere al sistema per depressione;
- Se le lavorazioni investono l'intera geometria del pezzo, bisogna ricorrere ad un sottopezzo;
- Se forma e dimensioni del pezzo sono assimilabili a quelle di una tavola o di un pannello, il fissaggio normalmente adottato è quello per depressione;
- Nel sistema di fissaggio tramite sottopezzo è previsto tondino in gomma siliconica per sigillare la depressione.

Problema 1 - sfaccettare un poliedro convesso

Esercizio 05 – Con sega circolare

L'obiettivo tecnico da raggiungere non consiste tanto in un elevato grado di finitura, quanto in un adeguato grado di precisione tecnica, unitamente ad una rapidità di lavorazione.

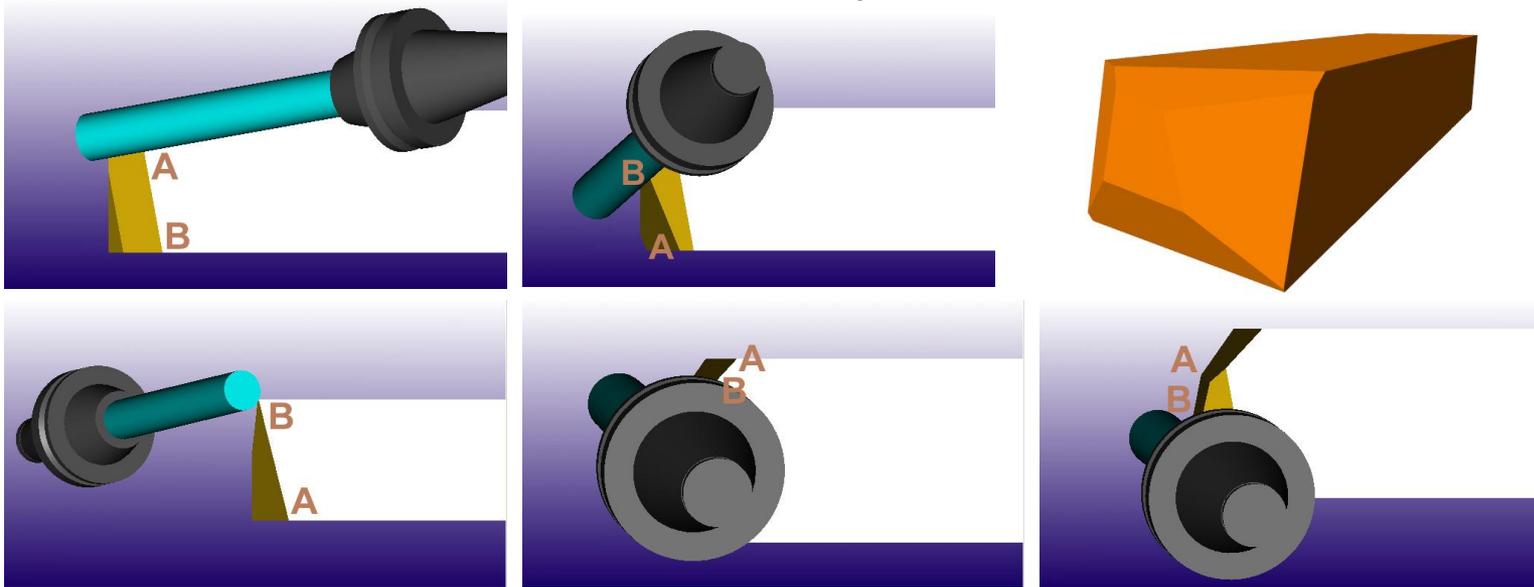


Per quanto questo tipo di utensile sia di ottima qualità, saranno sempre visibili le caratteristiche tracce di lavorazione di forma orbitale.

Problema 1 - sfaccettare un poliedro convesso

Esercizio 06 – Con fresa cilindrica (lato utensile)

Poiché le facce ricavate nel pezzo saranno in vista, si richiede una minuziosa finitura, unitamente ad un alto grado di precisione tecnica, come pure una apprezzabile rapidità di lavorazione complessiva.

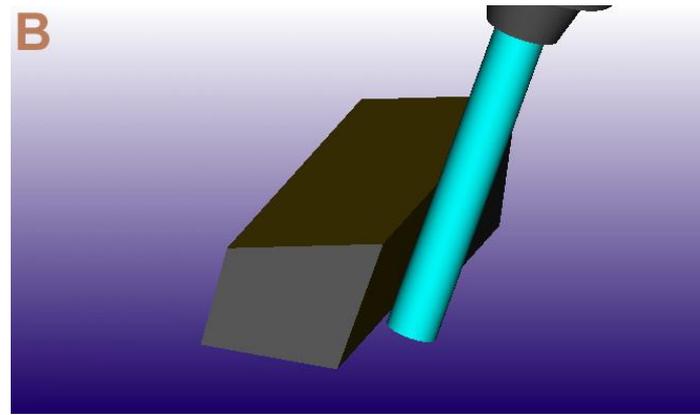
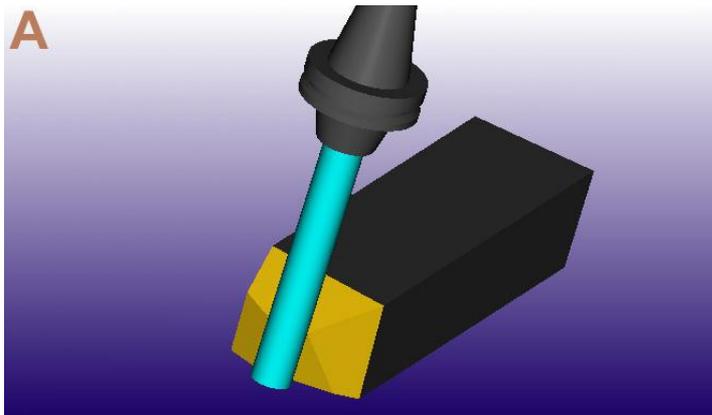


Per ottenere tali risultati, occorre che l'utensile agisca evitando di produrre scagliature, ovvero che asporti il truciolo comprimendo le fibre.

Problema 1 - sfaccettare un poliedro convesso

Esercizio 07 – Priorità nelle sequenze di taglio 01

Nel passaggio da un parallelepipedo ad un prisma, sono possibili due cicli. Nel primo caso si inizia con tagli trasversali alle fibre in testata e poi si prosegue con tagli longitudinali. Nel secondo caso, invece, si inverte la sequenza.

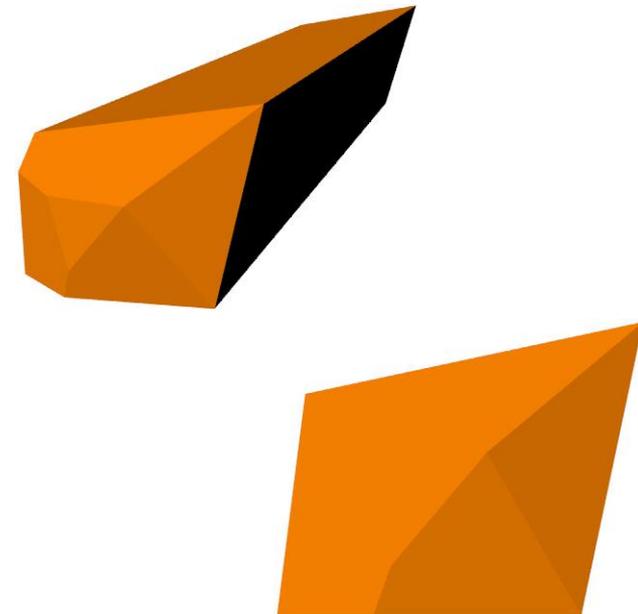
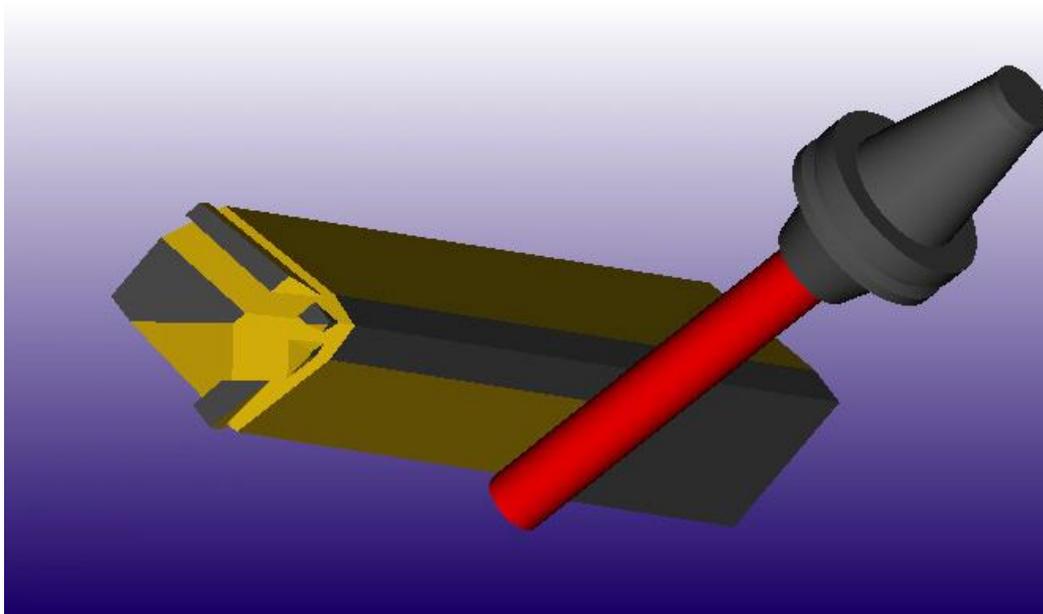


Per risolvere il problema si tratta di interpretare correttamente il lavoro prodotto dalla fresa in modo che si vengano a produrre le minori asperità possibili.

Problema 1 - sfaccettare un poliedro convesso

Esercizio 08 – Priorità nelle sequenze di taglio 02

Quando la quantità di materiale da asportare faccia per faccia è ingente, sussiste la necessità di decidere di fare una o più passate per trasformare il pezzo grezzo in uno finito.

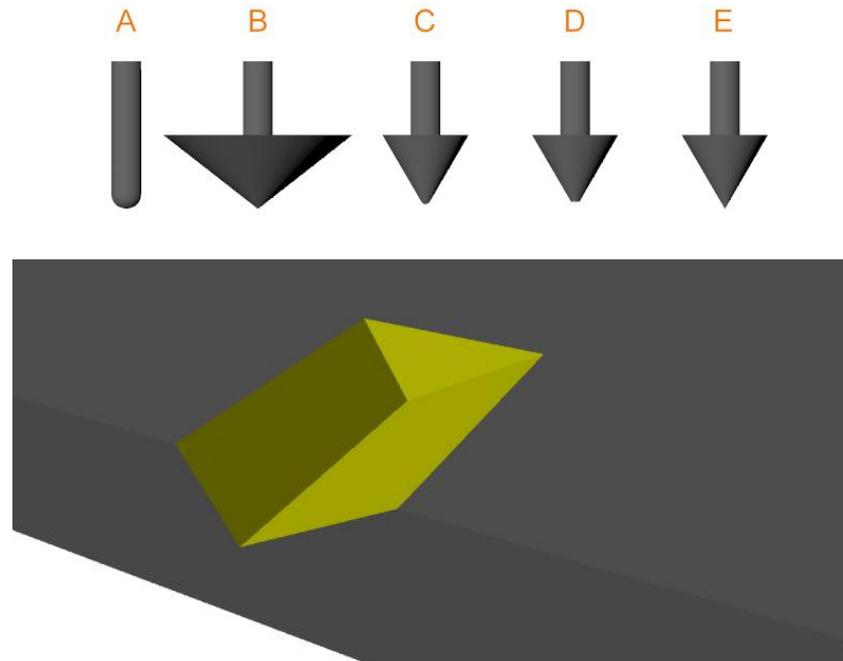


Sussiste anche la necessità di decidere la scelta ottimale dell'utensile in base ad ogni tipologia di lavorazione.

Problema 2 - sfaccettare un poliedro concavo

Esercizio 01 – Intagliare tre facce - 01

In un generico pezzo parallelepipedo si vuole produrre uno scavo diedrale aperto, in corrispondenza di uno dei bordi del pezzo medesimo (sfaccettatura concava a spigoli vivi).

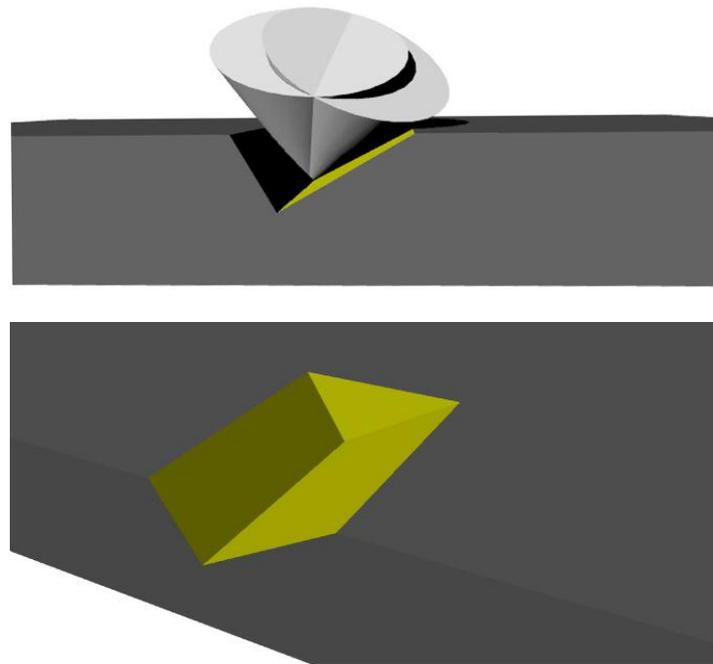


L'operazione riveste significato particolare per il fatto che dovrà essere ottenuta con un solido di rotazione, quale è una fresa. L'unica idonea è la "E".

Problema 2 - sfaccettare un poliedro concavo

Esercizio 02 – Intagliare tre facce - 02

L'operazione è possibile con tre passate (due longitudinali e una trasversale) di una fresa a cono.

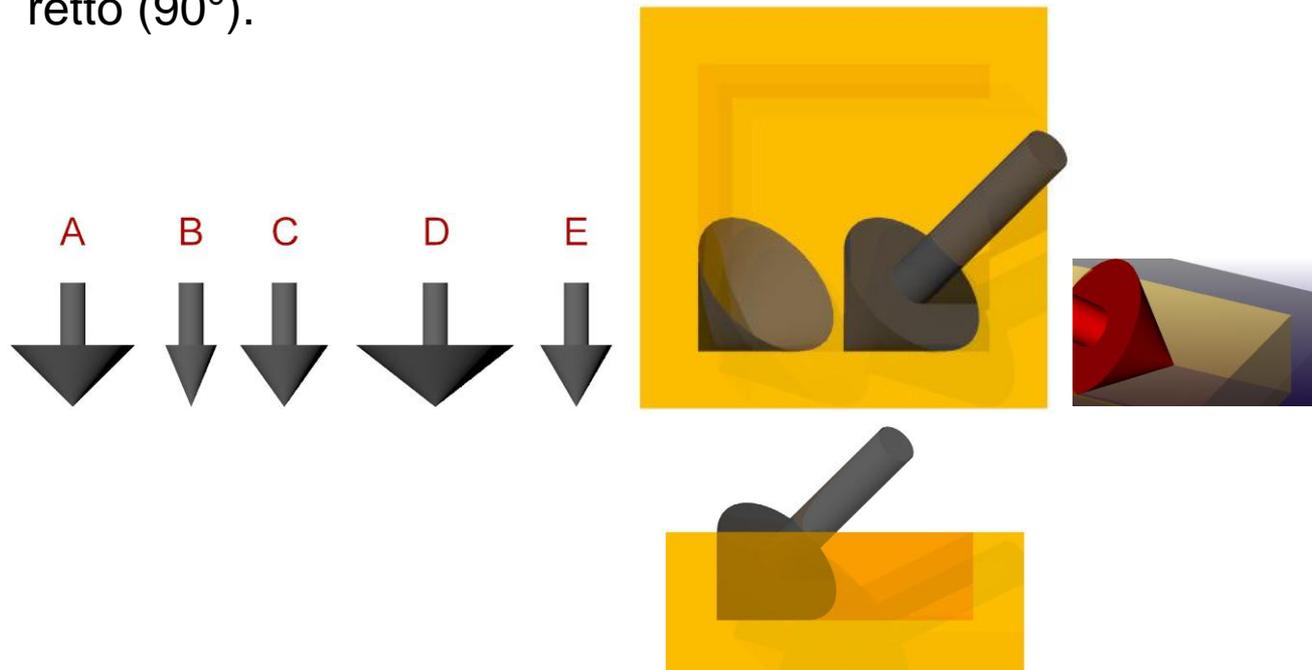


Per definire in modo specifico l'operazione, occorre ricavare i vettori per l'esatta inclinazione dell'utensile rispetto ai tre assi cartesiani.

Problema 2 - sfaccettare un poliedro concavo

Esercizio 03 – Intagliare cinque facce - 01

In un generico pezzo parallelepipedo si vuole produrre uno scavo diedrale chiuso (sfaccettatura concava, o pozzetto, a spigoli vivi), dove ogni angolo diedrale è retto (90°).

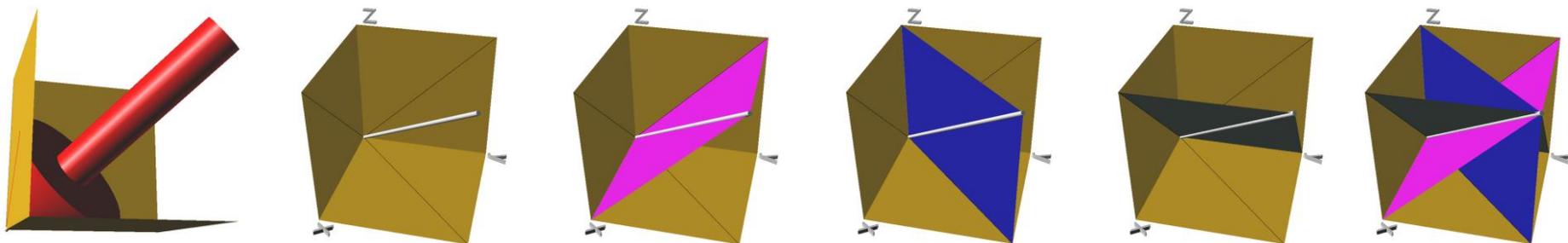
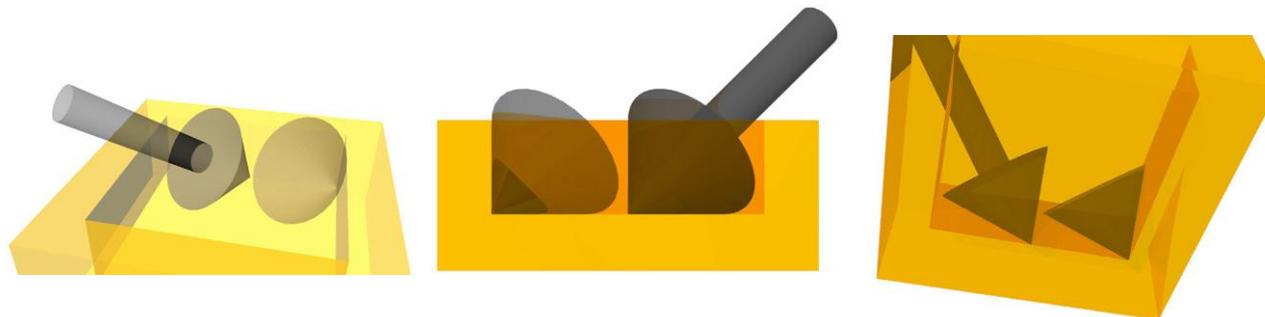


L'operazione riveste significato particolare per il fatto che potrà essere sviluppata con una fresa a cono progettata ad hoc.

Problema 2 - sfaccettare un poliedro concavo

Esercizio 04 – Intagliare cinque facce - 02

Per stabilire la corretta coordinazione di tutti i fattori che permettono ad una fresa conica di asportare materiale producendo un diedro retto occorre anche identificare l'inclinazione del suo asse rispetto agli assi cartesiani.

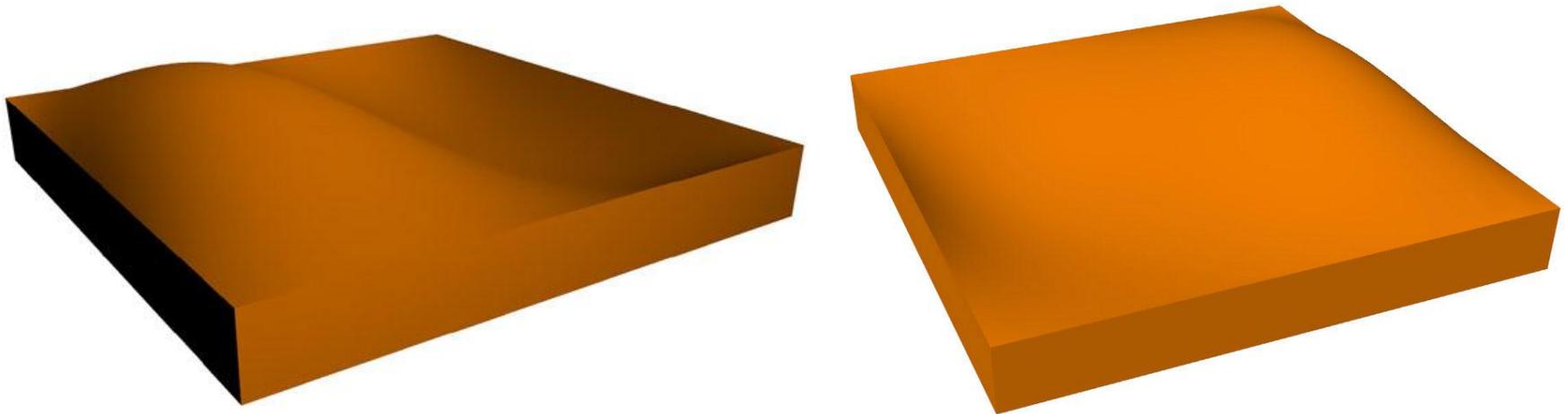


Un modo semplificato di esporre tale problema consiste nell'identificare i tre piani ortogonali ai piani xy ; xz ; yz i quali intersecandosi individuano l'asse della fresa.

Problema 3 – forme bombate, no sottosquadra

Esercizio 01 – Relazione fresa-finitura

Produrre in un pezzo parallelepipedo uno scavo concavo-convesso (superficie NURBS). Cinque gradi di libertà. La fresa è sempre normale ai piani tangenti nei punti presso i quali, momento per momento, si trova a passare.

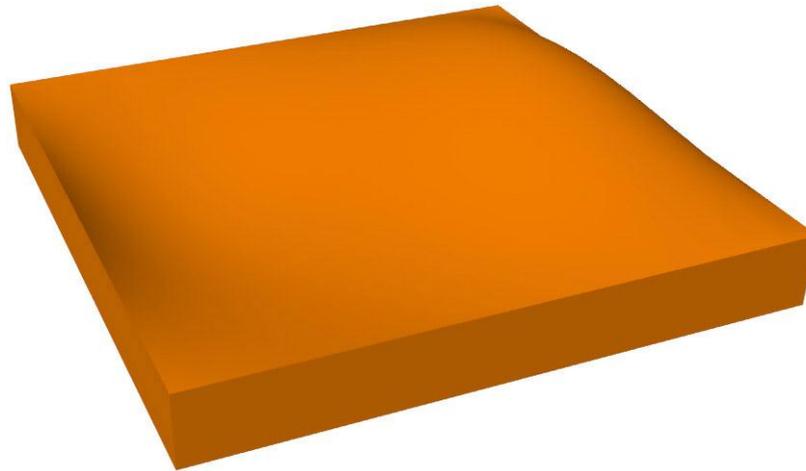


Il tipo di finitura che si vuole ottenere deve essere il più uniforme possibile, tale da impegnare al minimo la fase di scartavetratura, con vantaggi di tempo.

Problema 3 – forme bombate, no sottosquadra

Esercizio 02 – Ottimizzazione delle scansioni

Il grado di finitura ottimale conseguente ad una elettro-fresatura è direttamente conseguente alla frequenza delle scansioni. Nel caso di frese a sfera, la traccia di lavorazione è costituita da una serie di canali alternati da una serie di creste.



Disegnare le
creste

In rapporto al diametro della fresa, più saranno rade le scansioni, più saranno pronunciate le asperità tra una scansione e la successiva.

Problema 4 – forme bombate, con sottosquadra

Esercizio 01 – Criteri di giustapposizione del pezzo sul CNC

In un generico pezzo parallelepipedo si vuole produrre una superficie bombata con una porzione ripiegata su se stessa in modo da formare una rientranza a sottosquadra, secondo una geometria-guida determinata da una NURBS.

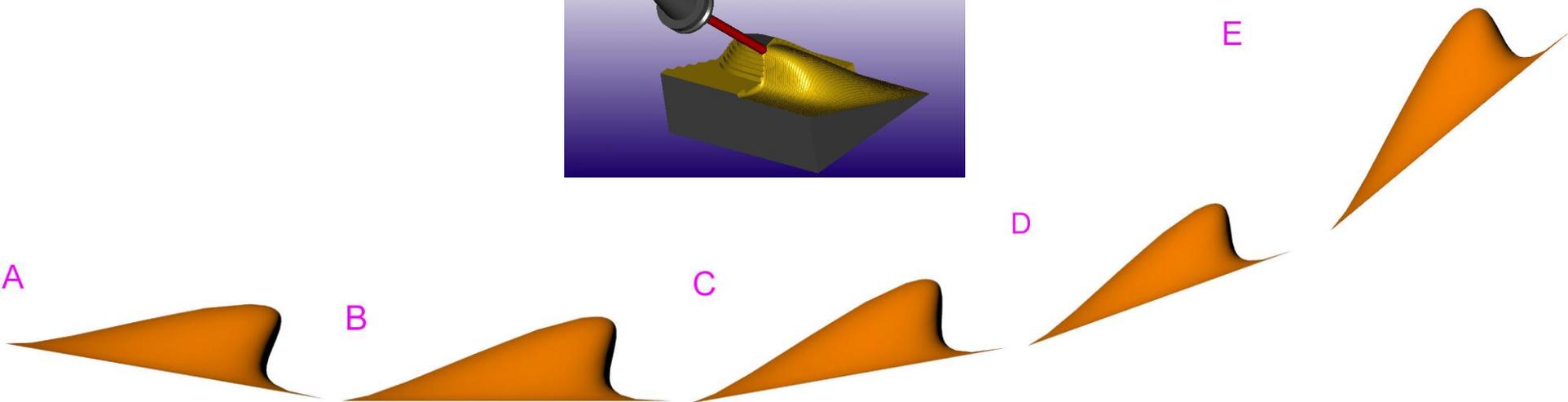
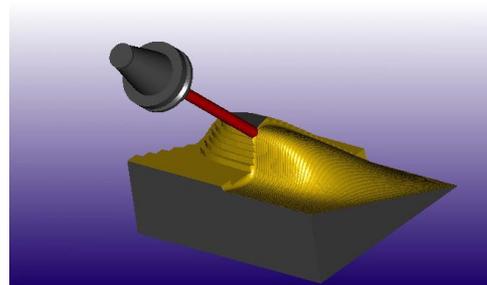


Nell'esercizio il tipo di scansione prescelto è quello di tipo "lineare". Altri tipi di strategia possibili potrebbero essere, per esempio, quelli "radiale" o "a spirale".

Problema 4 – forme bombate, con sottosquadra

Esercizio 02 – Forma del sottopezzo di fissaggio

Un vincolo può essere costituito dal grado della ripiegatura, il quale, interagendo con limiti di brandeggio nel post-processor impone di aggirare l'ostacolo con un fissaggio ruotato ad hoc mediante apposito sottopezzo.

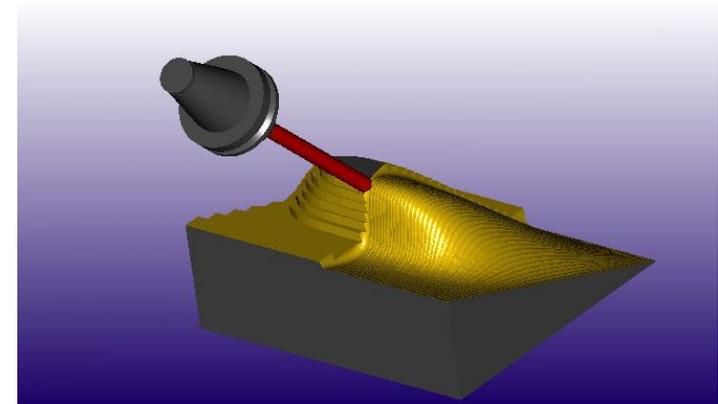
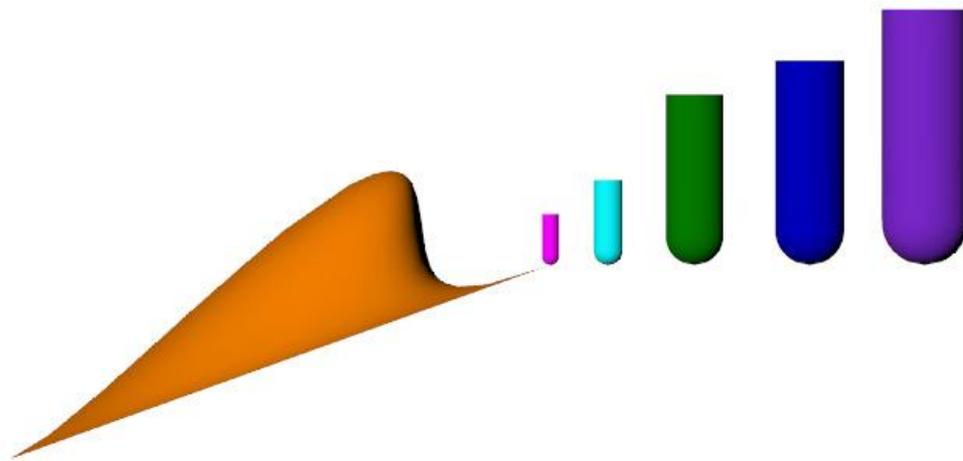


È questo un modo per ottenere il risultato di non avere parti nascoste alla fresa nel pezzo fissato.

Problema 4 – forme bombate, con sottosquadra

Esercizio 03 – Fresa e raggio minimo di superficie

Un vincolo di altra natura può essere costituito dalla relazione tra minimo raggio di curvatura della superficie e raggio di curvatura della calotta sferica della fresa.

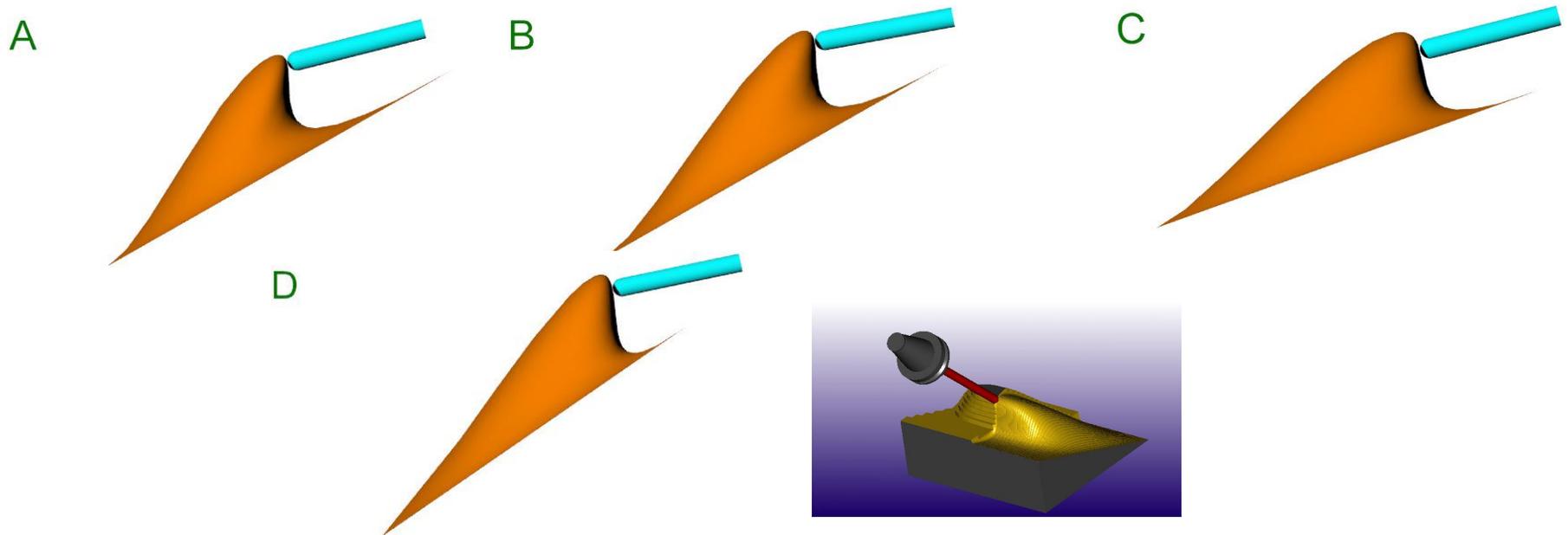


Per esempio, una fresa troppo piccola sarebbe, da un lato, compatibile con la lavorazione ma, dall'altro, imporrebbe un maggior numero di percorsi.

Problema 4 – forme bombate, con sottosquadra

Esercizio 04 – Rischi di collisioni dell'utensile

Ha particolare significato il rapporto tra l'acutezza del ripiegamento della superficie e la distanza di questo dai bordi, tale per cui può sussistere una probabilità di collisione tra gambo della fresa e parti periferiche della superficie.

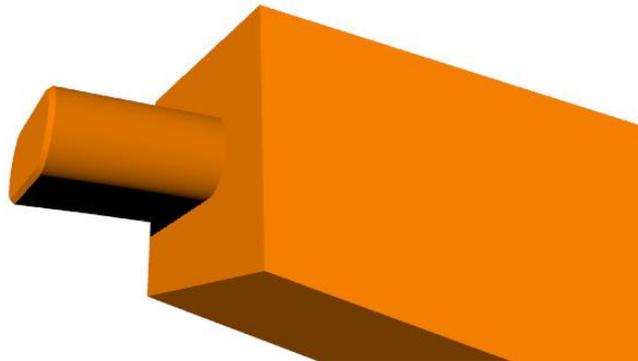
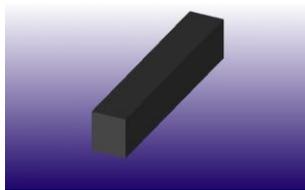


Ciò, per esempio, si può verificare con alta probabilità se il grado di ripiegamento è elevato e la distanza della zona ripiegata è distante dai bordi.

Problema 5 – buchi, cave e tenoni, sghembi

Esercizio 01 – tenone – relazione fusto-rasamento

Un punto essenziale è costituito dal rapporto spaziale tra fusto del tenone e suo rasamento. Questo può assumere caratteristiche diverse.

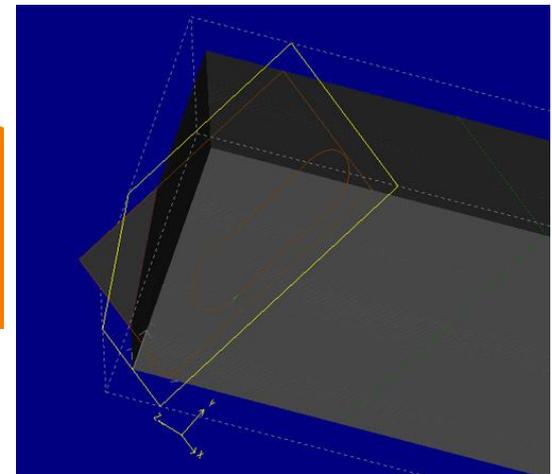
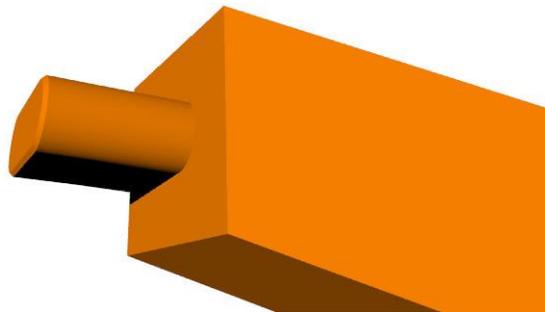
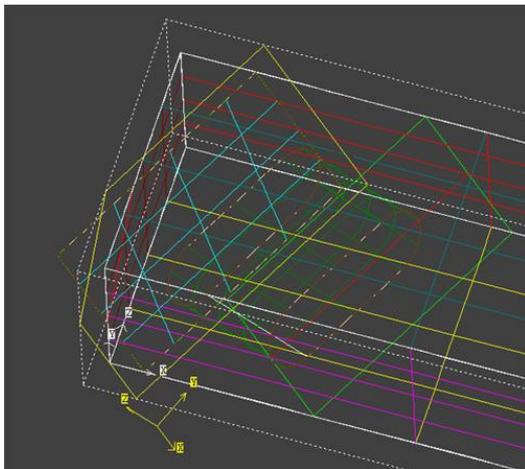


Per esempio, può risultare che il rasamento sia normale al fusto del tenone, oppure che con questo assuma una qualsiasi posizione sghemba.

Problema 5 – buchi, cave e tenoni, sghembi

Esercizio 02 – tenone – coordinate assolute e relative

Ogni software evidenzia coordinate assolute ma, in casi particolari, permette di utilizzare coordinate relative. Ciò può significare un semplice spostamento d'origine, ma anche una vera e propria roto-traslazione nello spazio 3D.

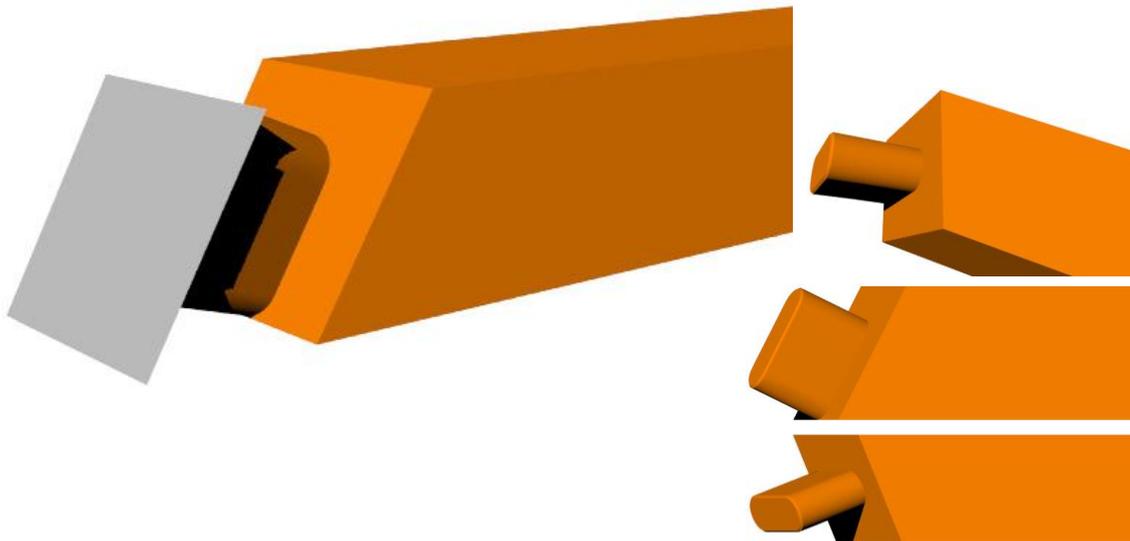


Nella figura a sinistra, le prime appaiono in colore bianco, mentre le seconde appaiono in colore giallo.

Problema 5 – buchi, cave e tenoni, sghembi

Esercizio 03 – tenone – relazione fusto-testate

Fresato il fusto del tenone e fresato il rasamento, occorre procedere all'intestazione del primo. La soluzione più idonea è quella che offre la minore possibilità che si creino spazi vuoti interni alla giunzione.

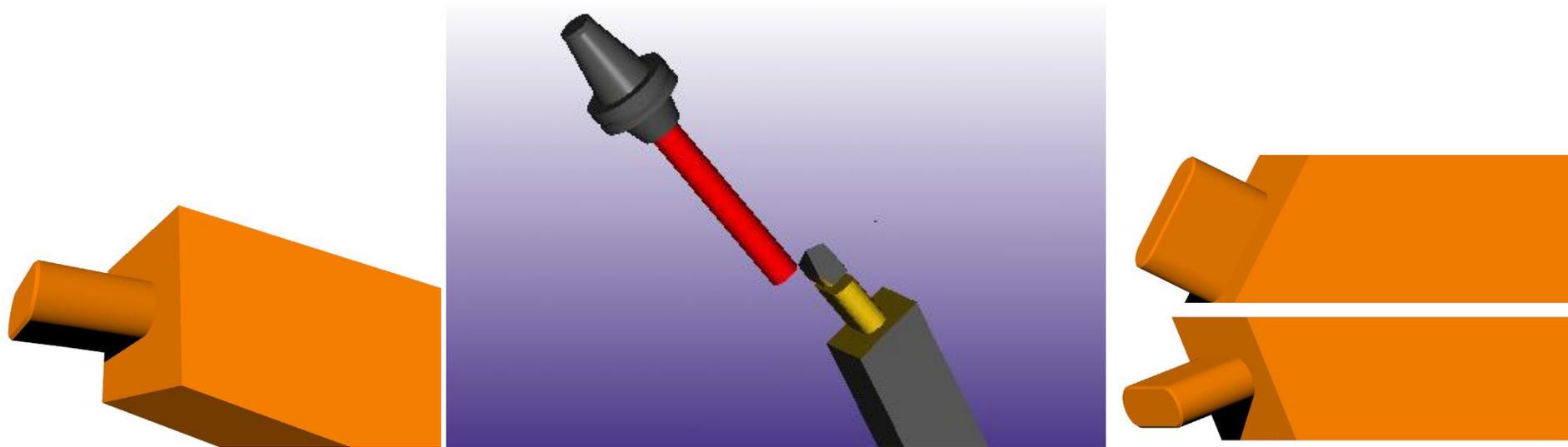


La reale geometria del pezzo deve essere in stretta connessione con quella implicita praticata dal CNC (tipo di software, fresa, strategia di lavorazione).

Problema 5 – buchi, cave e tenoni, sghebbi

Esercizio 04 – tenone – relazione fresa-fusto-rasamento

Il piano del rasamento è normale all'asse del tenone e il raccordo tra di essi è a raggio zero. Si tratta di una regola universalmente praticata e difficilmente eludibile stante il sistema operativo insito nel funzionamento di un CNC.

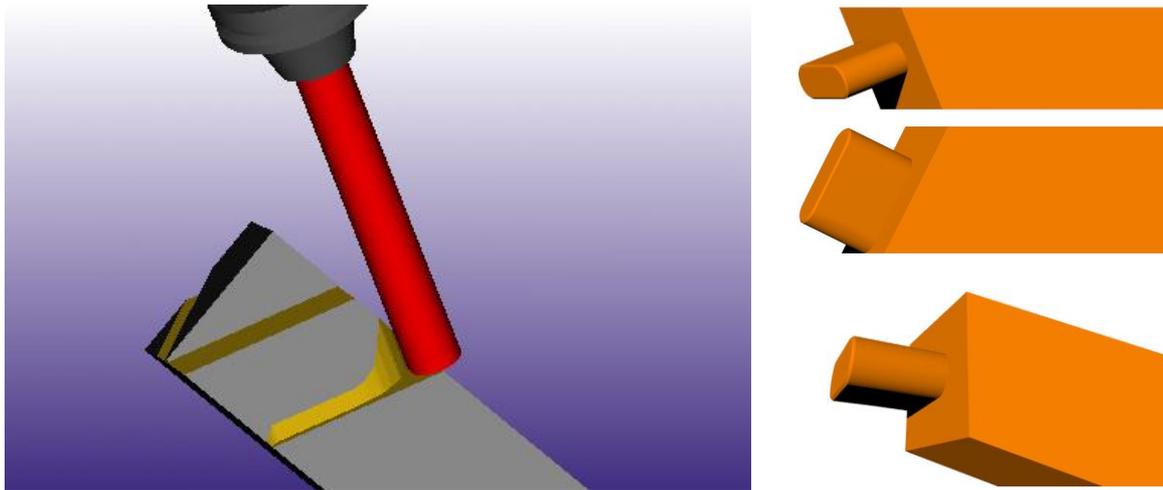


Ne consegue che, per sviluppare questo tipo di lavorazione, la scelta del tipo di fresa si riduce praticamente ad una sola possibilità: la fresa cilindrica.

Problema 5 – buchi, cave e tenoni, sghebbi

Esercizio 05 – tenone – relazione fresa-dimensione del pezzo

Il problema a questo punto insorgente è dato dal rapporto tra diametro della fresa e ali del rasamento. Può accadere che l'ampiezza di dette ali sia maggiore del diametro della fresa.

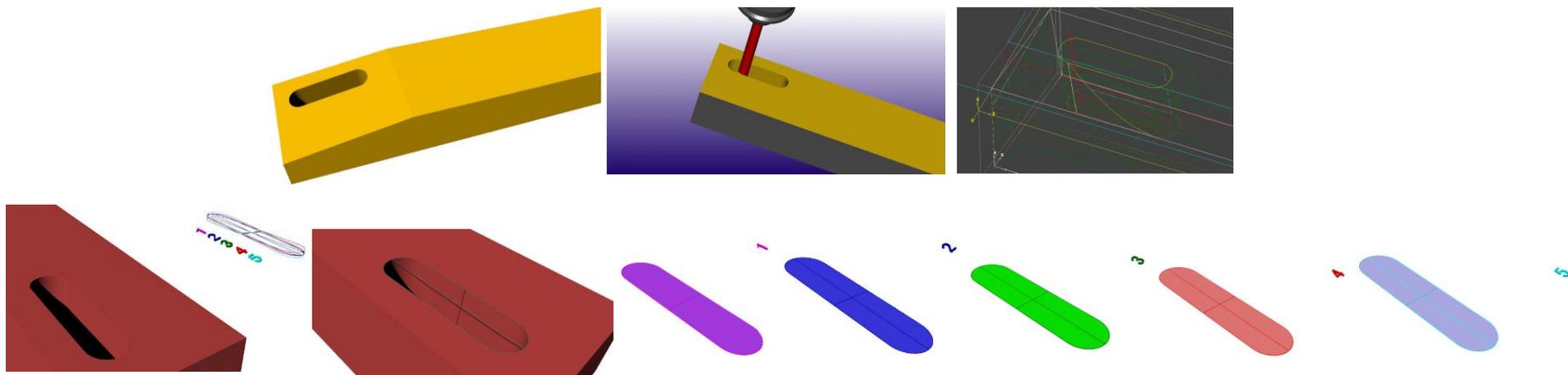


In tal caso, se non si dispone di una fresa di diametro maggiore, occorre sviluppare due o più cicli concentrici di taglio.

Problema 5 – buchi, cave e tenoni, sgheambi

Esercizio 06 – mortasa

Per attivare il processo CAM, occorre stabilire la corretta geometria della mortasa. Col tracciamento dell'ovale di riferimento (il cui piano deve essere normale all'asse della fresa), va stabilito il corretto sistema di coordinate locali.

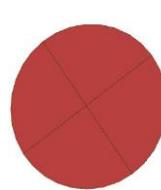
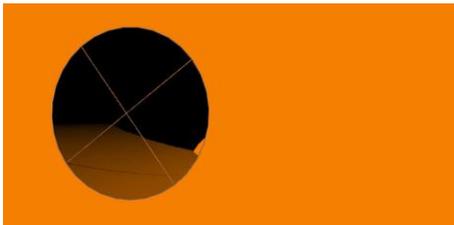
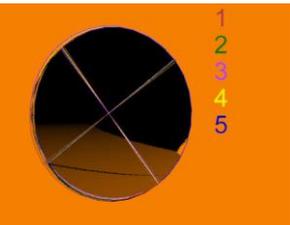
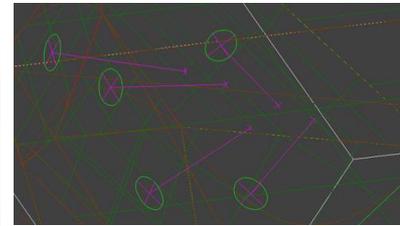
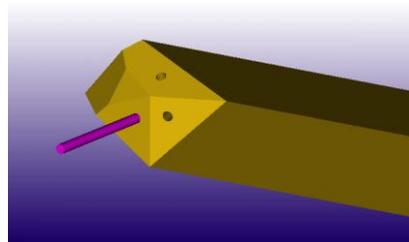
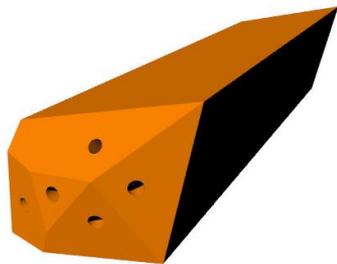


In mobywood l'esplicitazione di queste problematiche è sviluppata con l'artificio del trascinamento di figure simili, di cui una sola è esatta.

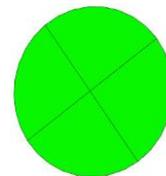
Problema 5 – buchi, cave e tenoni, sghembi

Esercizio 07 – bucatore

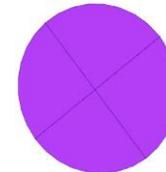
Per attivare il processo CAM, occorre stabilire la corretta geometria della bucatore. Col tracciamento del cerchio di riferimento (il cui piano deve essere normale all'asse della fresa), va stabilito il corretto sistema di coordinate locali.



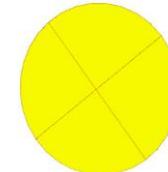
1



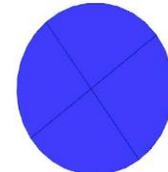
2



3



4



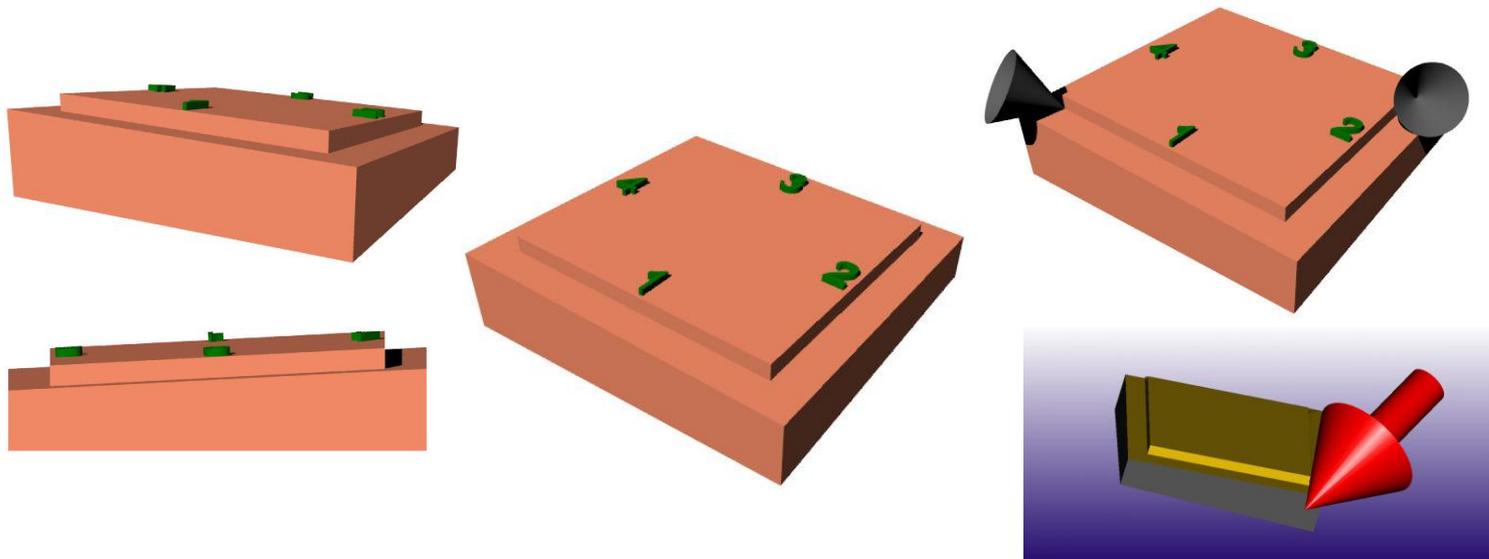
5

In mobywood l'esplicitazione di queste problematiche è sviluppata con l'artificio del trascinarsi di figure simili, di cui una sola è esatta.

Problema 6 – praticare canali, battute, incisioni

Esercizio 01 – battute rettilinee comunque orientate

Si hanno in questo caso quattro battute con i seguenti vincoli: una prima serie di facce sono tra loro complanari e parallele al piano sghembo; una seconda serie di facce sono ciascuna parallela alla faccia più vicina.

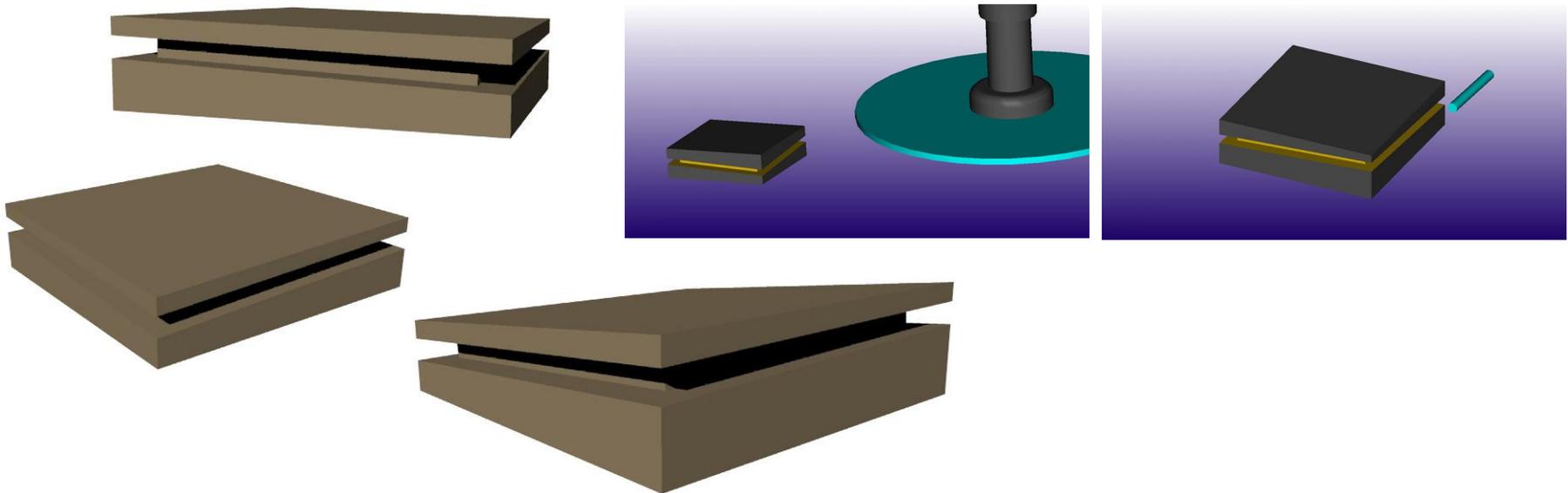


Non formandosi diedri retti, tale problema potrà essere risolto tramite una fresa a cono, come si è visto in precedenza per casi simili.

Problema 6 – praticare canali, battute, incisioni

Esercizio 02 – fresature rettilinee comunque orientate

Questo tipo di operazione può essere fatto sia con frese cilindriche, ma anche con frese piatte (oltre alle similari lame a disco). A seconda della fresa adottata, cambia radicalmente l'assetto angolare della fresa stessa.

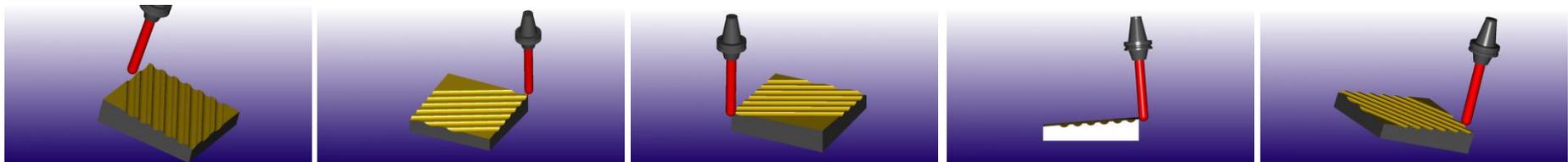
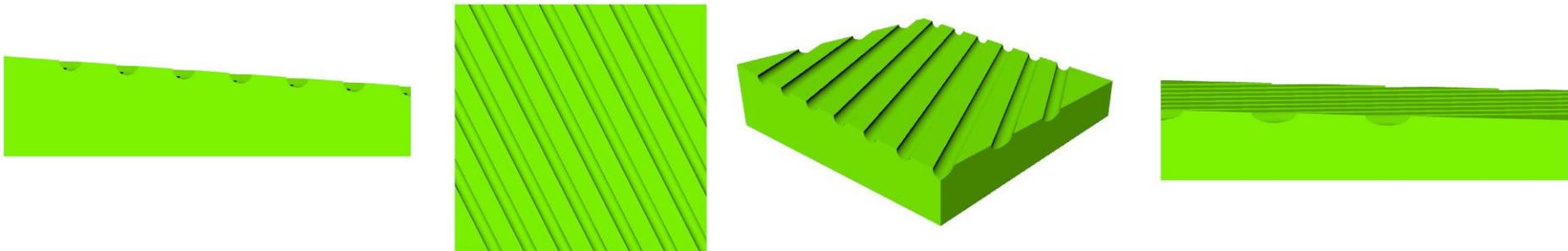


È ovvio che la capacità di asportazione di una fresa cilindrica sia potenzialmente assai inferiore a quella di una fresa piatta (e tanto meno di una lama a disco).

Problema 6 – praticare canali, battute, incisioni

Esercizio 03 – scanalature rettilinee comunque orientate

Qui, in una formella presa come esempio, sono praticate scanalature con fresa a calotta sferica sulla sua faccia sghemba rispetto al pezzo. Le direzioni sono parallele tra di loro ed inclinate rispetto ai bordi.

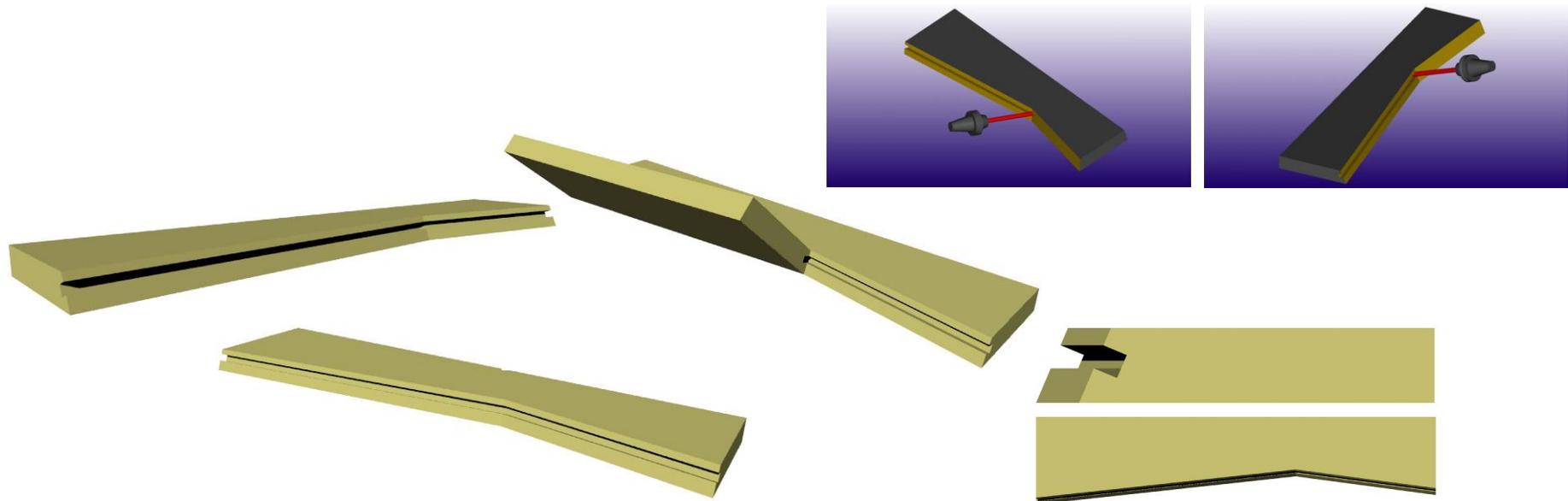


È opportuno considerare che, in ogni caso, questo tipo di operazioni non possono essere fatte con CNC dotati di soli tre gradi di libertà.

Problema 6 – praticare canali, battute, incisioni

Esercizio 04 – canali rettilinei comunque orientati

Può capitare talvolta che i bordi siano sghembi rispetto alla geometria del pezzo. Non solo, talvolta può capitare che i bordi stessi formino spezzate variamente alternanti tra convessità e concavità. Qui si ha un caso di concavità.

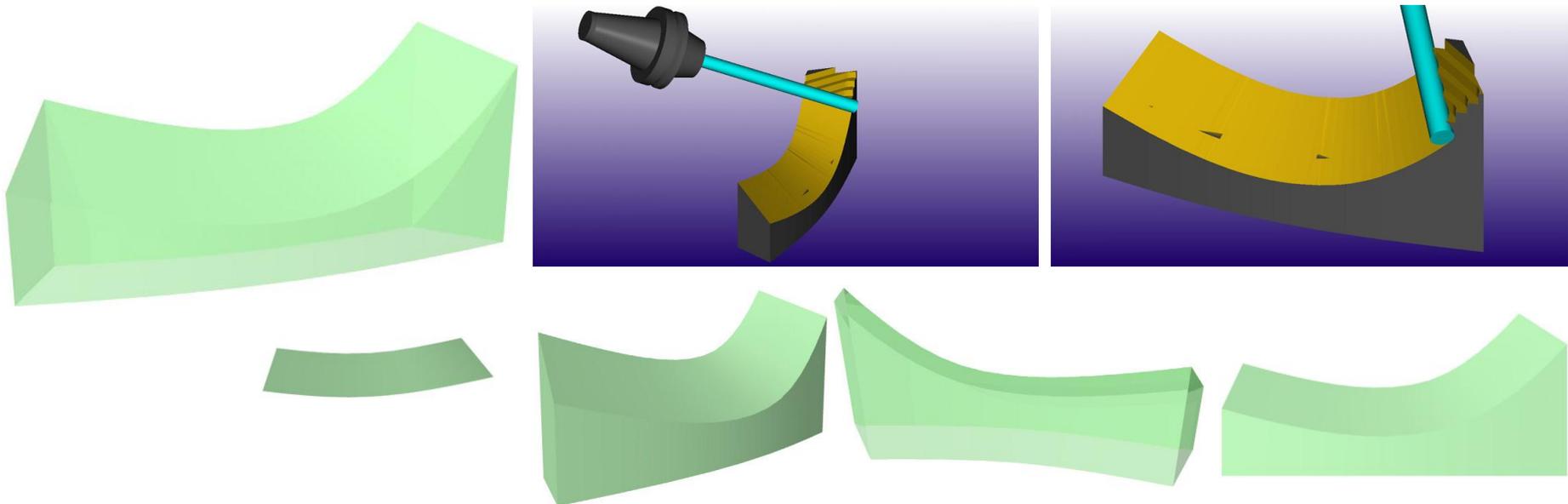


Quando la relazione tra bordi contigui è di concavità i problemi di collisione insorgono e non tutti gli utensili risultano adatti.

Problema 7 – praticare canali, battute, incisioni

Esercizio 01 – superfici rigate

Il tema delle **superfici rigate** occupa una parte peculiare nelle lavorazioni tramite CNC. Un caso emblematico è costituito dalla rifinitura dei bordi di componenti in compensato curvato, come per esempio sono sedili e schienali di sedie.

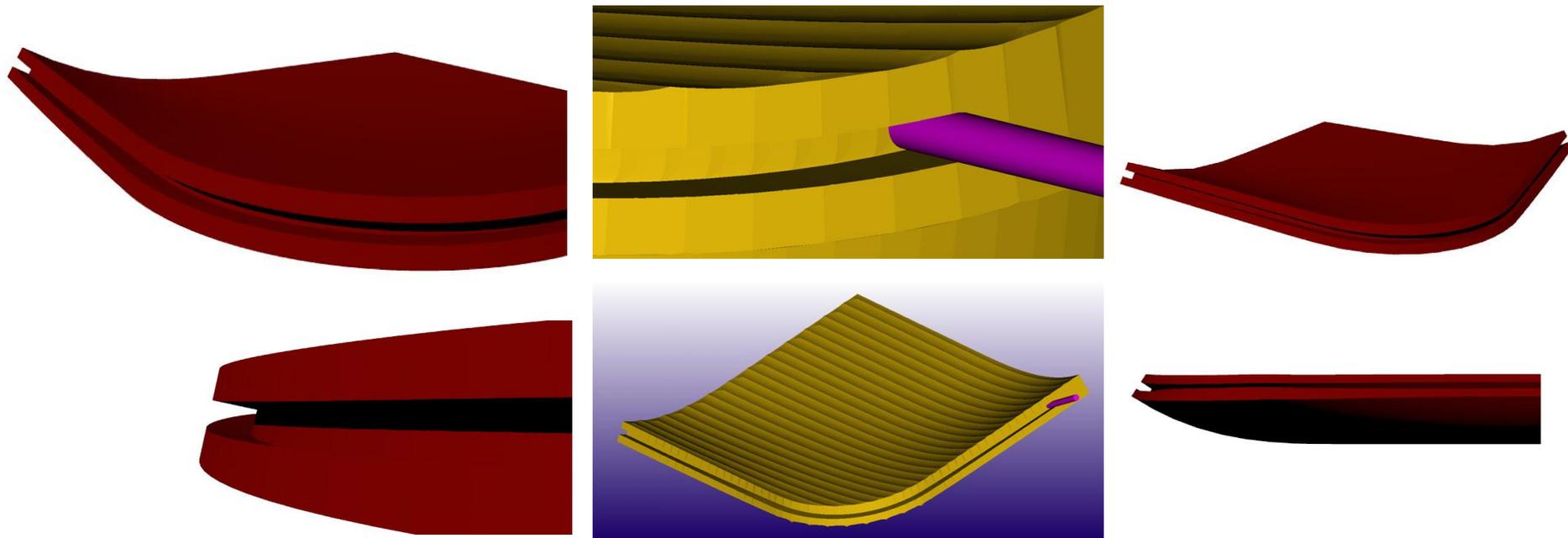


Una superficie rigata si forma tramite la traslazione di un segmento rettilineo lungo due percorsi lineari di forma qualsiasi.

Problema 7 – praticare canali, battute, incisioni

Esercizio 02 – canali curviformi – 1

Nel caso qui presentato, le superfici rigate sono cinque: due esterne, tre interne. Le due esterne provengono da quella che prima dell'incisione costituiva il bordo unico.

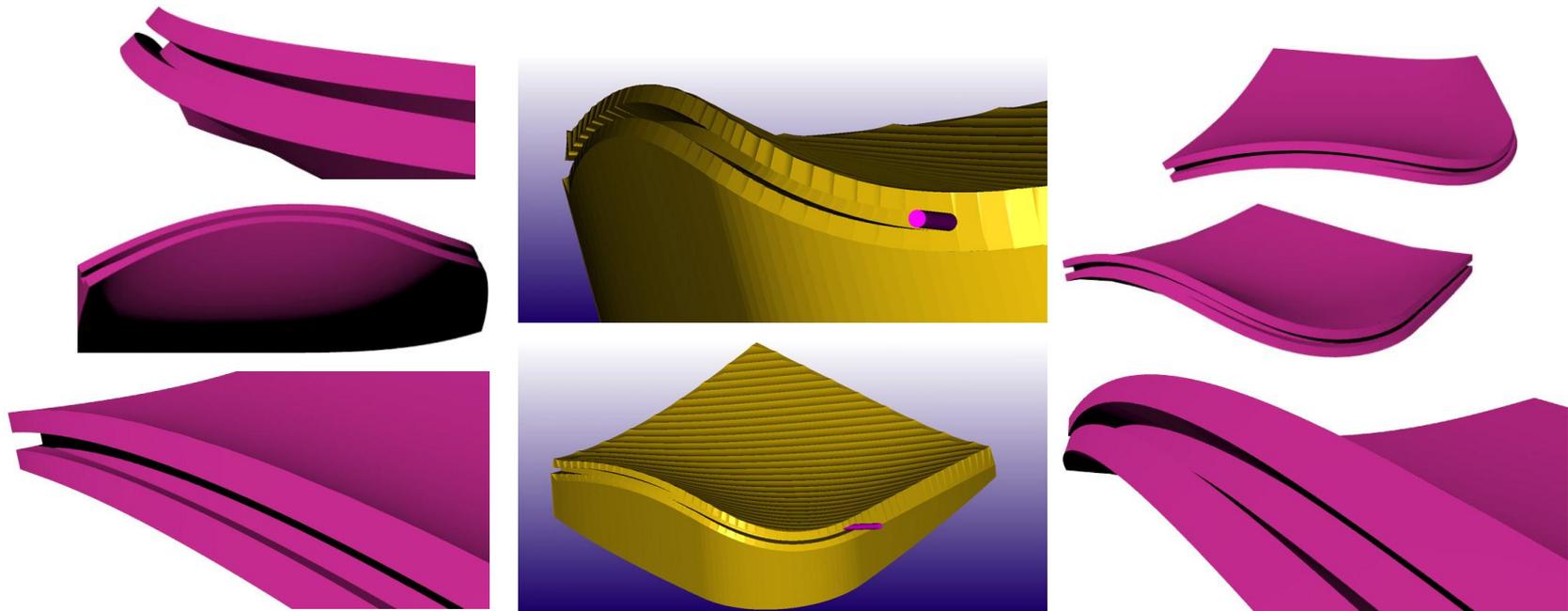


Rispetto al caso precedente, qui si manifesta una differenza: il diverso assetto della fresa, o per meglio dire, il diverso orientamento del suo asse.

Problema 7 – praticare canali, battute, incisioni

Esercizio 03 – canali curviformi – 2

Qui, il bordo scanalato ha un andamento sinuoso molto accentuato e la fresa nel descrivere il proprio percorso deve compiere un più spinto brandeggio. Agisce sempre una fresa cilindrica con asse, punto per punto, ortogonale al bassofondo.



Va considerata una soglia oltre la quale non si può spingere l'accentuazione sinusoidale.