

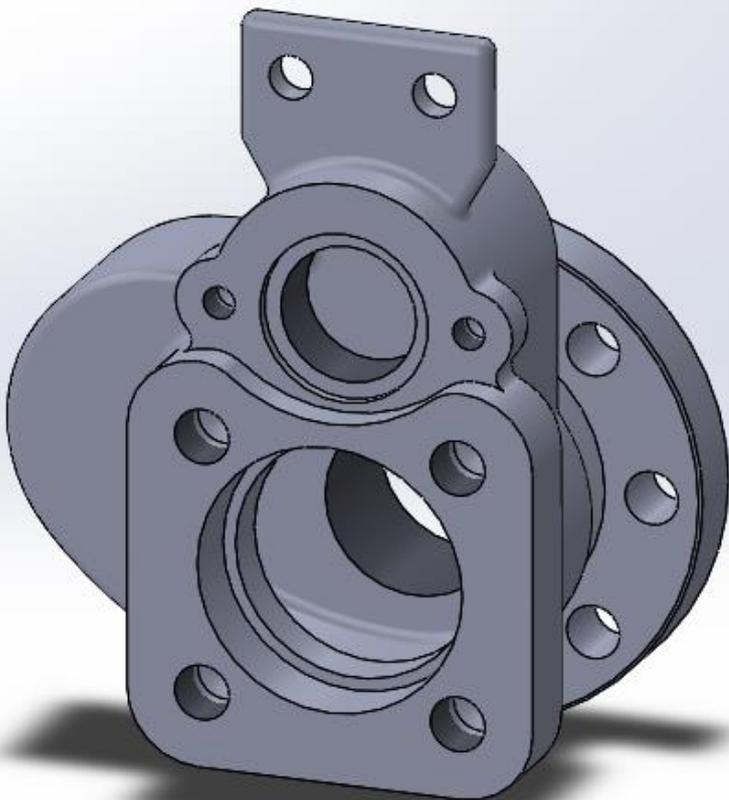


**Università degli Studi di Pisa**

**Corso di Laurea in  
Ingegneria Meccanica  
Anno accademico 2014/2015**

**Prof. M. Santochi**

# **Progetto di Tecnologia Meccanica Valvola a dischi per condotto GPL**



**Simone Bigini  
Guido Nisti  
Leonardo Zummo**

# Indice

## 1. Introduzione

### 1.1 Generalità

### 1.2 Scelta dei processi di produzione

## 2. Studio dei processi produttivi del corpo

### 2.1 Disegno di particolare

### 2.2 Scelta del tipo di formatura

### 2.3 Studio del processo di fusione

#### 2.3.1 Generalità

#### 2.3.2 Dal disegno finito al greggio

#### 2.3.3 Definizione dell'anima e della cassa d'anima

#### 2.3.4 Definizione dei semimodelli

#### 2.3.5 Calcolo dei moduli di raffreddamento

#### 2.3.6 Dimensionamento delle materozze

#### 2.3.7 Scelta delle staffe

#### 2.3.8 Dimensionamento del canale di colata

#### 2.3.9 Valutazione della spinta metallostatica

#### 2.3.10 Valutazione della spinta sull'anima

#### 2.3.11 Simulazione con SolidCast

### 2.4 Lavorazioni alle macchine utensili

#### 2.4.1 Scelta della macchina

#### 2.4.2 Scelta dell'attrezzatura

#### 2.4.3 Scelta degli utensili

#### 2.4.4 Fogli di ciclo e fogli di fase

## **3. Studio dei processi produttivi dell'albero**

**3.1 Disegno di particolare**

**3.2 Generalità**

**3.3 Lavorazioni alle macchine utensili**

**3.3.1 Scelta delle modalità di lavorazione**

**3.3.2 Scelta della macchina**

**3.3.3 Scelta degli utensili**

**3.3.4 Fogli di ciclo e fogli di fase**

**3.3.5 Part program**

## **4. Allegati**

**4.1 Disegno di Complessivo**

**4.2 Disegno di particolare: Corpo**

**4.3 Disegno di particolare: Albero**

**4.4 Disegno Cassa d'anima – Guscio 1**

**4.5 Disegno Cassa d'anima – Guscio 2**

**4.6 Disegno Semimodello 1**

**4.7 Disegno Semimodello 2**

## **5. Riferimenti bibliografici**

# 1. Introduzione

## 1.1 Generalità

La valvola che analizzeremo è un dispositivo meccanico la cui funzione è quella di regolare il passaggio di un fluido all'interno di una tubazione, ad essa collegata.

Nel nostro caso si tratta di una valvola la cui chiusura, effettuata dall'esterno, tramite una leva, è affidata all'interposizione di due dischi al flusso di GPL in un condotto, impedendone il passaggio.

Il dispositivo, come è visibile dal disegno di complessivo (Allegato 1) è relativamente semplice dal punto di vista costruttivo. Degno di nota è il fatto che, a parte le poche guarnizioni, il funzionamento sia affidato ad accoppiamenti meccanici acciaio-acciaio. In particolare, le parti esterne degli anelli e le superfici alle quali questi si accoppiano sono rivestite da uno strato di stellite, una lega di cobalto-cromo con piccole percentuali di molibdeno e tungsteno. Questo trattamento conferisce al pezzo una durezza elevata, resistenza all'usura, alla corrosione e alle alte temperature e notevole tenacità. Il resto dei componenti è realizzato con normale acciaio da costruzioni, ad esempio il C40, le cui principali proprietà sono riportate in figura 1.1.

**C40**

Normativa di riferimento UNI 7845  
Reference Standard UNI 7845

**Corrispondenze**  
*Comparable standards*

SIAU	DIN	W.N.	AFNOR	BS	AISI/SAE
C4	CK40	1.1186	XC42	(060A42)	(1042)

**Composizione**  
*Chemical analysis*

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Altri
.37÷.44	.50÷.80	.15÷.40	-	-	-	P e S ≤ .035

**Temperature per la lavorazione a caldo ed il trattamento termico**  
*Hot work and heat treatment temperatures*

Punti critici <i>Critical points</i>	Fucinatura <i>Forging</i>	Normalizzazione <i>Normalization</i>	Ricottura subcritica <i>Subcritical annealing</i>	Ricottura isoterma <i>Isothermal annealing</i>	Tempra <i>Hardening</i>	Rinvenimento <i>Tempering</i>
Ac1 730					840÷880	830÷850
Ac3 780	1100÷850	840÷880	650÷700	↓	660x1h	550÷650
Ms 360						acqua/water

**Caratteristiche meccaniche / Mechanical properties**

Stato <i>Condition</i>	Saggio Ø mm. <i>Specimen Ø mm.</i>	Re min. <i>N/mm2</i>	Rm <i>N/mm2</i>	A min. <i>%</i>	KCU min. <i>J</i>	Durezza HB allo stato <i>HB hardness in the following conditions</i>
Bonificato <i>Hardened and tempered</i>	16	490	700÷840	15	25	Ricotto lavorabile / <i>Soft-annealed</i> ≤ 220
	16÷40	420	640÷780	17	25	Ricotto isoterma / <i>Isothermal annealed</i> 155÷210
	40÷100	370	590÷740	18	20	Ricotto sferoidale / <i>Spheroidal annealed</i> ≤ 179
Normalizzato / <i>Normalized</i>	16÷100	325	570÷720	18		

**Temprabilità**  
*Hardenability*

HRC / % Martensite	Diametro temprabile mm. / <i>Hardenable diameter mm.</i>
90% 50%	olio/oil acqua/water
53 42	- 25

Figura 1.1

## 1.2 Scelta dei processi di produzione

I componenti dei quali analizzeremo in dettaglio i processi produttivi sono il Corpo (Body) e l'Albero (Stem), rispettivamente i particolari 8 e 4.

La geometria complessa del Corpo richiede una realizzazione tramite fusione e successiva lavorazione su centro di lavorazione a controllo numerico. Il numero di pezzi da realizzare è 50, pertanto opteremo per la tecnica di fusione in terra non meccanizzata, per ridurre al minimo i costi fissi e mantenere una certa economicità di scala.

Per gli alberi, a causa della elevata quantità di pezzi da produrre (3000 esemplari), è stato scelto un processo di lavorazione su tornio a controllo numerico con avanzamento automatico di barre commerciali.

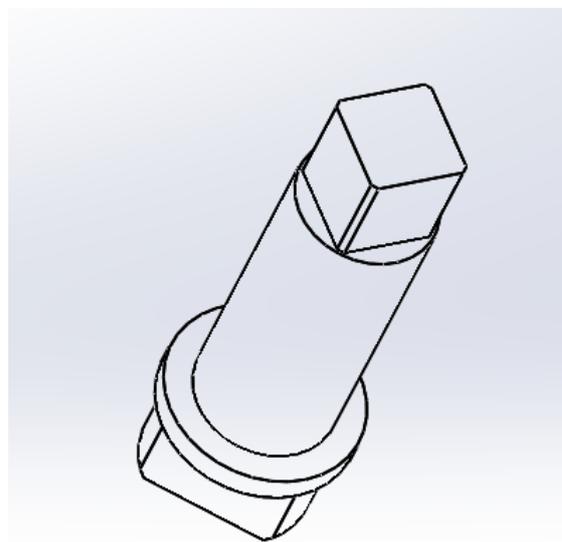


Figura 1.2

## 2. Studio dei processi produttivi del Corpo

### 2.1 Disegno di particolare

Per il disegno di definizione del particolare qui analizzato si rimanda all'allegato n°2

### 2.2 Scelta del tipo di formatura

In funzione del materiale del greggio, delle dimensioni e della geometria del pezzo è stato scelto il metodo di formatura in forma transitoria, in terra. Questo metodo è caratterizzato dal fatto che ogni forma può essere utilizzata per una sola colata e viene distrutta al momento dell'estrazione del greggio. In particolare, il basso numero di pezzi da realizzare (50) impone la scelta di strategie di produzione che minimizzino i costi fissi, data la evidente difficoltà nell'ammortamento di questi.

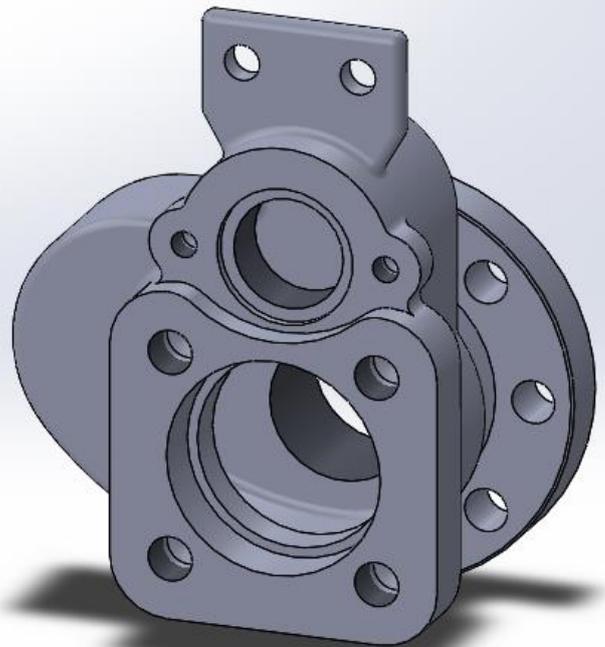


Figura 2.1

## 2.3 Studio del processo di fusione

### 2.3.1 Generalità

Un aspetto molto importante è la scelta del piano di divisione delle due semiforme. Considerazioni sulle situazioni di sottosquadro ci portano a concludere che la migliore scelta sia quella illustrata in figura 2.2, nonostante sia presente una superficie, evidenziata in azzurro in figura 2.3, che determina problemi in fase di sformatura. La soluzione individuata è quella di realizzare tale profilo curvilineo in una seconda fase.

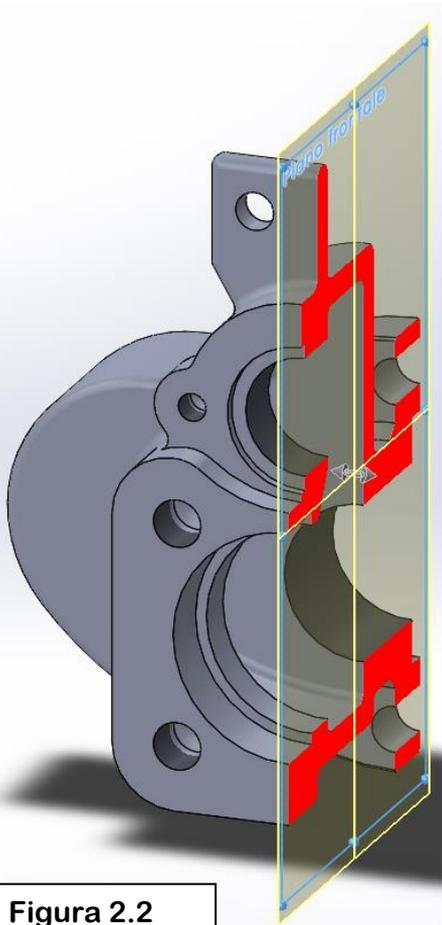


Figura 2.2

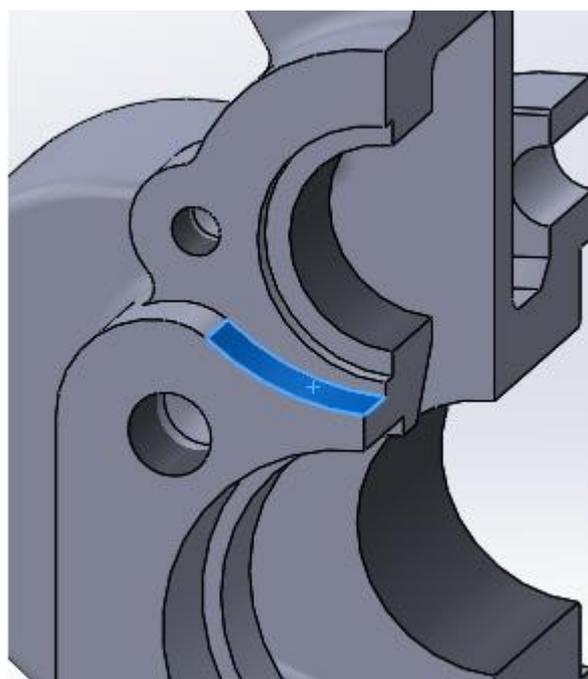


Figura 2.3

La parte evidenziata in figura 2.4, potrebbe costituire una criticità durante la colata, dato che si tratterebbe di una porzione di greggio a bassissimo modulo di raffreddamento. Inoltre, la funzione adibita a tale parte è quella di accogliere una targhetta contenente dettagli tecnici riguardanti il funzionamento della valvola, il fissaggio della quale è assicurato da due fori, in corrispondenza dei quali verranno inserite due viti con dadi.

Per queste considerazioni e per il basso numero di pezzi da realizzare, si è scelto di reperire sul mercato delle piastrine già forate e saldarle al greggio dopo il processo di sformatura e sbavatura, ma prima delle lavorazioni su macchine utensili, onde evitare deformazioni indesiderate del pezzo, condizionando negativamente la qualità delle superfici finite.

Inoltre, le dimensioni della targhetta e della piastrina portatarghetta, non hanno nessuna rilevanza funzionale; per questo motivo non è necessario reperirle identiche a quelle previste dal disegno tecnico.

Per il fissaggio della piastrina, abbiamo optato per il metodo di saldatura autogeno ad arco elettrico rivestito. Le motivazioni di tale scelta sono la maggiore economicità, la facilità di esecuzione e le dimensioni ridotte. Dato che il giunto non dovrà sopportare forze elevate o assolvere funzioni strutturali particolari, la saldatura può essere realizzata su un lato solo. La piastrina dovrà essere preparata tramite opportuna cianfrinatura con angolo a  $60^\circ$ ; si tratta di una saldatura in piano ad L, in corrente alternata con elettrodo al rutilo.

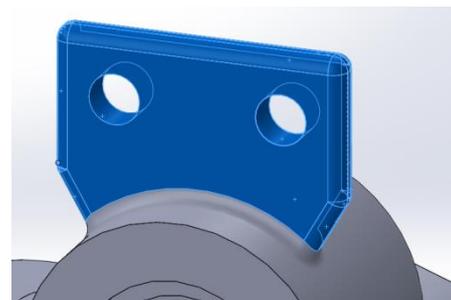


Figura 2.4

La macchina scelta per effettuare la saldatura è la Stanley STAR 3200, della quale riportiamo immagine e specifiche tecniche nelle figure 2.5 e 2.6, rispettivamente. Il costo di questa macchina è di 230 euro.



Figura 2.5

Corrente di saldatura minima .....	25 ampere
Corrente di saldatura massima .....	130 ampere
Potenza assorbita al 60% .....	2,4 kW
Potenza assorbita al 100% .....	4,1 kW
Elettrodo utilizzabile .....	rutile
Diametro elettrodo minimo .....	1,6 mm
Diametro elettrodo massimo .....	3,2 mm
Utilizzabile con gas .....	no
Indicata per saldare .....	acciaio, acciaio inox
Protezione termica .....	si
Ventilata .....	si
Regolazione corrente .....	manuale
Dimensioni (LxHxP): .....	12,2 x 15,9 x 28,1 cm
Peso .....	5,7 kg
Completa di .....	maschera, pinze, cavi, martellino battiscoria, valigetta

Figura 2.6

## 2.3.2 Dal disegno finito al greggio

Il processo di fusione non permette di ottenere sufficiente qualità superficiale e soddisfare le tolleranze geometriche e dimensionali previste. Per questo motivo il greggio dovrà essere lavorato alle macchine utensili. Al disegno del pezzo finito, quindi, apportiamo delle modifiche assegnando i sovrametalli alle superfici che dopo il processo di fusione subiranno lavorazioni per asportazione di truciolo. Alla luce della distinzione tra “dimensioni critiche” e “dimensioni non

critiche”, ovvero, rispettivamente, tra quote importanti dal punto di vista funzionale e non, riportiamo le tabelle dei sovrametalli consigliati da prevedere.

Quote nominali di riferimento (mm)	MASSIMA DIMENSIONE DEL PEZZO (mm)		
	≤250	250 + 1000	≥1000
≤ 40	4	4	5
40 + 65	4	4	5
65 + 100	4	4	5
100 + 160	4	5	5
160 + 250	6	6	7
250 + 400	–	6,5	7
400 + 630	–	7	8
630 + 1000	–	8	9

Il sovrametallo delle superficie di partenza si considera uguale a 3 mm per pezzi con dimensione massima ≤ 160 mm e uguale a 4 mm per pezzi con dimensione max >160 mm.

Figura 2.7 – Dimensioni non critiche

Quote nominali di riferimento (mm)	MASSIMA DIMENSIONE DEL PEZZO (mm)		
	≤250	250 + 1000	≥1000
≤ 40	6	6	8
40 + 65	6	6	9
65 + 100	6	7	10
100 + 160	7	7	10
160 + 250	8	8	10
250 + 400	–	9	11
400 + 630	–	10	12
630 + 1000	–	11	14
1000 + 1800	–	–	17
1800 + 2500	–	–	20

Il sovrametallo della superficie di partenza si considera uguale a 4 mm.

Figura 2.8 – Dimensioni critiche

Inoltre, va considerato il ritiro volumetrico del metallo fuso che avviene durante il raffreddamento e la solidificazione, tutt'altro che trascurabile. Per semplicità, invece, consideriamo il ritiro approssimato lineare della lega (2%) e maggioriamo di conseguenza tutte le quote di quel valore.

MATERIALI	RITIRO %		
	Getti piccoli <sup>(1)</sup>	Getti medi <sup>(1)</sup>	Getti grandi <sup>(1)</sup>
Ghise grigie	1	0.85	0.7
Ghise malleabili	1.4	1	0.75
Ghise legate	1.3	1.05	0.35
Acciaio	2	1.5	1.2
Alluminio e leghe	1.6	1.4	1.3
Bronzi	1.4	1.2	1.2
Ottoni	1.8	1.6	1.4
Leghe di magnesio	1.4	1.3	1.1

<sup>(1)</sup> i getti piccoli comprendono getti con una dimensione massima <500 mm; i getti medi comprendono getti con una dimensione massima compresa tra 500 e 1000 mm; i getti grandi comprendono getti con una dimensione massima >1000mm.

Figura 2.9

Tutti i fori sulle facce del pezzo, evidenziati in figura 2.10, e gli spallamenti in azzurro di figura 2.11 verranno realizzati successivamente con lavorazioni alle macchine utensili.

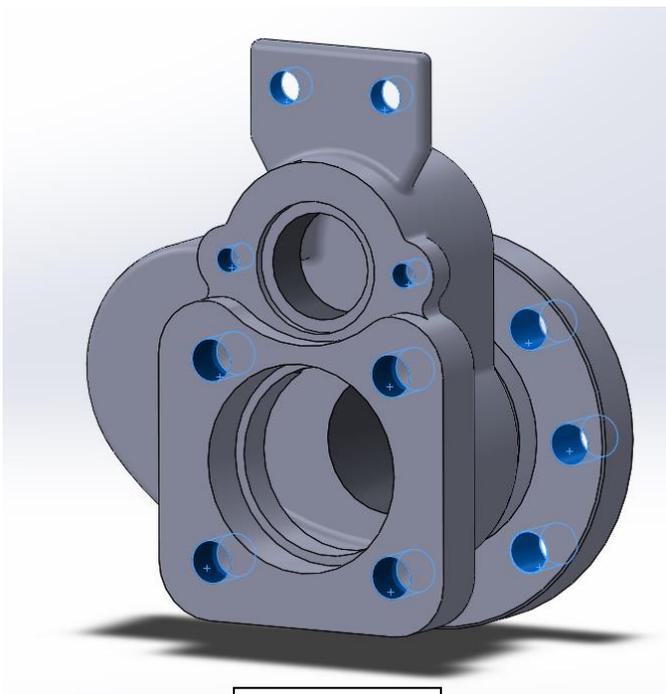


Figura 2.10

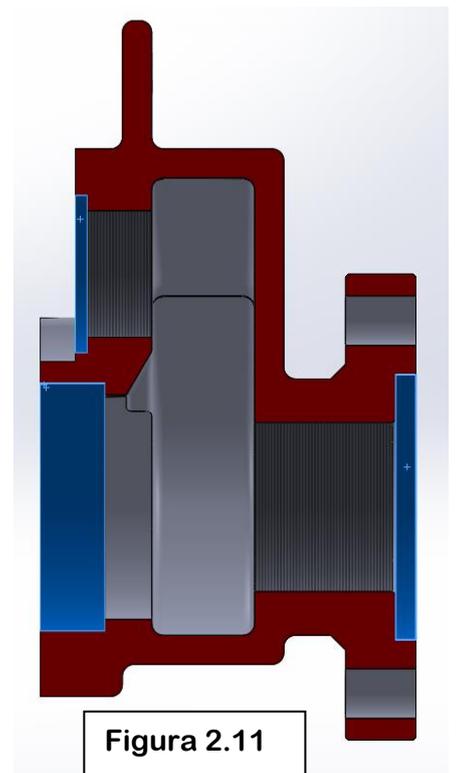


Figura 2.11

Ricordiamo che, come discusso nel paragrafo 2.3.1, la superficie evidenziata in figura 2.3 verrà realizzata con processi successivi.

Rimandando la definizione del disegno dei semimodelli ai paragrafi successivi, inseriamo due figure, 2.12 e 2.13, per permettere una visione intuitiva di come si presenterà il greggio alla luce delle scelte sopra discusse e dei sovrametalli previsti.

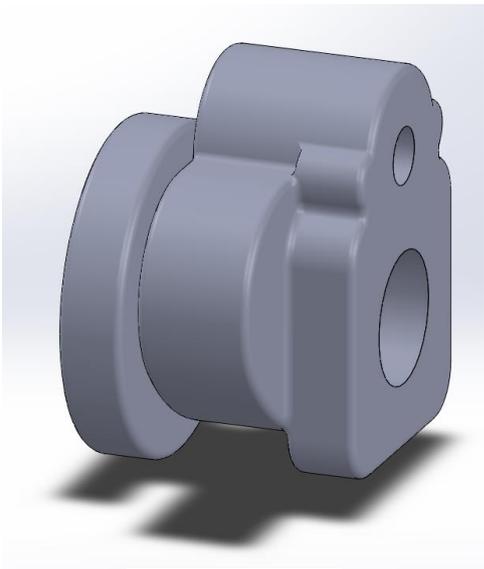


Figura 2.12

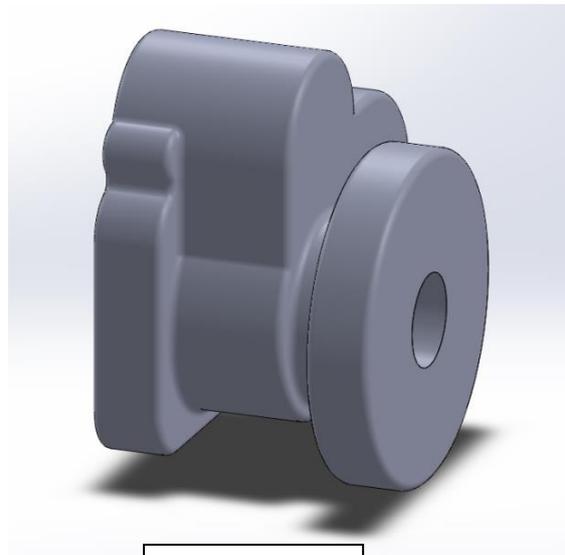


Figura 2.13

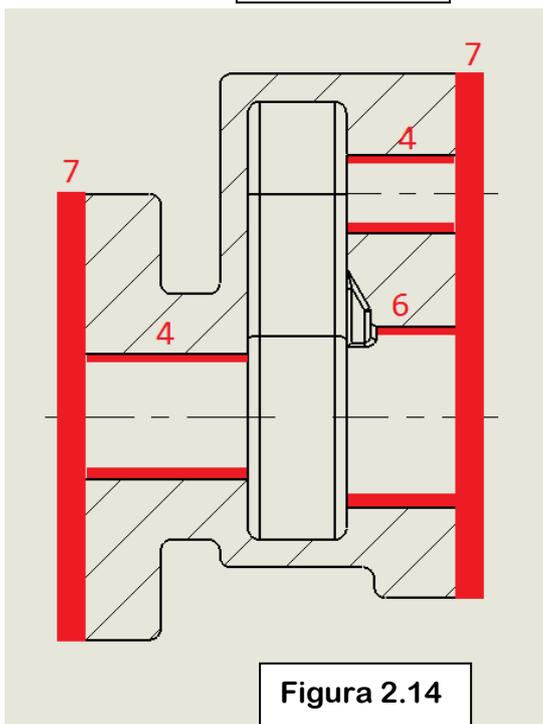


Figura 2.14

Riportiamo in figura 2.14 il risultato dell'assegnazione del sovrametalli, con il loro valore (in mm).

Sono inoltre previsti raggi di raccordo R4 su entrambi i semimodelli, per facilitare il raggiungimento della lega in tutti i punti della forma ed evitare difetti.

Con il CAD è stata effettuata un'analisi degli angoli di sformo. Sono evidenziate in figura 2.15 (Semimodello 1) e 2.16 (Semimodello 2), secondo la legenda riportata, le superfici che necessitano angolature, anche di 1-2°, per facilitare la sformatura.

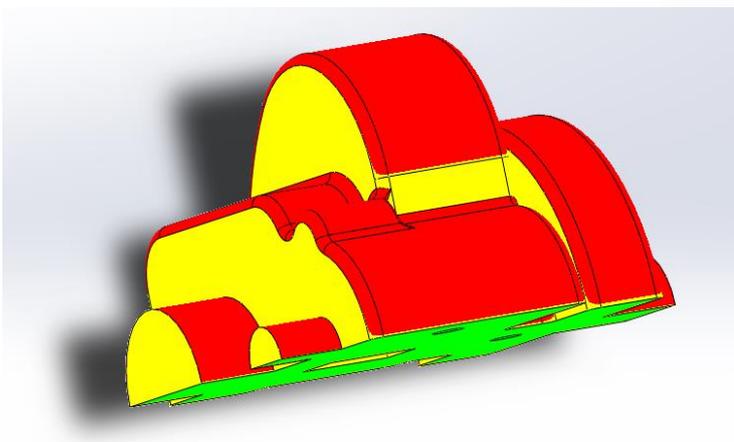


Figura 2.15

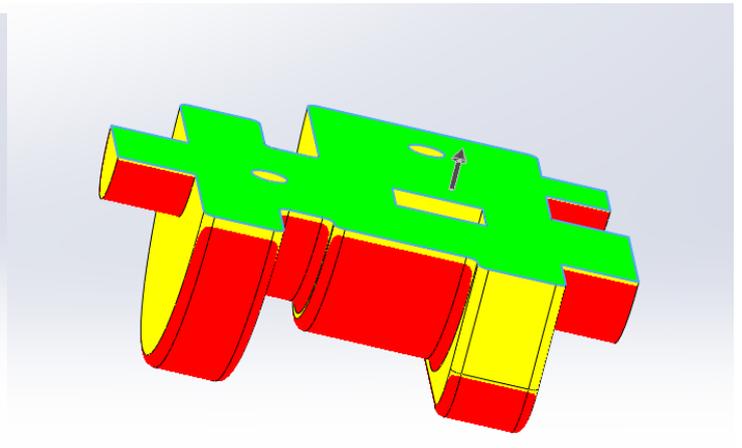


Figura 2.16

- Sformo positivo
- Richiede sformo
- Sformo negativo

## 2.3.3 Definizione dell'anima e della cassa d'anima

Per la realizzazione della parte di condotto di GPL e della sede per l'albero e portadischi abbiamo deciso di utilizzare un'anima.

Il posizionamento di questa non crea problemi, dato che la linea d'asse giace sul piano di divisione.

Al paragrafo 2.3.10 valuteremo l'installazione di un rinforzo con tondino d'acciaio.

Per il disegno della cassa d'anima, vedere gli allegati 4.4 e 4.5.

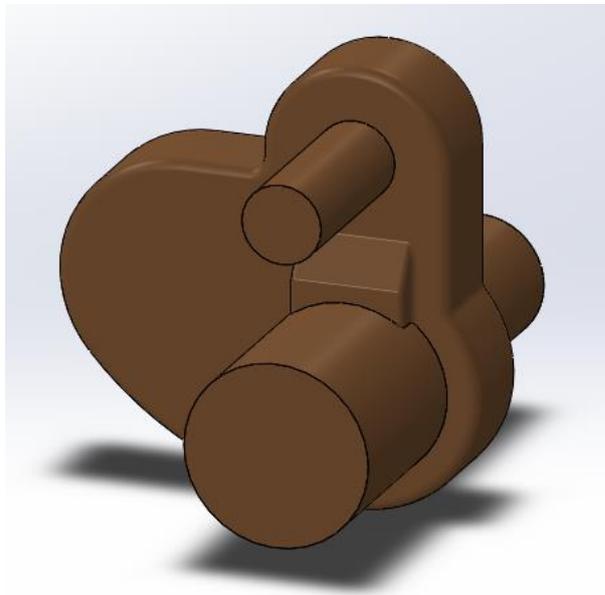


Figura 2.17

## 2.3.4 Definizione dei semimodelli

I semimodelli utilizzati per il processo di formatura saranno realizzati in legno, con appositi alloggi per spine di riferimento (Semimodello 2), per relative boccole (Semimodello 1) e piastrina di scampanatura, da fissare con viti autofilettanti in seguito.

Abbiamo tenuto anche conto della necessità di portate d'anima nella forma.

Per il disegno dei semimodelli, vedere gli allegati 4.6 e 4.7.

## 2.3.5 Calcolo dei moduli

Tra i problemi più gravi da evitare in un processo di realizzazione per fusione c'è quello delle cavità di ritiro, che si presentano come porzioni di volume della forma, simili a coni, non occupate da metallo. Non basta aver avuto la cura di maggiorare le dimensioni dei semimodelli, tenendo di conto del ritiro della lega durante la solidificazione. L'unico modo per evitare l'inconveniente sopra citato, che sarebbe causa di scarto del getto, è quello di prevedere la presenza di materozze, che fungono da veri e propri serbatoi di metallo fuso durante il raffreddamento del metallo fuso.

Per rendere la realizzazione dei semimodelli più semplice ed economica, abbiamo ritenuto opportuno comprare i "modelli" delle materozze separatamente e metterle a contatto (o eventualmente fissarle) opportunamente con questi al momento della formatura. Questa procedura è abbastanza semplice, dal momento che la superficie piana inferiore delle materozze è prevista collocata all'altezza del piano di divisione.

Per consentire la corretta alimentazione del greggio con metallo ancora allo stato liquido è necessario che proprio nelle materozze la lega solidifichi per ultima, ovvero che il gradiente termico sia diretto verso queste durante tutto il tempo di solidificazione.

Per assicurarsi di questo e capire dove le materozze debbano essere collocate per garantire la protezione del pezzo è utile dividere idealmente il greggio in parti e procedere al calcolo, per ognuna di esse, del modulo termico, definito come il rapporto tra volume e superficie esposta al contatto con la terra da fonderia.

Di seguito sono riportati i valori (ottenuti con qualche approssimazione) di volume, superficie di scambio termico e modulo di raffreddamento per ogni parte, con relativa immagine che la evidenzia.

### Parte 1.

$$\text{Volume} = 575 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{Superficie} = 37 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\text{Modulo 1} = 15,54 \text{ mm}$$

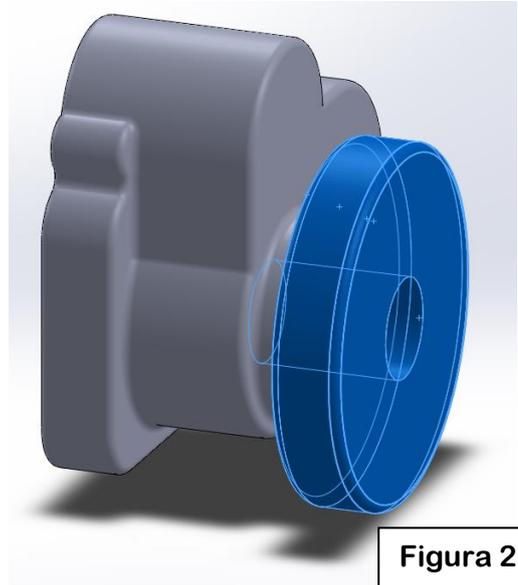


Figura 2.18

### Parte 2.

$$\text{Volume} = 95 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{Superficie} = 8,77 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\text{Modulo 2} = 10,8 \text{ mm}$$

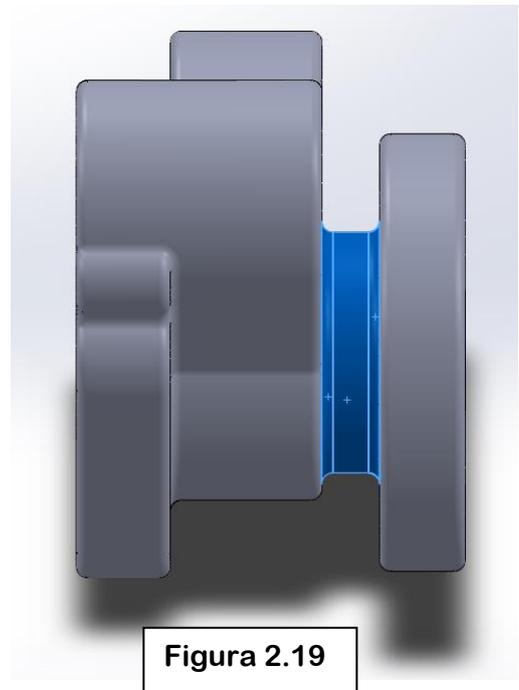


Figura 2.19

### Parte 3.

$$\text{Volume} = 185 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{Superficie} = 50 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\text{Modulo 3} = 3,7 \text{ mm}$$

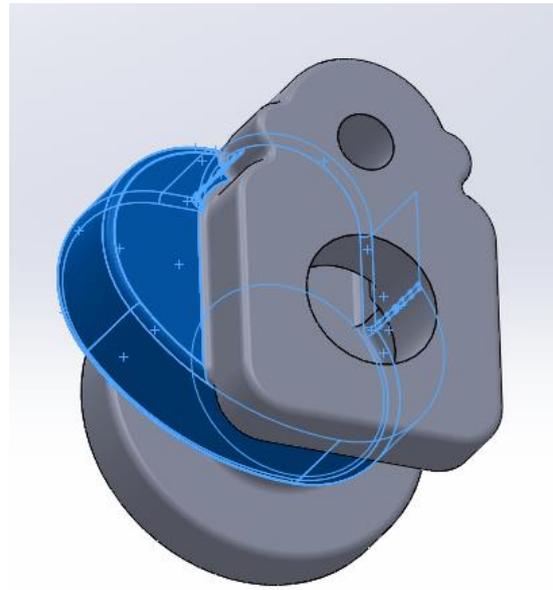


Figura 2.20

### Parte 4.

$$\text{Volume} = 585 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{Superficie} = 49 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\text{Modulo 4} = 12 \text{ mm}$$

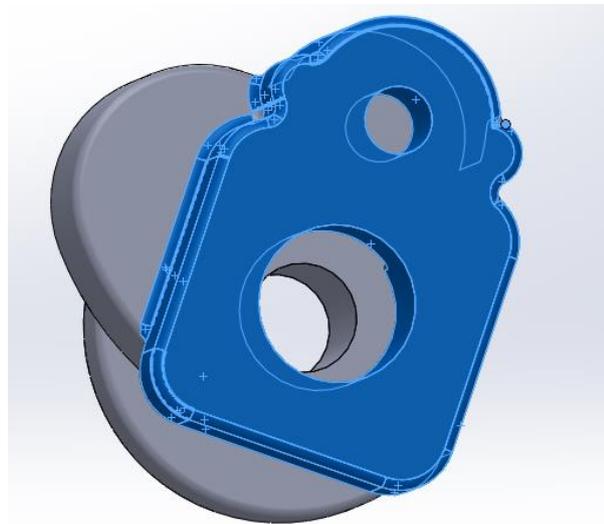


Figura 2.21

Dai risultati del calcolo dei moduli possiamo concludere che il gradiente termico non ha una sola direzione, ma due: la prima parte a solidificare sarà la 3, a seguire la 2, poi la 4 ed infine la 1.

L'assenza di cavità di ritiro nella parte 3 è assicurata dal fatto che le parti 2 e 4 la alimentano di metallo fuso. Lo stesso ruolo è assunto dalla parte 1 durante la solidificazione della parte 2. Per proteggere le ultime due porzioni del getto a raffreddare, è necessaria l'influenza di materozze: concludiamo che ne servono due e che dovranno essere collegate alle parti 1 e 4.

## 2.3.6 Dimensionamento delle materozze

La forma scelta per le materozze impiegate è quella "cieca". Il dimensionamento dovrà essere fatto in modo che il modulo termico di ognuna di esse sia 1,2 volte quello della parte del greggio a contatto. Riportiamo di seguito i calcoli.

### Materozza 1.

$$M1 = 15,54 \text{ mm}$$

$$Mm1 = 1,2 \times M1 = 18,65 \text{ mm}$$

$$Vm1 = 156 \times (18,65)^3 \cong 1 \text{ dm}^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{10^6}{1,04}} = 98 \text{ mm}$$

$$H = 1,5 \times D = 147 \text{ mm}$$

$$L = 14,7 \text{ mm}$$

$$Mc1 = 1,1 \times M1 = 17,1 \text{ mm}$$

$$\frac{a \times b}{2(a \times b)} = 17,1 \text{ mm}$$

e fissando  $a = 80 \text{ mm}$ , si ricava  $b = 60 \text{ mm}$

## Materozza 2.

$$M2 = 12 \text{ mm}$$

$$Mm2 = 1,2 \times M2 = 14,4 \text{ mm}$$

$$Vm2 = 156 \times (18,65)^3 \cong 1 \text{ dm}^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{0,46 \times 10^6}{1,04}} = 76 \text{ mm}$$

$$H = 1,5 \times D = 114 \text{ mm}$$

$$L = 11,5 \text{ mm}$$

$$Mc2 = 1,1 \times M2 = 13,2 \text{ mm}$$

$$\frac{a \times b}{2(a \times b)} = 13,2 \text{ mm}$$

e fissando  $a = 60 \text{ mm}$ , si ricava  $b = 47 \text{ mm}$ ;

dove:

**M** = modulo della parte

**Mm** = modulo della materozza

**Vm** = volume della materozza

**Mc** = modulo del collare

Gli altri nomi sono quote ricavabili dalla figura 2.22.

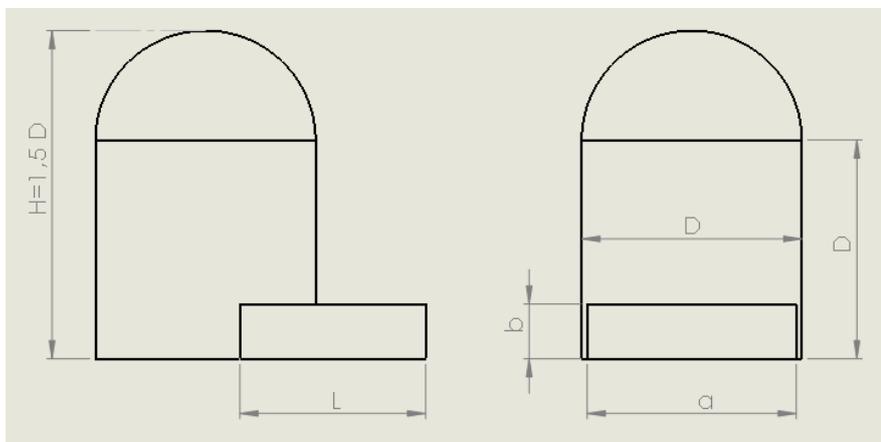


Figura 2.22

Verifichiamo che il raggio di influenza delle materozze assicuri la protezione del greggio.

$$R = k \times S$$

dove:

R = raggio di influenza

k è un coefficiente che dipende dal materiale del pezzo. Per gli acciai si aggira intorno a  $3,5 \div 5$ ; per scelta cautelativa consideriamo  $k = 3,5$ .

S = spessore medio della parte a cui la materozza in esame è collegata

$$S1 = 31 \text{ mm}$$

$$R1 = 108 \text{ mm}$$

al quale, considerando il grande margine di sicurezza che abbiamo sulla direzionalità del gradiente termico, aggiungiamo l'effetto di estremità,  $2,5 \times S1$ :

$$R1 = 77,5 \text{ mm.}$$

$$S2 = 34 \text{ mm}$$

e con le solite considerazioni fatte per la materozza 1:

$$R2 = 119 \text{ mm.}$$

Le materozze riescono ad alimentare un volume addirittura superiore a quello del resto del greggio, infatti, per ognuna:

$$V_{MAX} = V_m \times \frac{14-b}{b} = 1 \text{ dm}^3$$

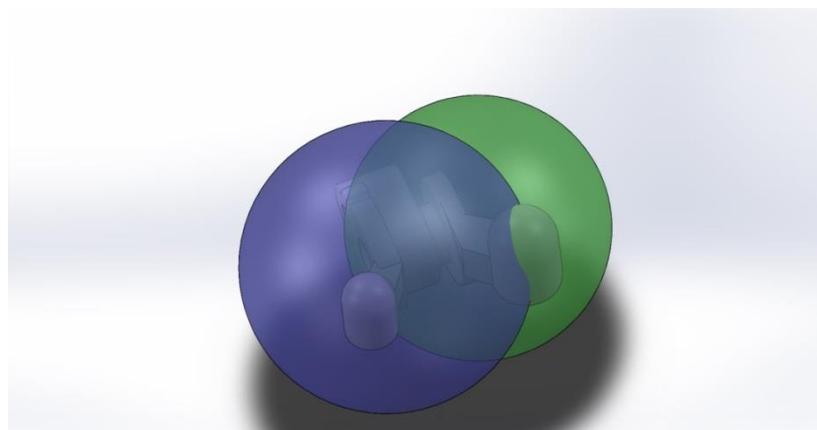


Figura 2.23

dove b è il coefficiente di ritiro volumetrico della lega.

## 2.3.7 Scelta delle staffe

Per il metodo di fusione in terra sono necessarie due staffe per modello. Alla luce delle dimensioni dei semimodelli e delle materozze, prevediamo staffe con base di 400x400 mm e altezza di 170 mm (quella inferiore) e di 130 mm (quella superiore).

Il sistema di bloccaggio delle due staffe non è rilevante e in seguito avremo cura di verificare che le spinte metallostatiche siano accettabili.

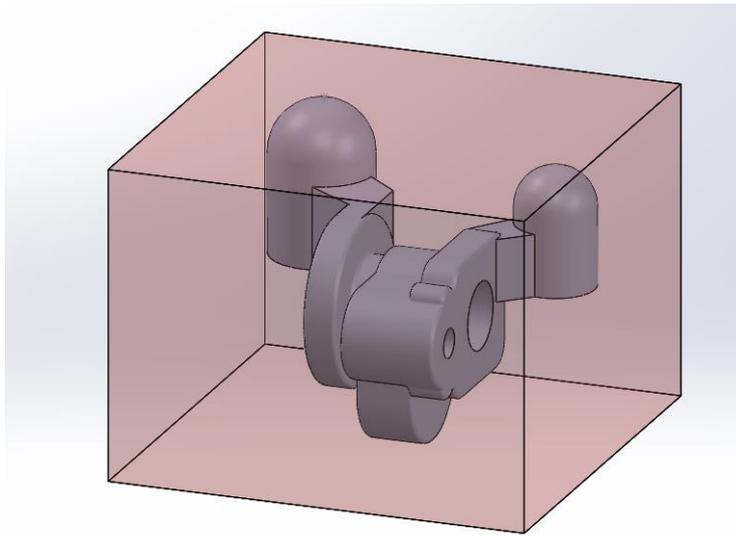


Figura 2.24

## 2.3.8 Dimensionamento del sistema di colata

In questo paragrafo progetteremo e dimensioneremo il sistema di colata. Per prima cosa stimiamo il tempo necessario per permettere al metallo fuso di riempire la forma:

$$T_{col} = 3,2 \times \sqrt{G}$$

$$G = \gamma \times V_{tot}$$

dove  $T_{col}$  è il tempo di colata,  $\gamma$  la densità,  $G$  la massa e  $V_{tot}$  il volume del getto, comprese materozze e collari. Per l'acciaio scelto,  $\gamma$  vale  $7,86 \text{ kg/dm}^3$ .

$$V_{tot} = V_{pezzo} + V_{materozza} + V_{collari} = 1,45 + 1,5 + 0,1 = 3,05 \text{ dm}^3$$

$$G = \gamma \times V_{tot} = 24 \text{ kg}$$

$$T_{col} = 15 \text{ s}$$

Quindi dobbiamo dimensionare gli attacchi di colata in modo che permettano un flusso di  $3,05 \text{ dm}^3$  di acciaio in 15 secondi.

$$P_m = \frac{G}{T_{col}} = \gamma \times v \times S_a$$

dove  $v$  è la velocità di colata e  $S_a$  la sezione dell'attacco di colata.

Ricavandoci  $v$  come:

$$v = \sqrt{2gh} \quad , \text{ con } h \text{ l'altezza delle staffe (300mm)}$$

otteniamo  $v = 2,4 \text{ m/s}$ . Quindi:

$$S_a = \frac{G}{\gamma \times T_{col} \times v} = 84 \text{ mm}^2$$

## Attacchi di colata.

Avendo due attacchi di colata, ognuno avrà sezione  $S_{a/2} = 42 \text{ mm}^2$ .  
La forma è quella triangolare.

$$S_{\text{attacchi di colata}} = 42 \text{ mm}^2,$$

quindi  $a = 9,2 \text{ mm}$ , approssimando a  $10 \text{ mm}$ .

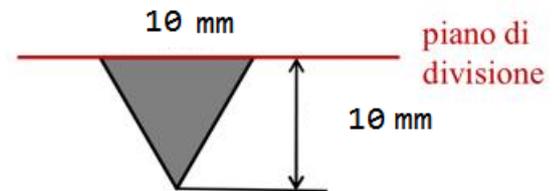


Figura 2.25

## Canale distributore.

Tenendo conto della sezione a forma trapezia e della proporzione

$$S_{\text{canale distributore}} : S_{\text{attacchi di colata}} = 1,5 : 1$$

$$S_{\text{canale distributore}} = 126 \text{ mm}^2$$

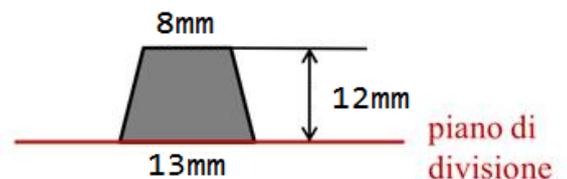


Figura 2.26

## Canale di colata.

Tenendo conto della sezione a forma circolare e della proporzione

$$S_{\text{canale di colata}} : S_{\text{attacchi di colata}} = 2,2 : 1$$

$$S_{\text{canale di colata}} = 184 \text{ mm}^2$$

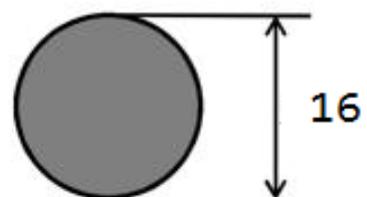


Figura 2.27

## 2.3.9 Valutazione della spinta metallostatica

Per conoscere l'entità delle forze che agiscono dall'interno della forma sul materiale da formatura durante la colata facciamo uso della legge di Stevino:

$p(z) = \gamma \times g \times z$ , dove  $\gamma = 7,86 \text{ kg/dm}^3$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  e  $z$  è la quota del punto considerato prendendo come riferimento il pelo libero del materiale fuso, a contatto con l'atmosfera.

La pressione minima si ha nel punto più alto del getto mentre la massima nel punto più basso:

$$p_{MIN} = 1,7 \times 10^{-3} \frac{N}{mm^2}$$

$$p_{MAX} = 2 \times 10^{-2} \frac{N}{mm^2}$$

Dividendo poi il getto esattamente come fatto per il calcolo dei moduli termici, tenendo conto che  $Forza = p \times Superficie$  e ricorrendo al calcolo integrale e formule consigliate, con qualche approssimazione, otteniamo che :

**Forza parte 1 = 41N**

**Forza parte 2 = 20N**

**Forza parte 3 = 100N**

**Forza parte 4 = 8N**

**Forza materozza 1 = 43N**

**Forza materozza 2 = 32N**

**Forza risultante = 243N**

## 2.3.10 Valutazione della spinta sull'anima

Valutiamo anche la spinta di Archimede che agisce sull'anima immersa nel metallo fuso, per renderci conto se sia necessario o meno un rinforzo della stessa con tondino di ferro.

$F = \gamma \times g \times V_m$ , dove  $V_m$  è il volume di lega spostato, ovvero il volume dell'anima stessa.

$V_m \cong 10^6 \text{mm}^3$  e quindi  $F = 77 \text{N}$ .

Per sicurezza, data anche la sua geometria, prevediamo il rinforzo dell'anima al momento della formatura nella cassa.

Sommando la risultante delle spinte metallostatiche a quella della spinta sull'anima, trasmessa alla forma dalle portate d'anima, otteniamo  $F_{TOT} = 320 \text{N}$ , che possiamo bilanciare ponendo qualche peso sulla staffa superiore.

Il peso dell'anima è stato trascurato per semplicità e per cautela.



## 2.4 Lavorazioni alle macchine utensili

### 2.4.1 Scelta della macchina

Dall'analisi del disegno di particolare del corpo ci rendiamo conto dell'impossibilità di mettere in rotazione il pezzo, a causa di forti irregolarità ed eccentricità. Tutte le superfici, comprese quelle di rivoluzione dovranno essere ottenute tramite movimentazione degli utensili.

I requisiti necessari sono:

1. presenza di due pallet, per eseguire il montaggio di un greggio mentre la macchina ne lavora un altro, risparmiando tempo
2. possibilità di movimentare il pezzo automaticamente con il controllo numerico, per ottenere alta precisione di lavorazione e risparmiare tempo per smontarlo e rimontarlo
3. volume di lavoro della macchina sufficiente

Inoltre dovremmo accertarci in seguito che la macchina sviluppi abbastanza potenza per effettuare tutte le lavorazioni e che il magazzino possa contenere tutti gli utensili necessari.

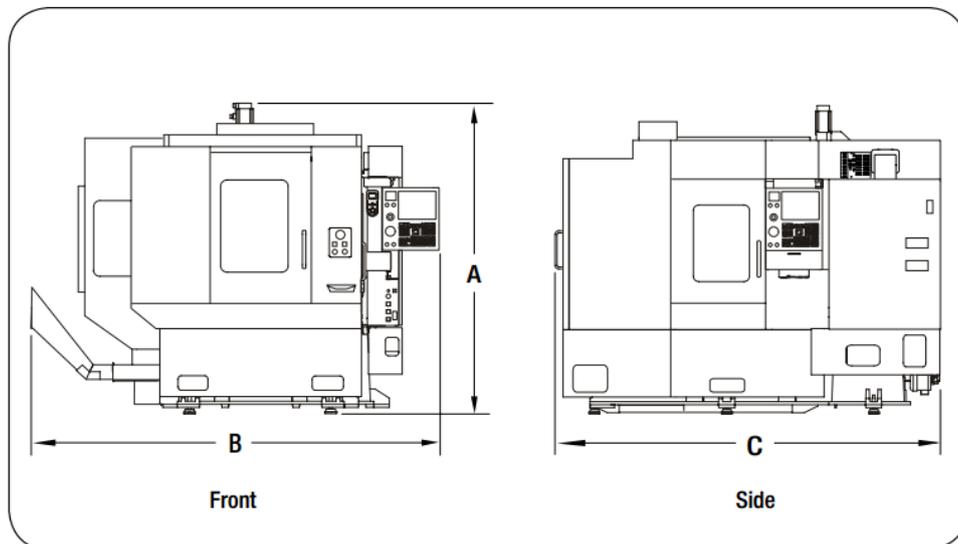
Alla luce delle considerazioni fatte, considerando le tipologie di lavorazioni necessarie, la qualità richiesta, le dimensioni e le geometrie del pezzo e prevedendo i tempi necessari, è stato scelto di acquistare un centro di lavoro a controllo numerico. Il numero di assi controllati necessario è quattro. Infatti gli assi X,Y,Z servono per la movimentazione del mandrino e l'asse A per ruotare il pallet e permettere la lavorazione completa del pezzo.

La macchina scelta è HAAS EC400, di cui riportiamo immagini illustrative e specifiche tecniche.



Figura 2.28

Figura 2.29



**Operating Dimensions**

**EC-400**

A. Max Operating Height	102"	2591 mm
B. Max Operating Width	137"	3480 mm
C. Max Operating Depth	159"	4039 mm

Figura 2.30

CORSE	S.A.E.	METRICO
Asse X	20 "	508 mm
Asse Y	20 "	508 mm
Asse Z	20 "	508 mm
Incremento di indexaggio asse A	1 °	1 °
MANDRINO	S.A.E.	METRICO
Potenza nominale max.	20 hp	14.9 kW
Velocità max.	8000 rpm	8000 rpm
Coppia max.	75 ft-lb @ 1400 rpm	102 Nm @ 1400 rpm
Sistema di azionamento	Inline Direct-Drive	Inline Direct-Drive
Cono	CT or BT 40	CT or BT 40
Cuscinetti	ABEC Class 7	ABEC Class 7
MANDRINO (OPZ.)	S.A.E.	METRICO
Potenza nominale max.	30 hp	22.4 kW
Velocità max.	12000 rpm	12000 rpm
Coppia max.	90 ft-lb @ 2000 rpm	122 Nm @ 2000 rpm
Sistema di azionamento	Inline Direct-Drive	Inline Direct-Drive
SISTEMA DI INDEXAGGIO (STANDARD)	S.A.E.	METRICO
Tempo di rotazione 90° (sistema di indexaggio)	2.5 sec	2.5 sec
Rapporto di demoltiplicazione	72:1	72:1
Precisione di indexaggio	± 3 arc-sec	± 3 arc-sec
Ripetibilità	1 arc-sec	1 arc-sec
Coppia frenante @ 100 psi/6,9 bar	4000 ft-lb	5423 Nm
4° ASSE (OPZ.)	S.A.E.	METRICO
Tempo di rotazione 90° (in continuo sul 4° asse)	3 sec	3 sec
Coppia rotazionale (continua)	300 ft-lb	407 Nm
Gioco di inversione	30 arc-sec	30 arc-sec
Rapporto di demoltiplicazione	72:1	72:1
Coppia frenante	500 ft-lb	678 Nm
Risoluzione min.	0.001 °	0.001 °
Precisione di indexaggio	± 15 arc-sec	± 15 arc-sec
Ripetibilità	10 arc-sec	10 arc-sec
VELOCITÀ DI AVANZAMENTO	S.A.E.	METRICO

**Figura 2.31 – Scheda tecnica 1**

VELOCITÀ DI AVANZAMENTO	S.A.E.	METRICO
Rapidi su X	1000 in/min	25.4 m/min
Rapidi su Y	1000 in/min	25.4 m/min
Rapidi su Z	1000 in/min	25.4 m/min
Taglio max.	500 in/min	12.7 m/min
MOTORI DEGLI ASSI	S.A.E.	METRICO
Spinta max. X	4600 lb	20462 N
Spinta max. Y	4600 lb	20462 N
Spinta max. Z	4600 lb	20462 N
CAMBIO PALLET	S.A.E.	METRICO
Lunghezza pallet	15.75 "	400 mm
Larghezza pallet	15.75 "	400 mm
Carico pallet max.	1000 lb	454 kg
Tempo di cambio pallet	8 sec	8 sec
CAMBIO UTENSILI	S.A.E.	METRICO
Tipo	SMTC	SMTC
Capacità	24+1	24+1
Diametro massimo utensile (adiacente vuoto)	6 "	152 mm
Diametro max. utensile (completo)	3 "	76 mm
Lunghezza max. utensile (dalla linea di calibro)	12 "	305 mm
Peso massimo utensile	12 lb	5.4 kg
Da utensile a utensile (in media)	2.1 sec	2.1 sec
Da truciolo a truciolo (in media)	3.7 sec	3.7 sec
GENERALE	S.A.E.	METRICO
Aria richiesta	9 scfm, 100 psi	255 L/min, 6.9 bar
Capacità refrigerante	80 gal	303 L
Velocità di flusso del refrigerante	4 gpm	15.1 L/min

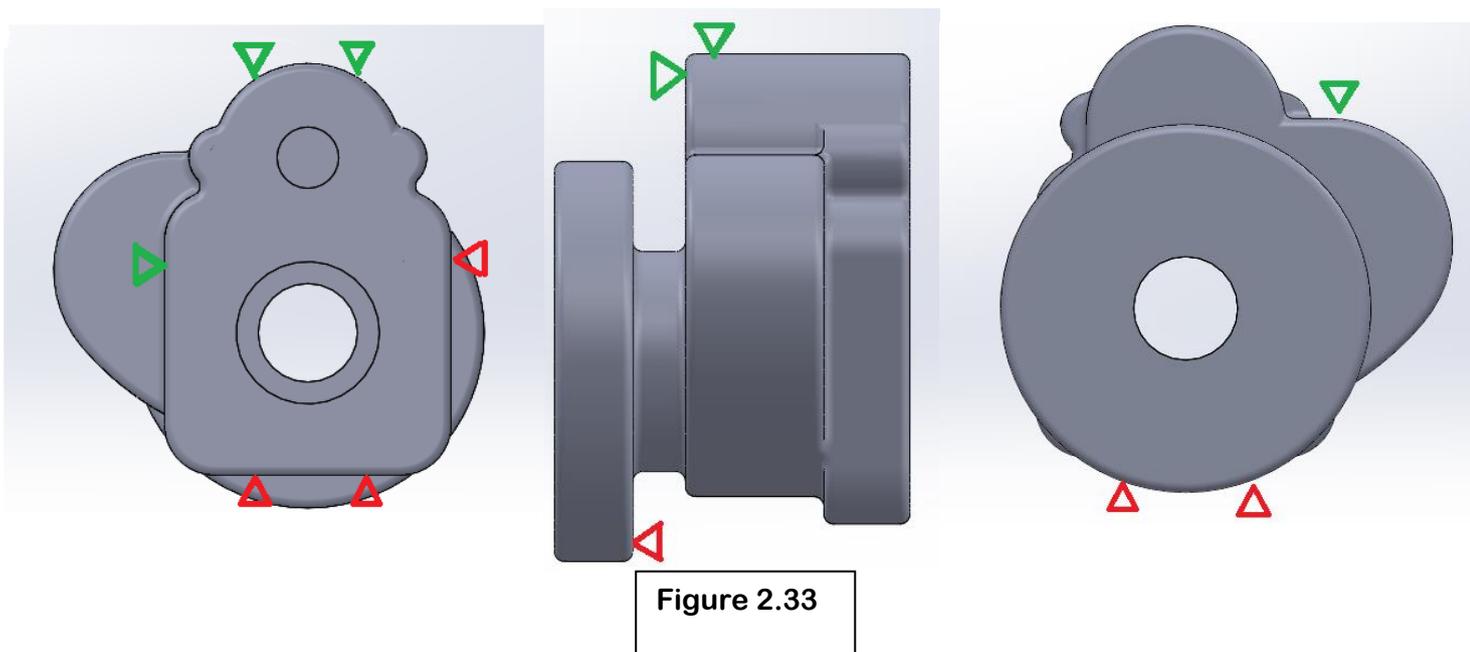
**Figura 2.32 – Scheda tecnica 2**

## 2.4.2 Scelta dell'attrezzatura

Per fissare il greggio sul pallet, dopo la rimozione delle materozza, la sbavatura e la saldatura del portatarghetta, è necessaria un'opportuna attrezzatura.

Purtroppo la irregolarità del pezzo ci indurrebbe a optare per l'acquisto di componenti speciali, realizzati appositamente. Tuttavia è possibile identificare sul pezzo dei punti nei pressi dei quali porre degli appoggi e poi cercare sul mercato attrezzature modulari che soddisfino tale compito.

La scelta della collocazione degli appoggi è riportata nelle figure di seguito. I simboli indicanti i soliti punti non sono stati ripetuti nelle diverse viste.



Abbiamo previsto che le coppie di appoggi sulle superfici cilindriche siano realizzate da blocchetti a V opportunamente collocati, mentre tutti gli altri da puntalini regolabili o staffe.

In rosso sono evidenziati i sei appoggi di riferimento, in verde quelli di bloccaggio per evitare il movimento del pezzo per effetto delle forze di taglio.

## 2.4.3 Scelta degli utensili

Di seguito riportiamo la lista con immagini e specifiche degli utensili scelti, divisi per categoria, rimandando una trattazione più specifica delle lavorazioni al foglio di fase.

Riportiamo il significato delle sigle degli inserti alla fine del paragrafo.

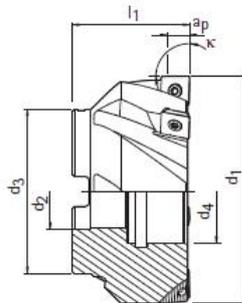
### 1. Frese

Le due frese scelte ( $\varnothing 40$  e  $\varnothing 50$ ) sono prodotte dalla MAPAL, così come gli inserti che dovranno essere montate su di esse. Verranno utilizzate per lavorazioni di sgrossatura e sfacciatura.

Shoulder cutter head with radial technology

ICM90-S4

$\kappa 90^\circ$



SE\_T09T3

Dimensions						$a_p$ max.	Weight kg	Max. spindle speed (min <sup>-1</sup> )	Specification	Order No.
$\varnothing d_1$	$Z_{eff}$	$\varnothing d_2$	$l_1$	$\varnothing d_3$	$\varnothing d_4$					
40	4	16	40	32	15,5	7	0,2	10.000	ICM901-040-CA16-Z4R-SE_T09	30412830
50	5	22	50	48	18,5	7	0,5	8.000	ICM901-050-CA22-Z5R-SE_T09	30415685
63	6	22	50	48	18,5	7	0,7	6.300	ICM901-063-CA22-Z6R-SE_T09	30415686
80	7	27	50	60	38	7	1,2	5.000	ICM901-080-CA27-Z7R-SE_T09	30415687
100	9	32	50	78	44	7	1,9	4.000	ICM901-100-CA32-Z9R-SE_T09	30416906

SE\_T1504

Dimensions						$a_p$ max.	Weight kg	Max. spindle speed (min <sup>-1</sup> )	Specification	Order No.
$\varnothing d_1$	$Z_{eff}$	$\varnothing d_2$	$l_1$	$\varnothing d_3$	$\varnothing d_4$					
63	5	22	50	48	18,5	13	0,6	7.500	ICM901-063-CA22-Z5R-SE_T15	30412822
80	6	27	50	60	38	13	1,1	6.000	ICM901-080-CA27-Z6R-SE_T15	30412824
100	6	32	50	78	44	13	1,8	4.800	ICM901-100-CA32-Z6R-SE_T15	30412826
125	7	40	63	89	56	13	3,7	3.800	ICM901-125-CA40-Z7R-SE_T15	30412827
160	9	40	63	89	56	13	6,1	3.000	ICM901-160-CA40-Z9R-SE_T15	30412828
200	11	60	63	140	-	13	9,4	2.400	ICM901-200-CA60-Z11R-SE_T15	30412829

Figura 2.34

## Radial indexable inserts, four-cutting edges

SEMT  
Milling



	Carbide					
	P	M	K	N	S	
Cutting material	HP883	HP883	HP890	HJ810	HP880	HJ810
Cutting edge design	M65	M65	M65	M65	M65	M65
$a_p$ max. (mm)*						
SEMT 09T308R-...-...	•	•	•	•	•	•
SEMT 150408R-...-...	•	•	•	•	•	•

Figura 2.35

## 2. Allargatori

Gli allargatori che abbiamo scelto sono:

Allargatore MAPAL  $\varnothing 51$  L=60

Allargatore MAPAL  $\varnothing 56$  L=60

Allargatore MAPAL  $\varnothing 71$  L=50

Allargatore MAPAL  $\varnothing 76$  L=50

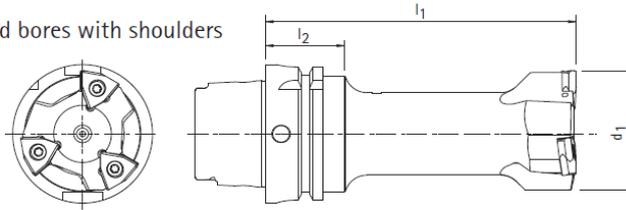
Allargatore Italian Tool Company  $\varnothing 20$

## TSW 101 – tangential roughing tools

Monoblock design

Contact angle 0°

For blind bores and bores with shoulders



### Machine connection HSK

d <sub>1</sub>	Number of cutting edges	Nominal size HSK	Tool lengths				Indexable insert	TORX® screw		
			l <sub>2</sub>		l <sub>1</sub> min				l <sub>1</sub> max	
			HSK-A	HSK-C	HSK-A	HSK-C	HSK-A	HSK-C		Order No.
37,00 - 40,40	2	63	47	20	55	50	See diagram Page 19	WTHQ 0705 L00B026	Page 96	TX15-M4x11 10018468
		80	47	25	55	55				
		100	55	30	70	70				
40,50 - 59,40	3	63	47	20	60	50	See diagram Page 19	WTHQ 0906 L00B041	Page 96	TX20-M5x13 10105084
		80	47	25	55	55				
		100	55	30	65	65				
59,50 - 74,40	3	63	47	20	65	50	See diagram Page 19	WTHQ 0906 L00B041	Page 96	TX20-M5x13 10105084
		80	47	25	60	55				
		100	55	30	60	65				
74,50 - 104,40	4	63	47	20	75	55	See diagram Page 19	WTHQ 0906 L00B041	Page 96	TX20-M5x13 10105084
		80	47	25	70	55				
		100	55	30	70	65				
104,50 - 120,00	5	80	47	25	75	60	See diagram Page 19	WTHQ 0906 L00B041	Page 96	TX20-M5x13 10105084
		100	55	30	75	65				
		100	55	30	75	65				

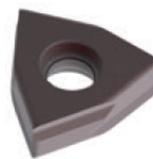
Figura 2.36

## Tangential indexable inserts, six-cutting edges



### WTHQ

Boring – blind bore – with arc shaped land



Tipped variant one-cutting edge



Cutting material	Carbide										Ceramic		PcBN	PCD
	P		M		K		N		S		K	K	N	N
	HP182	HP382	HP382	HP118	HP455	HP350	HU615	HP615	HP718	KU450	FU430	PU617	PU617	A80
Cutting edge design	A54	A54	A32	A32	H03	H03	A31	A32		H03				
from ø 37 mm	a <sub>p</sub> (mm)													
WTHQ 070504...L00B026-...	1,5 - 3	○	○	○	○	●	○	○	○	○				
WTHQ 070508...L00B026-...	1,5 - 3	●	○	●	○	●	●	●	○					
from ø 59,5 mm	a <sub>p</sub> (mm)													
WTHQ 090604...L00B041-...	1,5 - 3	●	○	●	○									
	1,5 - 5					○	○		○	○				
WTHQ 090608...L00B041-...	1,5 - 3	●	○	●	○									
	1,5 - 5					●	●		●	○				○
from ø 159,5 mm	a <sub>p</sub> (mm)													
WTHQ 090604...L00B081-...	1,5 - 3	○	○	○	○									
	1,5 - 5					○	○		○	○				
WTHQ 090608...L00B081-...	1,5 - 3	●	○	●	○									
	1,5 - 5					●	●		●	○				○

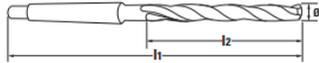
Figura 2.37

# DIN 343



## ALLARGATORI A 3 TAGLIENTI IN HSS

Con attacco conico



N. cod.						L1120
Tipo						N
Esecuzione elica						
Materiale						HSS
Ø mm	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	Ø minimo preforo	CM		
37,6	349	200	26,5	4		349,00
38,0	349	200	26,5	4		349,00
38,6	349	200	27,0	4		371,00
39,0	349	200	27,0	4		371,00
39,6	349	200	28,0	4		375,00
40,0	349	200	28,0	4		375,00

N. cod.						L1120
Tipo						N
Esecuzione elica						
Materiale						HSS
Ø mm	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	Ø minimo preforo	CM		
45,0	359	210	31,0	4		567,00
45,6	364	215	32,0	4		605,00
46,0	364	215	32,0	4		605,00
46,6	364	215	32,5	4		680,00
47,0	364	215	32,5	4		680,00
47,6	369	220	33,0	4		701,00

Figura 2.38

## 3. Barenì

I barenì che abbiamo scelto sono della marca SANDVIK COROMANT e verranno utilizzati per alesature interne con spallamento.

**Product information**

**Ordering code**  
 ISO: 825-87TC11-C5  
 ANSI: 825-87TC11-C5  
 Material ID: 6352216  
 Bar code: 26352216

**Product Description**  
 CoroBore® 825 fine boring tool

**Download:**

CAD Drawing (.dxf)

3D Model (.stp)

SSCM	insert seat size code	11	
ADINTMS	adaptive interface machine direction	Coromant Capto (segment&bolt) -size C5	<a href="#">Buy</a>
CZC	connection size code	C5	
KAPR	tool cutting edge angle	92 deg	
DCN	minimum cutting diameter	78.6 mm	
DCN	minimum cutting diameter	69 mm	
DCX	maximum cutting diameter	87 mm	
DCX	maximum cutting diameter	96.6 mm	
CNSC	coolant entry style code	1: axial concentric entry	
CXSC	coolant exit style code	3: axial inclined exit	
LF	functional length	70 mm	
VCX	maximum cutting speed	1200 m/min	

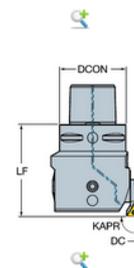


Figura 2.39

## Product information

## Ordering code

ISO	825-70TC11-C5
ANSI	825-70TC11-C5
Material ID	6352214
Bar code	26352214

## Product Description

CoroBore® 825 fine boring tool

## Download:

-  CAD Drawing (.dxf)
-  3D Model (.stp)

SSCM	insert seat size code	11	<a href="#">Buy</a>
ADINTMS	adaptive interface machine direction	Coromant Capto (segment&bolt) -size C5	
CZC	connection size code	C5	
KAPR	tool cutting edge angle	92 deg	
DCN	minimum cutting diameter	64.6 mm	
DCN	minimum cutting diameter	55 mm	
DCX	maximum cutting diameter	70 mm	
DCX	maximum cutting diameter	79.6 mm	
CNSC	coolant entry style code	1: axial concentric entry	
CXSC	coolant exit style code	3: axial inclined exit	
LF	functional length	66 mm	
VCX	maximum cutting speed	1200 m/min	

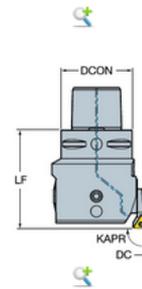


Figura 2.40

## Informazioni sul prodotto

## Codice di ordinazione

ISO	TCMX 11 03 08-WF 5015
ANSI	TCMX 222-WF 5015
ID prodotto	5753088
Codice a barre	11302664

## Descrizione prodotto

Inserto CoroTurn® 107 per tornitura

SSCM	insert seat size code	11	<a href="#">Acquista</a>
SSCN	insert seat size code	1/4	
CTPT	Tipo di operazione	Finishing	
L	Lunghezza del tagliente	10.74 mm	
S	Spessore dell'inserto	3.175 mm	
IC	Diametro del cerchio inscritto	6.35 mm	
LE	Lunghezza effettiva del tagliente	9.94 mm	
RE	Raggio di punta	0.8 mm	
DI	Diametro del foro di fissaggio	2.8 mm	
HAND	Senso	N	
TSYC	Codice tipo utensile	TCMX-WF	
GRADE	qualità 4G- GC4125, GC225, GC235, S10, S30, SM30, GC415	5015	

SC	Codice della forma dell'inserto	T
WT	Peso dell'articolo	0.0015 kg
TC	Classe di tolleranza inserto	M
CUTINT_CLAMPSURF	Interfaccia di bloccaggio inserti	INSCLPINT_3B
CUTINT_SIZESHAPE	Misura e forma dell'inserto	MISO_TC1103_1
COATING	Rivestimento	Uncoated
AN	Angolo di spoglia inferiore principale	7 deg
CBMD	Designazione del costruttore di rompitricioli	WF
CECC	Codice condizione del tagliente	E
CEDC	Numero di taglienti	3
EPSR	Angolo incluso dell'inserto	60 deg
IFS	Codice del tipo di montaggio dell'inserto	3
ITEMTYPE	Tipo di articolo	Insert
NSIDE	Numero di lati di un utensile o articolo da taglio	1
RELEASEPACK	ID pacchetto di introduzione	02.2
TCE	Codice tagliente con riporto	S
TMC1	Livello 1 di classificazione del materiale	Steel
WEP	Proprietà tagliente raschiante	TRUE

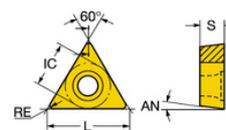


Figura 2.41

## 4. Punta elicoidali

Le punte per effettuare forature che abbiamo scelto sono della marca MAYKESTAG.



**>> VHM-SPIRALBOHRER „SPEED-DRILL“-UNIVERSAL, DIN 6537K, KURZ 3xD, MIT VERSTÄRKTEM SCHAFT**

**Einsatzbereich:**  
VHM-Hochleistungsbohrer für **universelle Anwendungen**. Hohe Stabilität und universelle Einsetzbarkeit durch gerade Hauptschneide. Spezialan schliff bewirkt optimalen Spanbruch, hohe Zentriergenauigkeit und geringe Schnittkräfte.

**SOLID CARBIDE STUB DRILLS “SPEED-DRILL“-UNIVERSAL, DIN 6537K, 3xD, WITH REINFORCED SHANK**

**Range of application:**  
Solid carbide high performance drill for **universal applications**. High stability as well as universal usability due to straight main cutting edge. Special point shape effects optimum chip breakage, high centering accuracy and less cutting forces.

**PUNTE ELICOIDALI MDI “SPEED-DRILL” – UNIVERSALI, DIN 6537K, SERIE CORTA 3xD, CODOLO RINFORZATO**

**Impiego:**  
Punta MDI ad alto rendimento per **applicazioni universali**. Alta stabilità e utilizzo universale grazie alla affilatura piatta del tagliente principale. La geometria speciale della punta garantisce un'ottima evacuazione del truciolo, una elevata accuratezza di centraggio ed una minore forza di taglio.



**ALUMINI-S**  
 ■ Spezialbeschichtung für höchste Zerspanungsleistung  
 ■ Special coating for highest cutting performance  
 ■ Rivestimento speciale per un rendimento di taglio più elevato

**UNIVERSAL 3xD**

<400 N/mm²

<650 N/mm²

<1.100 N/mm²

<1.300 N/mm²

> 45 HRC

INOX < 650 N/mm²

INOX > 650 N/mm²

GRAUSSCH GAST IRON S158A GRIGIA

Ti

Cu, Me

Al

K

VHM Carbide MDI

DIN 6537K

Typ/Type N

DIN 6535-HA

Sonderan schliff Special point shape Affilatura speciale S

140°

3xD

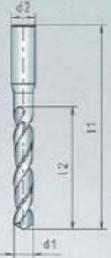




Figura 2.42

d1 <sub>h7</sub>	d2 <sub>h5</sub>	l1	l2	Z	Code 6727	€
mm	mm	mm	mm		Art.-Nr.	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">% Gr. 17A</span>
5,00	10,00	89	47	2	0 672700801 00	60,25
<b>9,70</b>	10,00	89	47	2	0 6727009701 00	<b>60,25</b>
9,80	10,00	89	47	2	0 6727009801 00	60,25
16,00	18,00	123	73	2	0 6727016901 00	224,41
<b>16,90</b>	18,00	123	73	2	0 6727016901 00	<b>224,41</b>
17,00	18,00	123	73	2	0 6727017001 00	224,41
17,00	18,00	123	73	2	0 6727016901 00	224,41
<b>17,00</b>	18,00	123	73	2	0 6727017001 00	<b>224,41</b>
17,10	18,00	123	73	2	0 6727017101 00	224,41

Figure 2.43 – Caratteristiche punte scelte

## 5. Maschi

Abbiamo scelto i maschi necessari per le filettature M12 e M20 dal catalogo MAYKESTAG.

### >> MASCHINGEWINDEBOHRER, GERADE GENUTET, FÜR METRISCHES ISO-GEWINDE DIN 13

**Einsatzbereich:**

Maschinengewindebohrer mit Schälanschnitt für Durchgangsgewinde, geeignet für legierte und unlegierte Stähle bis ca. 850 N/mm<sup>2</sup>, Temperguss, Sphäroguss, Zinklegierungen, Zinkdruckguss sowie Messing (langspanend).

### MACHINE TAPS, STRAIGHT FLUTED, FOR METRIC ISO-THREADS DIN 13

**Range of application:**

Machine taps with spiral point for through hole threads, suitable for alloyed and unalloyed steels up to appr. 850 N/mm<sup>2</sup>, malleable cast iron, spheroidal graphite, zinc alloys, zinc die castings as well as brass (long chipping).

### MASCHI A MACCHINA, SCANALATURE DIRITTE, PER FILETTATURA METRICA ISO, DIN 13

**Impiego:**

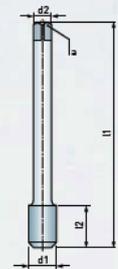
Maschi a macchina, imbocco coretto per fori passanti, particolarmente adatti per acciai legati e non legati con R fino a 850 N/mm<sup>2</sup>, ghisa malleabile, ghisa sferoidale, leghe di zinco, pressogetti di zinco, ottone (a truciolo lungo).



Material compatibility icons:

- 400 N/mm<sup>2</sup> (10-20)
- 850 N/mm<sup>2</sup> (10-15)
- 1.100 N/mm<sup>2</sup>
- 1.300 N/mm<sup>2</sup>
- >45 HRC
- INOX <850 N/mm<sup>2</sup>
- INOX >850 N/mm<sup>2</sup>
- GRAUGUSS CAST IRON BISHA GRISIA (6-20)
- Ti
- Cu, Ms (10-15)
- Al (15-25)

Other icons: M, HSS-ECO, ISO 2 6H, 60° P, >1,5d1, DIN 376, B 4-6P.



Blank | bright | lucido

d1 mm	P mm	l1 mm	l2 mm	d2 mm	z <sub>h12</sub> mm		Code 47 16 Art.-Nr.	€ % 9: 13
M 3	0,5	56	11	2,2		Ø 2,5 mm	0 4716003001	14,41
M 4	0,7	63	13	2,8	2,1	Ø 3,3 mm	0 4716004001	14,61
M 5	0,8	70	16	3,5	2,7	Ø 4,2 mm	0 4716005001	14,61
M 6	1	80	19	4,5	3,4	Ø 5,0 mm	0 4716006001	14,61
M 8	1,25	90	22	6	4,9	Ø 6,8 mm	0 4716008001	15,24
M 10	1,5	100	24	7	5,5	Ø 8,5 mm	0 4716010001	17,50
M 12	1,75	110	29	9	7	Ø 10,2 mm	0 4716012001	21,43
M 14	2	110	30	11	9	Ø 12,0 mm	0 4716014001	26,66
M 16	2	110	32	12	9	Ø 14,0 mm	0 4716016001	30,27
M 18	2,5	125	34	14	11	Ø 15,5 mm	0 4716018001	42,37
M 20	2,5	140	34	16	12	Ø 17,5 mm	0 4716020001	45,16
M 22	2,5	140	34	18	14,5	Ø 19,5 mm	0 4716022001	62,95
M 24	3	160	36	18	14,5	Ø 21,0 mm	0 4716024001	59,62
M 27	3	160	36	20	16	Ø 24,0 mm	0 4716027001	78,72
M 30	3,5	180	45	22	18	Ø 26,5 mm	0 4716030001	86,44
M 36	4	200	50	28	22	Ø 32,0 mm	0 4716036001	141,65

Figura 2.44

## 6.Frese per filettature

Per realizzare le filettature M45 ed M64 è necessario ricorrere alla tecnica della filettatura con fresa. La lavorazione consiste nel mettere in rotazione una fresa con opportuni inserti, con forma adatta al filetto che si vuole ottenere, e farla avanzare perifericamente, con moto circolare, e parallelamente all'asse del foro.

In altre parole il centro della fresa, in rotazione su se stessa, dovrà percorrere un'elica di raggio opportuno e passo coincidente con quello della filettatura da realizzare

Riportiamo le caratteristiche degli utensili scelti dai cataloghi SANDVIK COROMANT e FEBAMETAL.

**Informazioni sul prodotto**

**Codice di ordinazione**  
 ISO 328-039B25-13M  
 ANSI 328-039B25-13M  
 ID prodotto 5758685  
 Codice a barre 12300842

**Descrizione prodotto**  
 Fresa CoroMill® 328 per scanalatura

**Download:**

 Disegno CAD (.dxf)

 Modello 3D (.stp)

SSCM	insert seat size code	13	
ADINTMS	Interfaccia adattatore lato macchina	Weldon (DIN1835-B / DIN6535-HB) -metric: 25	<a href="#" style="background-color: #4a7ebb; color: white; padding: 5px 10px; border-radius: 3px;">Acquista</a>
CZC	Codice misura collegamento	25	
DC	Diametro di taglio	39 mm	
CDX	Profondità di taglio massima	3 mm	
DCON	Diametro di collegamento	25 mm	
LF	Lunghezza funzionale	125 mm	
BHTA	Angolo semiconico del corpo	0 deg	
ZADJ	Numero di inserti regolabili	0	
TSYC	Codice tipo utensile	328..Bxx	
CNSC	Codice tipo con ingresso refrigerante	0: without coolant	
KAPR	Angolo del tagliente dell'utensile	90 deg	

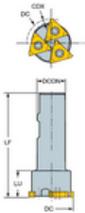



Figura 2.45 – Fresa per realizzazione M64 – Sandvik Coromant

# 328R13-600 MM-TH 1025

Inserto CoroMill® 328 per fresatura di filetti

**Acquista**

Inserto    Articolo utensile (8)

I miei calcoli (0)

Informazioni prodotto da CoroGuide

## Informazioni sul prodotto

### Codice di ordinazione

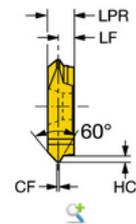
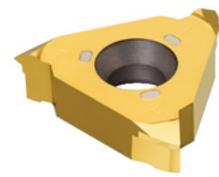
ISO 328R13-600 MM-TH 1025  
 ANSI 328R13-600 MM-TH 1025  
 ID prodotto 6010147  
 Codice a barre 26010147

### Descrizione prodotto

Inserto CoroMill® 328 per fresatura di filetti

SSCM	insert seat size code	13
SSCN	insert seat size code	13
THFT	Tipo forma della filettatura	M60
TP	Passo della filettatura	6.0 mm
TTP	Tipo di filettatura	INT
HAND	Senso	R
NT	Numero di denti	1
HA	Altezza teorica della filettatura	3.25 mm
CF	Smusso di invito	0.75 mm
TSYC	Codice tipo utensile	328..MM-TH
S	Spessore dell'inserto	7.6 mm
GRADE	qualità 4G- GC4125, GC225, GC235, S10, S30, SM30, GC415	1025

**Acquista**



**Figura 2.46 – Inserto per realizzazione M64 – Sandvik Coromant**

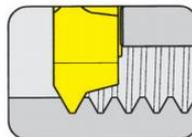
## FRAISAGE DE FILETAGES (intérieur) FILETTATURA PER FRESATURA (interna)



### CORPS DE FRAISE Type CORPO FRESA Tipo

### M313

avec arrosage central  
 con foro per la lubrificazione interna



Diamètre de coupe    Tagliente Ø    Ds 21,7 mm

Corps en carbure pour une meilleure résistance aux vibrations  
 Gambo in metallo duro per conferire una buona resistenza alle vibrazioni

à utiliser avec Plaquette  
 da utilizzare con Inserto

Type 313  
 Tipo 613

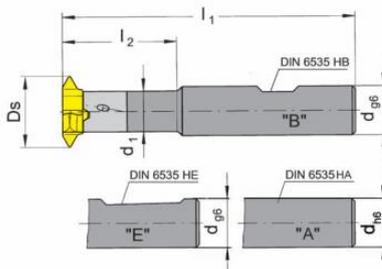


Illustration de coupe à droite représentée  
 Figura = taglio destro

N° de commande Codice prodotto	313		613		l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d
	Z	Ds	Z	Ds				
M313.0016.07A	3	21,7	6	21,7	160	20	12	16
M313.0020.04B	3	21,7	6	21,7	110	45	16	20
M313.0020.05B	3	21,7	6	21,7	130	65	16	20
M313.0020.04E	3	21,7	6	21,7	110	45	16	20
M313.0020.05E	3	21,7	6	21,7	130	65	16	20

Autres dimensions sur demande  
 Dimensioni differenti sono fornibili su richiesta

Dimensions en mm  
 Dimensioni in mm

Note:  
 En cas de détérioration du corps de fraises, notre service de réparation est à votre disposition.  
 Nota:  
 La Horn ripara i portainseri con alloggiamento dell'inserto danneggiato.

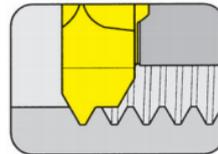
**Figura 2.47 – Fresa per realizzazione M45 - Febametal**

**FRAISAGE DE FILETAGES (intér.) profil plein**  
**FILETT. PER FRESATURA (interna) profilo completo**

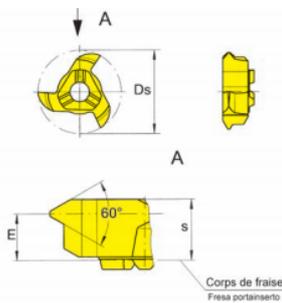


**PLAQUETTE Type**  
 INSERTO Tipo

**313**



Pas	Passo	P 1,5 - 4,5 mm
Diamètre de coupe	Tagliente Ø	Ds 21,7 mm



à utiliser avec Corps de fraise  
 da utilizzare con Corpo fresa

Type M313  
 Tipo

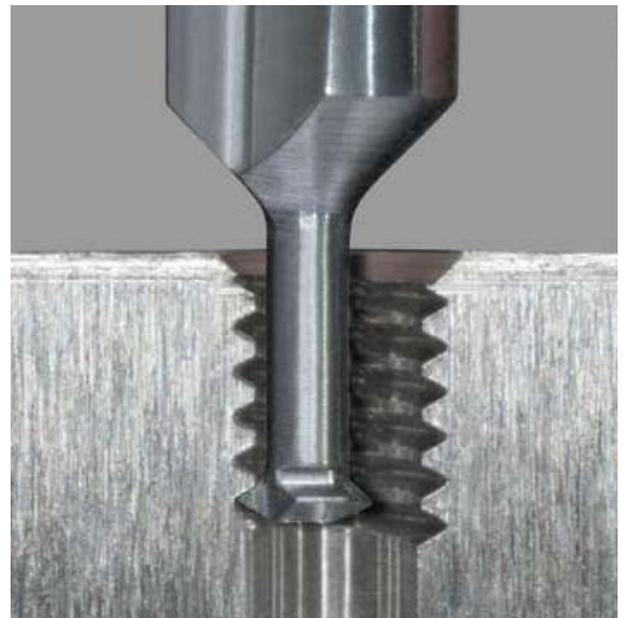
Filetage ISO-métrique  
 Filettatura ISO-Metrica

Illustration de coupe à droite représentée  
 Figura = taglio destro

N° de commande Codice prodotto	P	E	s	Ds	TN35	T125	TF45
313.0815.02	1,5	4,8	5,85	21,7	•		
313.1020.02	2,0	4,6	5,85	21,7	•		
313.1630.02	3,0	4,3	5,85	21,7	•		
313.1835.02	3,5	4,1	5,85	21,7	•		
313.2140.02	4,0	3,9	5,85	21,7	•		
313.2445.02	4,5	3,8	5,85	21,7	•		

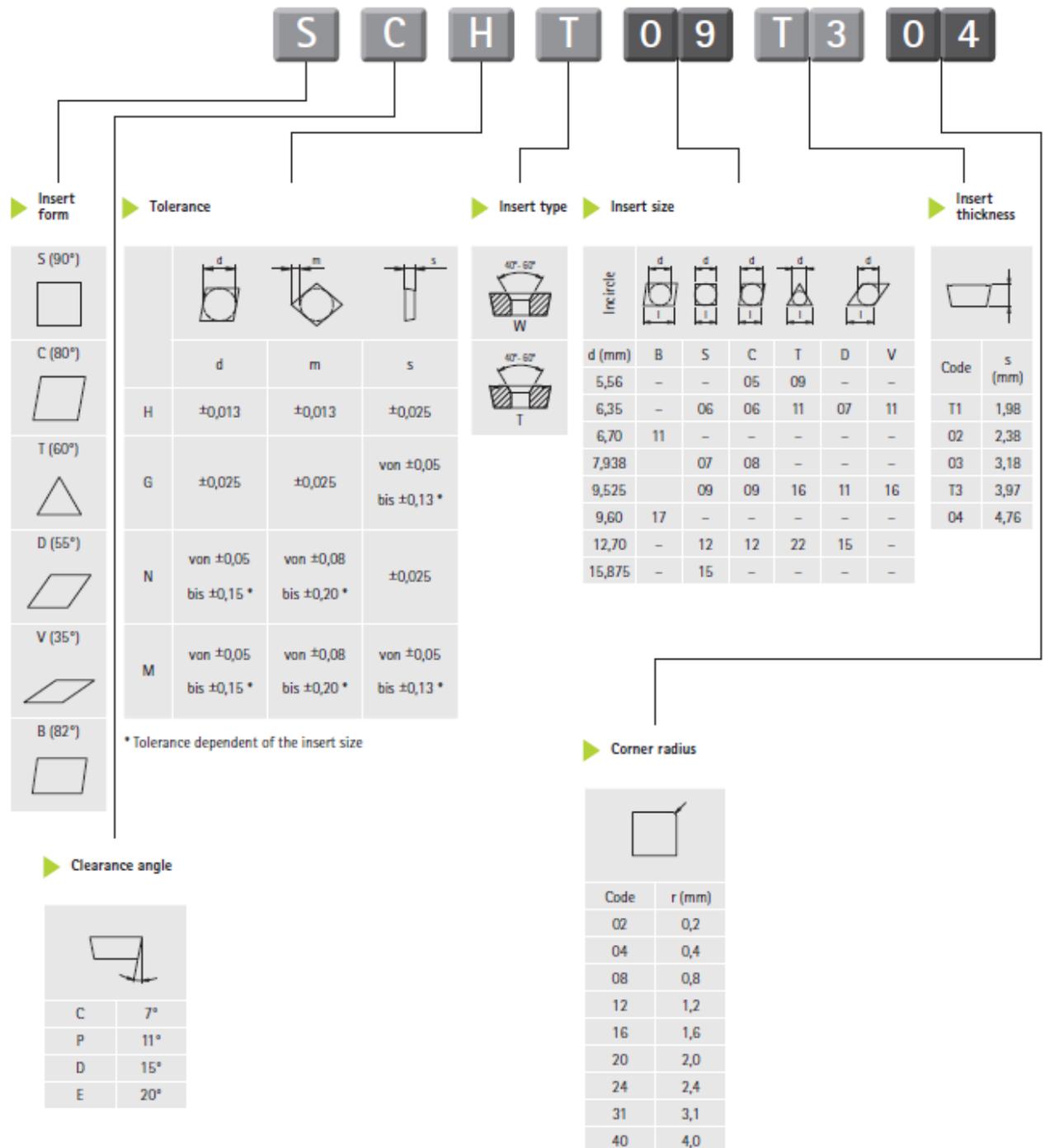
**Figura 2.48 – Inserto per realizzazione M45 - Febametal**

Come verrà trattato approfonditamente in seguito, quando sceglieremo i parametri di taglio, per realizzare le filettature in questo modo, servono molte passate. Gli incrementi radiali da dare alla fresa sono bassi (0,15 – 0,28 mm).

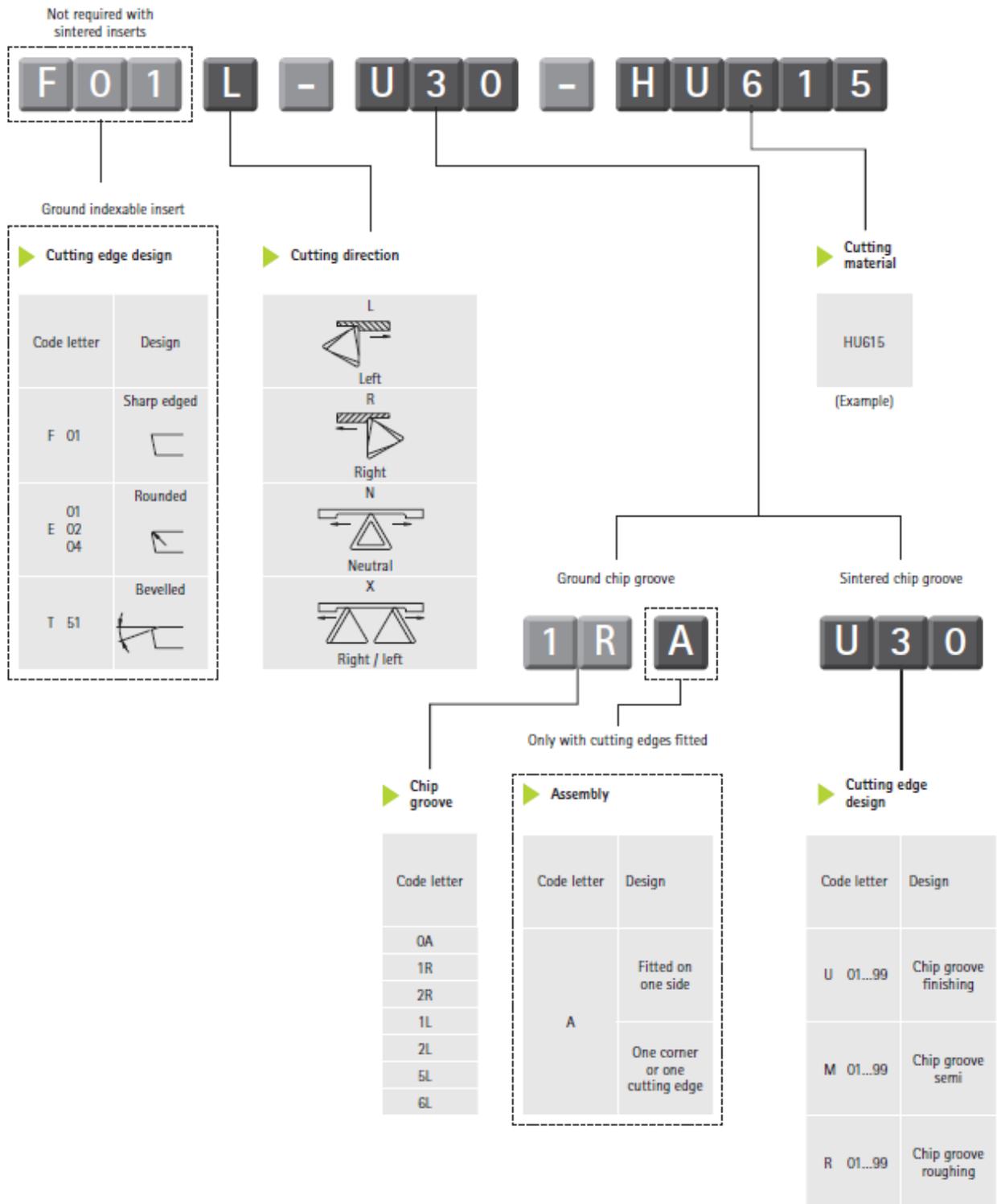


**Figura 2.49**

## Designation key radial indexable inserts

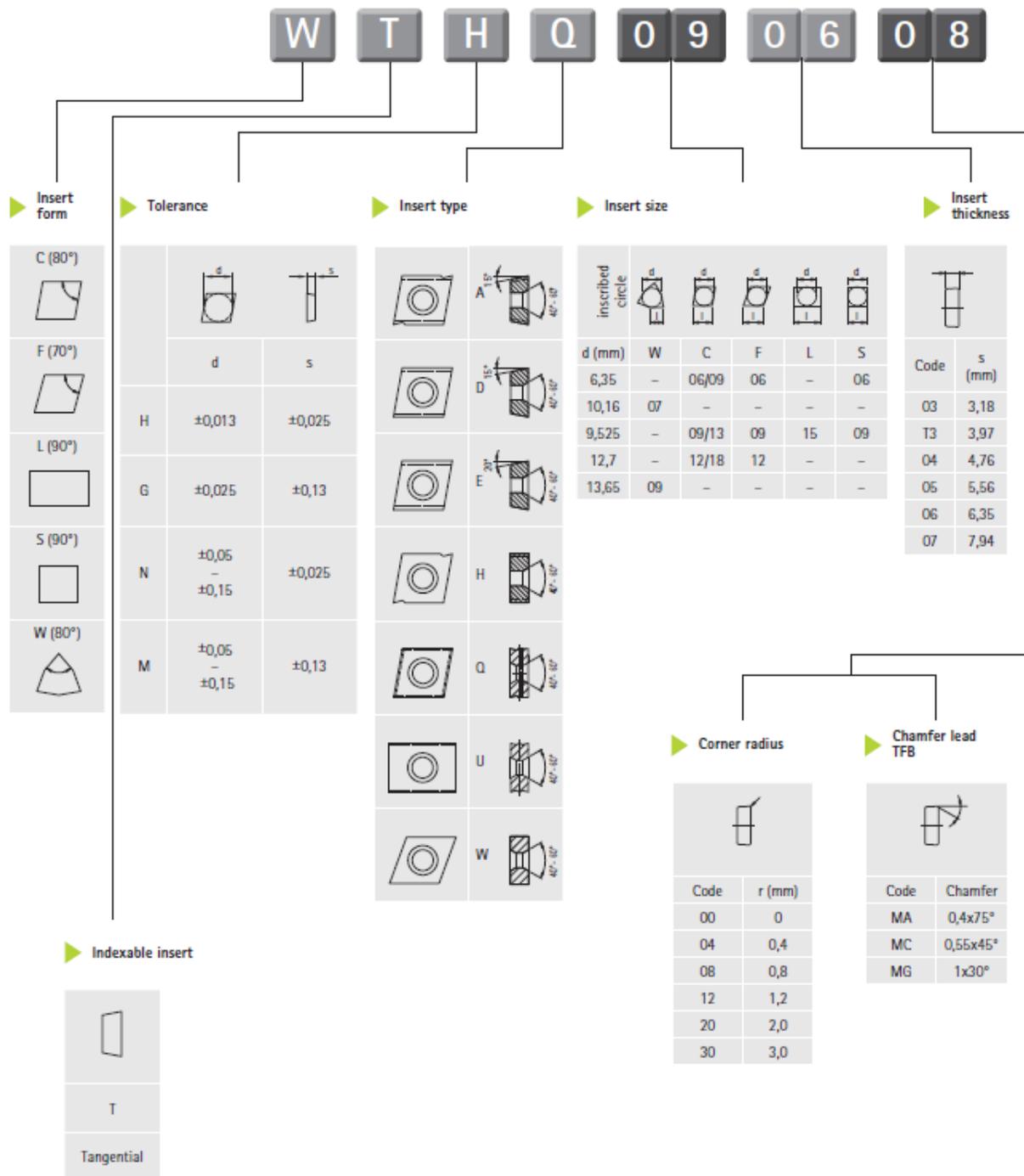


**Figura 2.50 – Designazione ISO di utensili MAPAL per frese – parte 1**



**Figura 2.51 – Designazione ISO di utensili MAPAL per frese – parte 2**

## Designation key tangential indexable inserts



**Figura 2.52 – Designazione ISO di utensili MAPAL per allargatori – parte 1**

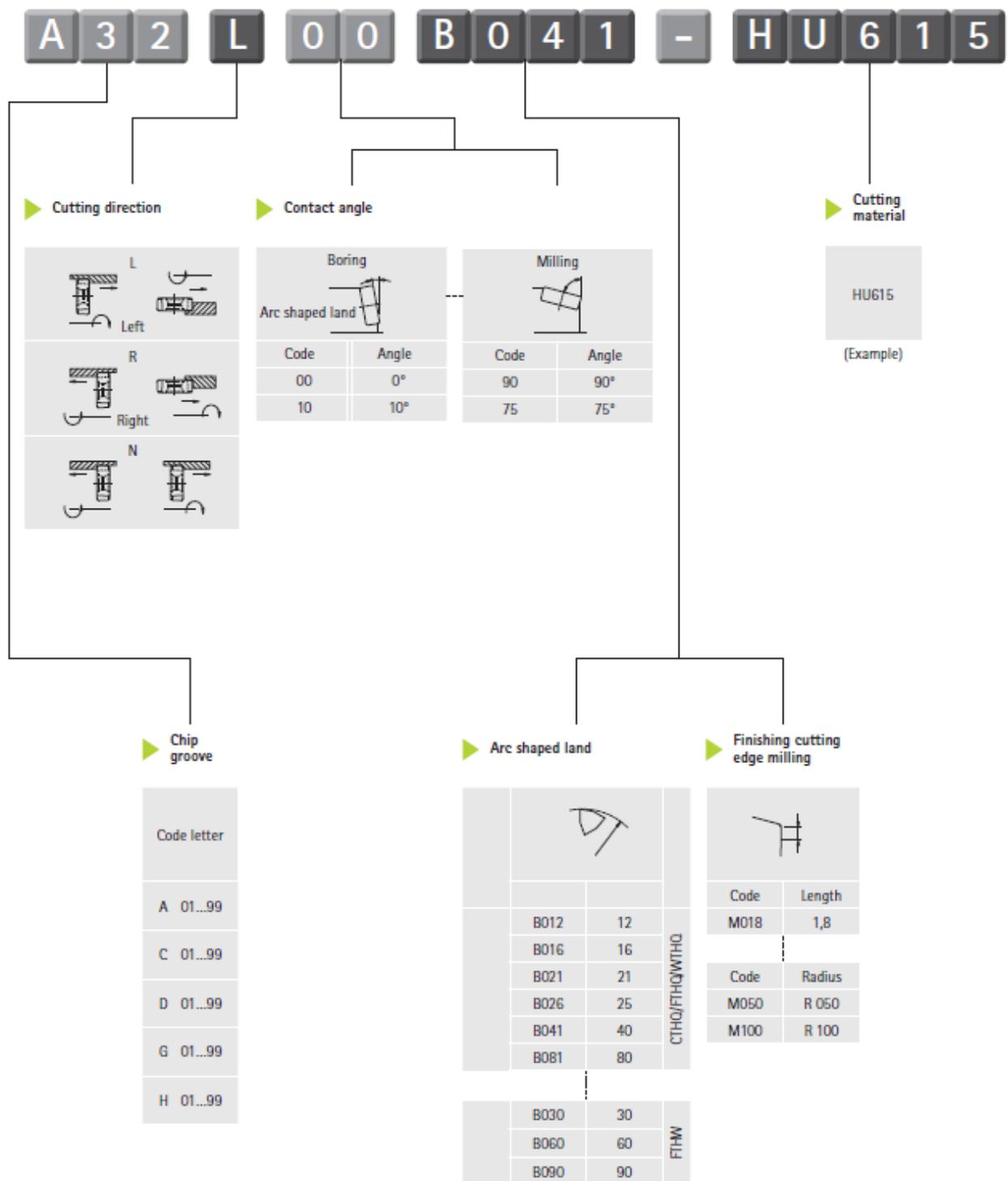


Figura 2.53 – Designazione ISO di utensili MAPAL per allargatori – parte 2

## 2.4.4 Fogli di ciclo e fogli di fase

Per la stesura dei fogli di ciclo e dei fogli di fase è necessario scegliere in che ordine effettuare le lavorazioni e calcolare i parametri di taglio. Come già accennato nei paragrafi precedenti, è conveniente montare il greggio con l'attrezzatura su un pallet, lavorare tutte le parti del pezzo raggiungibili, poi ruotare la tavola portapezzo di 180 gradi e svolgere le rimanenti operazioni.

Nominiamo le superfici alle quali ci riferiremo in seguito:

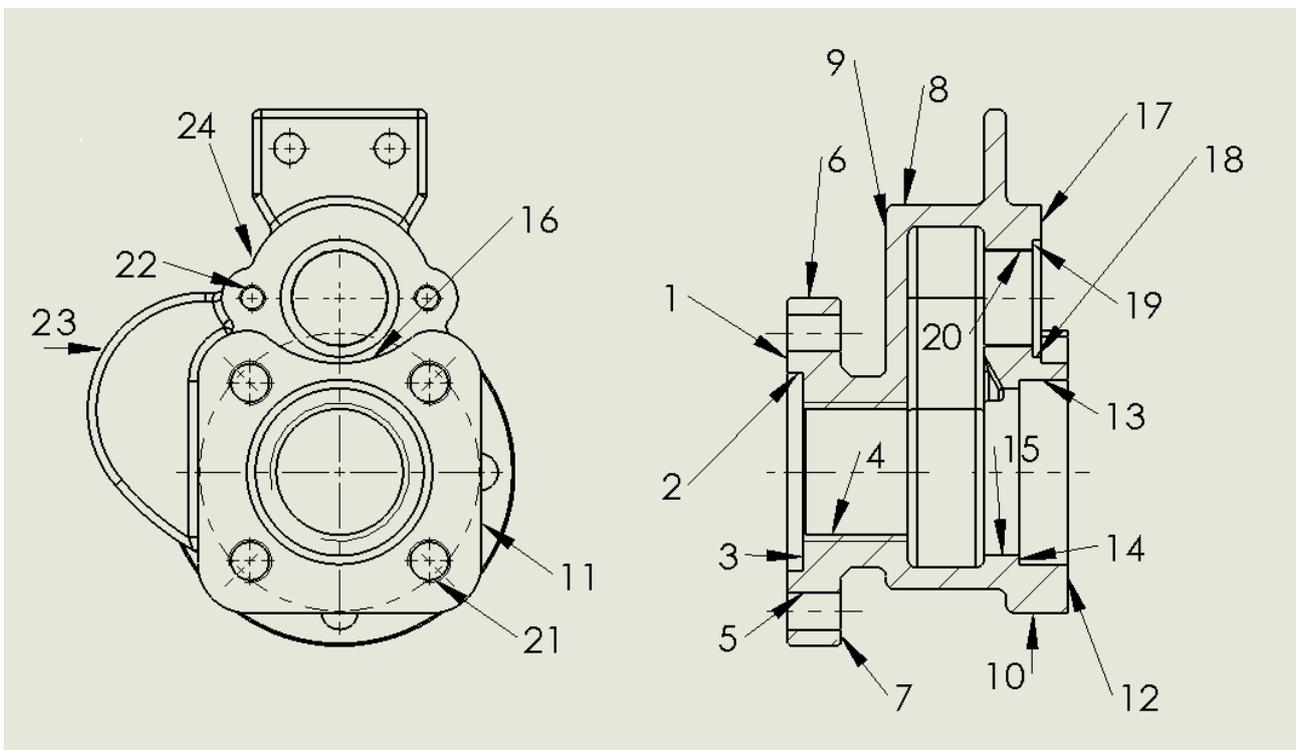


Figura 2.54

I parametri di taglio scelti, alla luce delle tolleranze e rugosità previste dal disegno, sono quelli consigliati dalle case produttrici dei vari utensili e dai testi che abbiamo consultato, citati nella bibliografia. Riteniamo opportuno riportare i nomi dei parametri e specificare le caratteristiche della filettatura con fresa.

## Qualità dei filetti

- Grazie alla sua forma, una fresa può realizzare una filettatura completa (compreso il fondo) in un foro cieco, senza la necessità di una punta aggiuntiva per raggiungere la profondità. Nel nostro caso i fori da filettare sono tutti passanti
- Una fresa può essere programmata con la correzione del raggio, permettendo una semplice regolazione della tolleranza del filetto
- Una fresa riduce al minimo il diametro del preforo, rispetto ad un maschio. Abbiamo infatti scelto inserti in grado di finire il diametro di nocciolo della madre vite

## Refrigerante

- Una fresa non richiede liquido di raffreddamento

## Forza di taglio

- Una fresa può eseguire grandi filettature in macchine molto piccole, poiché genera una ridotta forza di taglio
- Le basse forze di taglio rendono le frese per filettatura anche una soluzione ideale per la lavorazione di componenti con pareti sottili

Suddividere l'operazione di fresatura dei filetti in numerose passate d'incremento consente di ottenere passi di filettatura più grandi e migliorare la sicurezza contro le rotture degli inserti nei materiali difficili.

La fresatura dei filetti con numerose passate d'incremento migliora anche la tolleranza dei filetti, grazie alla ridotta flessione dell'utensile. Questo offre maggiore sicurezza quando si lavora con lunghe sporgenze ed in condizioni instabili.

Abbiamo riportato, in figura 2.55, una tabella con gli incrementi radiali opportuni per realizzare filettature classificate per passo.

Nelle figure 2.57 e 2.58 sono presenti i significati dei parametri di taglio caratteristici di questa lavorazione e i valori consigliati di questi.

Metrica ISO (MM), interna		Passo, mm																
		0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00		
No. di incrementi	Unità misura	Incremento radiale per passata																
1	mm	0.10	0.15	0.15	0.16	0.20	0.16	0.19	0.19	0.19	0.22	0.21	0.23	0.26	0.25	0.28		
	pollici	.004	.006	.006	.006	.008	.006	.007	.007	.007	.009	.008	.009	.010	.010	.011		
2	mm	0.09	0.14	0.14	0.15	0.18	0.15	0.18	0.18	0.18	0.21	0.21	0.23	0.26	0.25	0.27		
	pollici	.004	.005	.006	.006	.007	.006	.007	.007	.007	.008	.008	.009	.010	.010	.011		
3	mm	0.08	0.12	0.13	0.14	0.17	0.15	0.17	0.17	0.18	0.20	0.20	0.22	0.25	0.24	0.26		
	pollici	.003	.005	.005	.006	.007	.006	.007	.007	.007	.008	.008	.009	.010	.010	.010		
4	mm	0.07	0.07	0.12	0.13	0.15	0.14	0.16	0.17	0.17	0.20	0.19	0.22	0.24	0.24	0.26		
	pollici	.003	.003	.005	.005	.006	.006	.006	.007	.007	.008	.008	.009	.010	.009	.010		
5	mm			0.08	0.11	0.13	0.13	0.15	0.16	0.16	0.19	0.19	0.21	0.24	0.23	0.25		
	pollici			.003	.005	.005	.005	.006	.006	.006	.007	.007	.008	.009	.009	.010		
6	mm					0.08	0.08	0.12	0.14	0.15	0.16	0.18	0.18	0.20	0.23	0.22	0.24	
	pollici					.003	.003	.005	.005	.006	.006	.007	.007	.008	.009	.009	.010	
7	mm							0.11	0.12	0.14	0.15	0.17	0.18	0.20	0.22	0.22	0.24	
	pollici							.004	.005	.006	.006	.007	.007	.008	.009	.009	.009	
8	mm							0.08	0.08	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.21	0.21	0.23	
	pollici							.003	.003	.005	.006	.006	.007	.007	.008	.008	.009	
9	mm								0.12	0.14	0.15	0.16	0.18	0.18	0.20	0.20	0.22	
	pollici								.005	.005	.006	.006	.007	.007	.008	.008	.009	
10	mm									0.08	0.12	0.14	0.15	0.17	0.19	0.20	0.21	
	pollici									.003	.005	.005	.006	.007	.007	.008	.008	
11	mm										0.11	0.12	0.14	0.16	0.18	0.19	0.20	
	pollici										.004	.005	.006	.006	.007	.007	.008	
12	mm										0.08	0.08	0.13	0.15	0.16	0.18	0.19	
	pollici										.003	.003	.005	.006	.006	.007	.008	
13	mm												0.12	0.14	0.15	0.17	0.18	
	pollici												.005	.005	.006	.007	.007	
14	mm													0.08	0.10	0.10	0.16	0.16
	pollici													.003	.004	.004	.006	.006
15	mm																0.14	0.15
	pollici																.005	.006
16	mm																0.10	0.10
	pollici																.004	.004
Incremento totale	mm	0.34	0.48	0.63	0.77	0.92	1.05	1.20	1.48	1.78	2.03	2.31	2.61	2.88	3.19	3.44		
	pollici	.013	.019	.025	.030	.036	.041	.047	.058	.070	.080	.091	.103	.113	.126	.135		

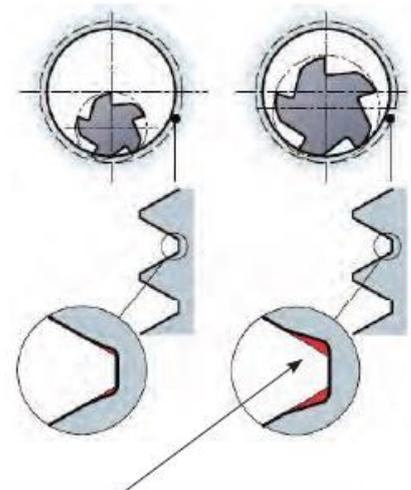
Figura 2.55

## Scelta del diametro di taglio

L'impegno della fresa creerà un piccolo errore di forma sul fondo del profilo del filetto. Nelle applicazioni interne, il rapporto tra diametro di filettatura, diametro di taglio e passo influenzeranno l'effettiva profondità di taglio radiale,  $a_{eff}$ , che diventa molto più grande della profondità di taglio radiale scelta. Un'effettiva  $a_{eff}$  più grande aumenterà lo scostamento nel fondo del filetto.

Per ridurre al minimo lo scostamento del profilo, il diametro della fresa non deve essere superiore al 70% del diametro di filettatura.

Infatti per effettuare la filettatura M64 abbiamo scelto una fresa di diametro  $\varnothing$  39, mentre per la M45 un  $\varnothing$  21,7.



**Esempio: M30x3**  
 Un dia. di 21.7 produce uno scostamento del profilo di 0.07 mm (.0027 pollici)  
 Un dia. di 11.7 produce uno scostamento del profilo di 0.01 mm (.0004 pollici)

Figura 2.56

Velocità di taglio consigliate per la fresatura di filetti con la qualità GC1025, mm

ISO	No. MC	No. MCC	Materiale	Forza di taglio specifica $k_t$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Brinell HB	mc	Max. spessore truciolo $h_{ex}$ mm 0.05-0.1-0.15
							Velocità di taglio $v_c$ m/min
P	P1.1.Z.AN	01.1	Acciaio Non legato C = 0.1-0.25%	1500	125	0.25	365-360-345
	P2.1.Z.AN	02.1	Debolmente legato (elementi leganti ≤ 5%) Non trattato	1700	175	0.25	300-295-285
	P3.0.Z.AN	03.21	Fortemente legato (elementi leganti ≤ 5%) Acciaio per utensili trattato Acciaio inossidabile	2900	300	0.25	140-140-135

Figura 2.57

### Formule per la fresatura di filetti



### Fresatura di filetti interna

#### Versione calcolata

$$v_{fm} = n \times f_z \times z_c$$

$$v_f = \frac{v_{fm} \times (D_m - D_{cap})}{D_m}$$

$$a_{e\ eff} = \frac{D_m^2 - D_w^2}{4(D_m - D_{cap})}$$

$$f_z = \frac{h_{ex}}{\sqrt{1 - \cos^2 \beta}} = \frac{h_{ex}}{\sin \beta}$$

$$\beta = \arccos \left( 1 - \frac{2 \times a_{e\ eff}}{D_{cap}} \right)$$

**Avanzamento periferico**  
(mm/min)

**Avanzamento del centro dell'utensile** (mm/min)

**Profondità di taglio radiale**  
(mm)

**Avanzamento per dente**  
(mm)

**Velocità di taglio ( $v_c$ )**  
(mm/min)

$$v_c = \frac{D_{cap} \times \pi \times n}{1000}$$

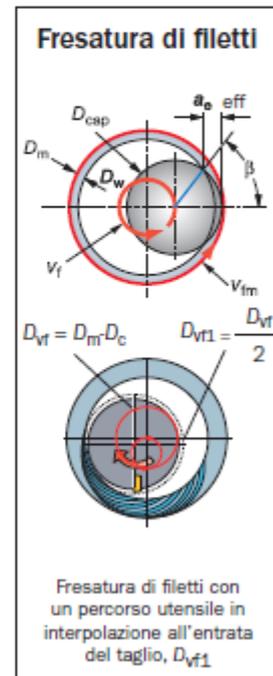


Figura 2.58

**Il calcolo delle potenze necessarie per svolgere tutte le lavorazioni è stato fatto utilizzando le formule riportate nei libri consultati, i cui titoli sono riportati nella bibliografia.**

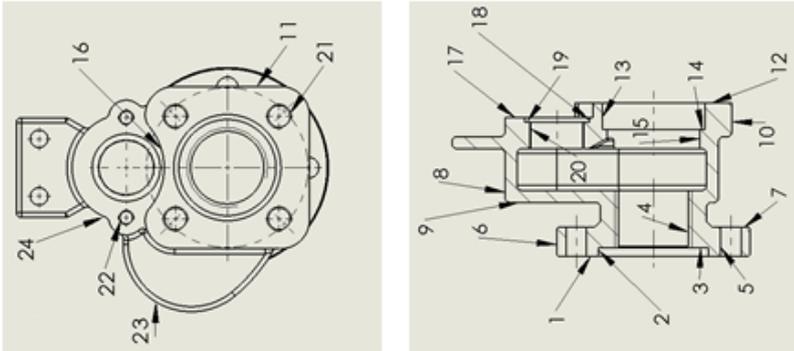
**La macchina risulta soddisfare le nostre esigenze, consentendoci un margine di potenza extra, anche considerando un (modesto) rendimento generale di 0,8.**

**Abbiamo misurato, per ogni lavorazione, le traiettorie percorse degli utensili e calcolato i tempi attivi tenendo di conto della velocità di avanzamento impostata alla macchina.**

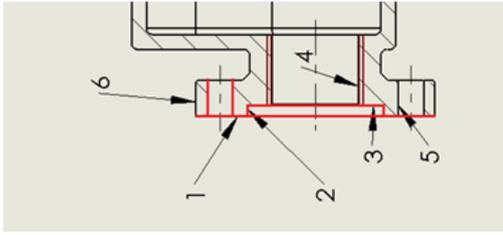
**Per la valutazione dei tempi passivi, invece, abbiamo considerato:**

- tempo necessario per il montaggio/smontaggio pezzo su pallet con attrezzatura : 5 minuti**
- tempo necessario alla macchina per ruotare il pallet di 180° : 6 secondi**
- tempo per il cambio utensile automatico (truciolo-truciolo) : 3,7 secondi**
- tempo per il cambio pallet (automatico) : 8 secondi**

**Il magazzino della macchina (capienza 24 +1) è sufficiente per contenere un esemplare di ogni utensile necessario per le lavorazioni (16).**

Università di Pisa Dip. di Ingegneria meccanica, nucleare e della produzione		Ciclo di lavorazione elemento : Corpo							Foglio n° 1			
Designazione superfici		n°	Fasi, sottofasi, operazioni	Tipo di macchina	Attrezzatura	Tempo attivo	Tempo passivo	Superfici di riferimento	Superfici di bloccaggio	Note		
		10	SBAVATURA				0,5"	4"			NOTA1:	
		20	SALDATURA									
		30	LAVORAZIONE SU CENTRO DI LAVORO									
		a	SGROSSATURA 1,2,3 FINITURA 2,3					35"	4"			SUPERFICI DI RIF.: SR1= 6 SR2= 10 SR3= 11 SR4= 7
			ALLARGATURA 4 FILETTATURA 4					11"	4"			SUPERFICI DI BLOC.: SB1= 8 SB2= 9 SB3= 11 SB4= 23 SB5= 24
			FORATURA 5					10"	8"			
			SFACCIATURA 12, 17 SGROSSATURA 13, 14					1,7"	10"			
			ALLARGATURA 15 ALLARGATURA 20					1,5"	8"	SR1= 6 SR2= 10 SR3= 11 SR4= 7	SB1= 8 SB2= 9 SB3= 11 SB4= 23 SB5= 24	
		b	SGROSSATURA 18, 19 FINITURA 18, 19					1,3"	5"			
			ALESATURA 13, 14 ALESATURA 15					25"	4"			NOTA2: TEMPO DI ROTAZIONE PALLET TRA LE SOTTOFASI a) E b) : 6"
	FILETTATURA 20 FORATURA 21					10"	8"					
						10"	4"					
						5"	4"					
						5"	4"					
						1"	4"					
						2,2"	4"					
						25"	10"					
						2,2"	8"					

Università di Pisa Dip. di Ingegneria meccanica, nucleare e della produzione		Ciclo di lavorazione elemento: Corpo							Foglio n° 2	
Designazione superfici	n°	Fasi, sottofasi, operazioni		Tipo di macchin a	Attrezzatura	Tempo attivo	Tempo passivo	Superfici di riferimento	Superfici di bloccaggio	Note
		MASCHIATURA 21				6"	8"			
		b FORATURA 22				15"	4"			
		MASCHIATURA 22				5"	4"			
						TOT. 13,1'	TOT. 10,75'			

Università di Pisa Dip. di Ingegneria meccanica, nucleare e della produzione		Fase di lavorazione n°30 dell'elemento : Corpo				Foglio n° 1						
Materie prime		Stato: Getto Dimensioni: 250x200x180 mm				Parametri di taglio						
S. fase	Schizzo di lavorazione	Operazione		Utensile	Controllo	Potenza macchina [kW]	Potenza di taglio [kW]	Velocità di taglio [m/min]	n° giri mandrino [giri/min]	Note		
		n°	Descrizione								n° passate	Prof. di Passata [mm]
a		1	SGROSSATURA 1	FRESA MAPAL ICM901 - 050 - CA22 - Z5R - SE_T09	CALIBRO A CORSOIO, CALIBRO PER FILETTATURA M4, ALESAMETRO	14,9	8,15	120	764	(*) AVANZAMENTO IN [mm/min]  (**) PER GLI INCREMENTI VEDERE TABELLA RELATIVA		
							0,8	1	7		1146*	
		2	SGROSSATURA 2,3	INSERTO SEMT 09T308RM65			14,9	7,5	120		764	
							0,8	1	6		1146*	
		3	FINITURA 2,3				14,9	0,05	120		764	
							0,8	1	1		1146*	
		4	ALLARGATURA 4	ALLARGATORE MAPAL TX15 - M4511110018468  INSERTO WTHQ 090604 L00B041 A54		14,9	3,3	120	750			
						0,8	1	3	0,3			
		5	ALLARGATURA 4	ALLARGATORE MAPAL TX15 - M4561110018468  INSERTO WTHQ 07050 L00B026 A54		14,9	3	120	682			
						0,8	1	2,5	0,3			
		6	FILETTATURA 4	FRESA SANDVIK COROMANT 328-039B25-13M  INSERTO 328M13-600HM-TH1025		14,9	0,05	290	2366			
						0,8	16**	**	382*			

Università di Pisa Dip. di Ingegneria meccanica, nucleare e della produzione		Fase di lavorazione n° 30 dell'elemento : Corpo				Foglio n° 2					
Materie prime		Stato: Grezzo Dimensioni: 250x200x180 mm				Parametri di taglio					
s. fase	Schizzo di lavorazione	Operazione		Utensile	Controllo	Potenza macchina [kW]	Potenza di taglio [kW]	Velocità di taglio [m/min]	n° giri mandrino [giri/min]	Note	
		n°	Descrizione								n° passate
a	VEDERE FOGLIO 1	7	FORATURA 5	PUNTA ELICOIDALE MAYKESTAG 6727017001	CALIBRO A CORSOIO, ALESAMETRO	14,9	0,3	35	655	(*) AVANZAMENTO IN [mm/min]	
b		1	SFACCIATURA 12	FRESA MAPAL ICM901 - 050 - CA22 - Z5R - SE_T09		14,9	7,5	120	764	(**) PER GLI INCREMENTI VEDERE TABELLA RELATIVA	
		2	SFACCIATURA 17	INSERTO SEMT 09T308RM65		14,9	7,5	120	764	1146*	
		3	SGROSSATURA 13, 14			14,9	8,15	120	764	1146*	
		4	ALLARGATURA 15	ALLARGATORE MAPAL TX15 - M4711310105084		14,9	3,3	120	483	1146*	(***) CON TRE AVANZAMENTI DEL CENTRO DELL'UTENSILE IN DIREZIONE LONGITUDINALE DI 7 mm
		5	ALLARGATURA 15	ALLARGATORE MAPAL TX15 - M4761310105084		14,9	3,1	120	502		
6	ALLARGATURA 20	ALLARGATORE ITALIAN TOOLS L1120396	14,9	0,5	12	96					



Università di Pisa Dip. di Ingegneria meccanica, nucleare e della produzione		Fase di lavorazione n° 30 dell'elemento : Corpo					Foglio n° 4			
Materie prime		Stato: Greggio Dimensioni: 250x200x180 mm								
s. fase	Schizzo di lavorazione	Operazione		Utensile	Controllo	Parametri di taglio			Note	
		n°	Descrizione			Potenza macchina [kW] rendim.to	Potenza di taglio [kW] n° passate	Velocità di taglio [m/min] Prof. di Passata [mm]		n° giri mandrino [giri/min] Avanzam. [mm/giro]
b	VEDERE FOGGIO 2	13	MASCHIATURA 21	MASCHIO MAYKESTAG 4716020001	CALIBRO A CORSOIO, CALIBRI PER FILETTATURE M12 E M20	14,9	---	16	285	
		14	FORATURA 22	PUNTA ELICOIDALE MAYKESTAG 6727009701		0,8	1	---	2,5	
		15	MASCHIATURA 22	MASCHIO MAYKESTAG 4716112001		14,9	---	18	4,85	0,12
						0,8	1	---	1,75	

# 3. Studio dei processi produttivi dell'albero

## 3.1 Disegno di particolare

Per il disegno di definizione del particolare qui analizzato si rimanda all'allegato n°3.

## 3.2 Generalità

L'albero che dobbiamo produrre non gioca importanti ruoli strutturali e non è sollecitato a grandi forze, essendo azionato a mano e a velocità trascurabile. La sua funzione è quella di trasferire il (piccolo) momento torcente, imposto dall'esterno con la leva apposita, al portadischi portandola nella posizione prevista per l'apertura o la chiusura della valvola.

Dall'analisi del disegno, ci rendiamo conto che il pezzo, prevalentemente assialsimmetrico, è relativamente semplice e che non sono state ritenute necessarie particolari tolleranze geometriche. Sono stati imposti una tolleranza dimensionale su un diametro e un controllo della rugosità su gran parte del pezzo, dei quali terremo conto nella fase di scelta dei parametri di taglio.

Notiamo anche la presenza di superfici piane che dovranno essere realizzate opportunamente.

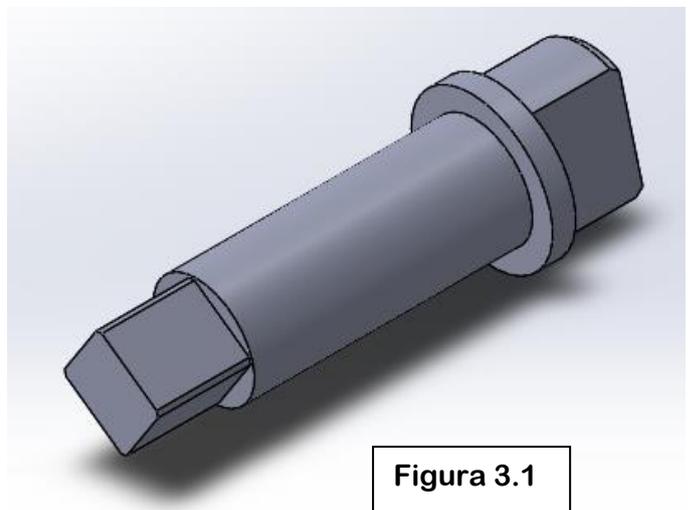


Figura 3.1

## 3.2 Lavorazioni alle macchine utensili

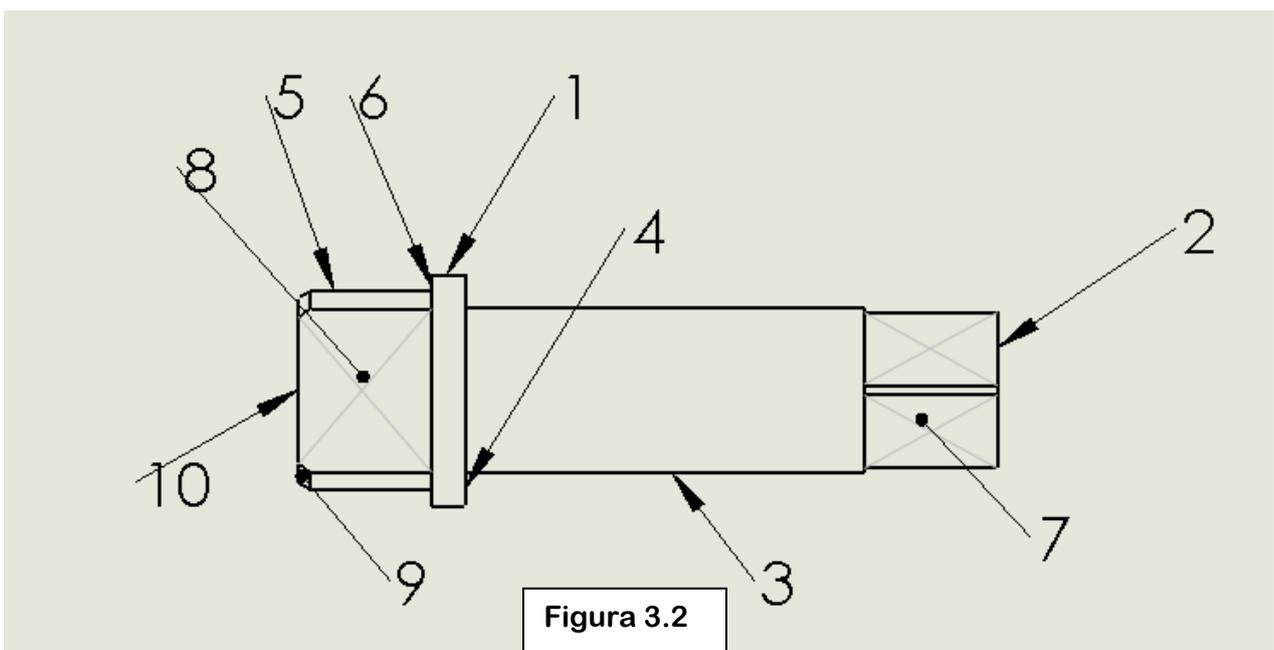
### 3.2.1 Scelta della modalità di lavorazione

Un aspetto molto importante per lo studio della realizzazione del pezzo e la scelta di utensili e macchine è la scelta della tipologia e dell'ordine delle lavorazioni da effettuare.

Il numero di pezzi da produrre è 3000, abbastanza elevato. Riteniamo necessaria la modalità di lavorazione da barra su tornio, con la possibilità di controllarne l'avanzamento ed effettuarlo automaticamente. In questo modo non risulterebbe però possibile un riposizionamento del pezzo e sarà necessario studiare il ciclo di lavorazione di conseguenza.

La presenza delle superfici piane non costituirà criticità, dal momento che, come trattato più approfonditamente nel prossimo paragrafo, i moderni torni a controllo numerico sono dotati di torretta portautensili motorizzata con gradi di libertà sufficienti per la realizzazione.

Numeriamo le superfici del pezzo:



La troncatura della barra avverrà in prossimità della superficie 10.

Il controllo e il fissaggio del pezzo verranno effettuati con autocentrante.

Come già accennato al paragrafo 1.1, il materiale scelto per la realizzazione dell'albero è il C40, di cui abbiamo reperito sul mercato barre commerciali da  $\varnothing 37$ .



#### FERRO

Barra ferro: C40



#### Barra

Diametro	Peso kg/m
30	7,23
37	8,44
38	8,90

Figura 3.3

## 3.2.2 Scelta della macchina

I requisiti che riteniamo necessari per la lavorazione dell'albero sono:

1. Possibilità di lavorare da barra, controllandone l'avanzamento automaticamente
2. Volume di lavoro sufficiente
3. Presenza di torretta porta utensili motorizzata e possibilità di montare frese. Infatti riteniamo adatto tale tipo di utensile per la realizzazione delle superfici piane 7 e 8
4. Gradi di libertà sufficienti per le lavorazioni previste, in particolare possibilità di controllare l'asse C, per ruotare il pezzo e lavorare le superfici 7 e 8

Inoltre dovremmo accertarci in seguito che la macchina abbia abbastanza potenza per effettuare tutte le lavorazioni e che il magazzino possa contenere tutti gli utensili necessari.

Alla luce delle considerazioni fatte nei due paragrafi precedenti, abbiamo scelto il tornio a controllo numerico a 4 assi HAAS ST10Y. Riportiamo di seguito immagini e specifiche



Figura 3.4

MANDRINO PRINCIPALE ASSE C	S.A.E.	METRICO
Potenza nominale max.	5 hp	3.7 kW
Posizionamento ( $\pm$ )	0.01 °	0.01 °
Forza di serraggio freno	1000 lb	4448 N
Diametro freno	14.4 "	366 mm
Tipo di controllo	Interpolated Motion and Control	Interpolated Motion and Control
TORRETTA	S.A.E.	METRICO
Numero di utensili	12 Stations	12 Stations
Utensili per esterni e per interni	12 VDI	12 VDI
Boring Bar Rear Clearance (from back of turret )	0.75 "	19.1 mm
UTENSILERIA MOTORIZZATA	S.A.E.	METRICO
Velocità max.	6000 rpm	6000 rpm
Utensileria	VDI40	VDI40
GENERALE	S.A.E.	METRICO
Aria richiesta	4 scfm, 100 psi	113 L/min, 6.9 bar
Capacità refrigerante	15 gal	57 L

Figura 3.5

DIAMETRO DI VOLTEGGIO	S.A.E.	METRICO
Sul riparo frontale	25.25 "	641 mm
Sulla slitta trasversale	16.25 "	413 mm
Sulla Contropunta	23.5 "	597 mm
CAPACITÀ	S.A.E.	METRICO
Dimensioni mandrino autocentrante	6.5 "	165 mm
Max Cutting Diameter (varies with turret)	12 "	305 mm
Max Cutting Length (without workholding)	14.0 "	356 mm
Capacità barra	1.75 "	44 mm
CORSE E AVANZAMENTI	S.A.E.	METRICO
Asse X	7.88 "	200 mm
Asse Y	±2 "	±51 mm
Asse Z	14 "	356 mm
Rapidi su X	472 in/min	12 m/min
Rapidi su Y	472 in/min	12 m/min
Rapidi su Z	1200 in/min	30.5 m/min
Spinta max. X	2400 lb	10676 N
Spinta max. Y	2300 lb	10231 N
Spinta max. Z	3700 lb	16458 N
MANDRINO	S.A.E.	METRICO
Potenza nominale max.	15 hp	11.2 kW
Velocità max.	6000 rpm	6000 rpm
Coppia max.	75 ft-lb @ 1300 rpm	102 Nm @ 1300 rpm
Naso mandrino	A2-5	A2-5
Foro mandrino $\varnothing$	2.31 "	58.7 mm
Diametro interno tirante $\varnothing$	1.81 "	46.0 mm

Figura 3.6



The ST-10Y's generous Y-axis travel, high-speed live tooling, and C-axis motion allow multiple operations in a single setup to reduce part handling and increase accuracy.



Both ST-10 models are equipped with a 12-station turret (BOT or hybrid BOT/VDI) that indexes quickly to reduce cycle times.

Figura 3.7

Per rendere possibile la lavorazione come l'abbiamo prevista, è necessario acquistare separatamente uno spingibarra automatico per torni.

È stato scelto HAAS ServoBar300. Viene azionato direttamente dal controllo HAAS, il che lo rende "intelligente". Le sue caratteristiche semplificano la configurazione e l'azionamento, come l'ampio sportello di accesso per la sostituzione dello spintore e un'unica regolazione per configurare il diametro della barra. Tutti i parametri di avanzamento della barra vengono programmati con il controllo numerico del tornio. Riportiamo di seguito un'immagine con specifiche

Haas CNC Lathes Bar Feeders | Haas Automation, Inc. | CNC Machine Tools



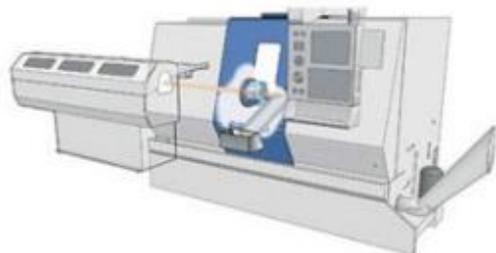
**Haas Automation, Inc.**  
America's Leading Machine Tool Builder

#### Spingibarra automatico per torni

Lo spingibarra Haas presenta un design per uso intensivo ma compatto, con una capacità di barra fino a 79 mm (3 $\frac{1}{8}$ " e un ingombro di soli 1.370 mm x 2.440 mm (4.5' x 8').

Progettato per aumentare la produttività e ottimizzare le operazioni di tornitura, questo spingibarra servoassistito è stato creato esclusivamente per i torni Haas CNC.

#### Torni CNC: Spingibarra SPINGIBARRA AUTOMATICO PER TORNII LEARN ABOUT AUTO BAR FEEDER



#### Caratteristiche del Servo Bar 300:

- Ampia capacità di passaggi barra fino a 79 mm (3 $\frac{1}{8}$ "
- Sistema di trasmissione servomotore con viti a sfere
- Semplice configurazione
- Semplice interfaccia con il controllo CNC Haas
- Accetta barre di diverse lunghezze
- Misurazione automatica della lunghezza della barra
- Vassoio di raccolta in linea

#### Specifiche:

- Capacità: diametri da 9,5 mm a 79 mm ( $\frac{3}{8}$ " - 3 $\frac{1}{8}$ "), lunghezza fino a 1.524 mm \*
- Precisione di  $\pm 0,127$  mm (0,005") di lunghezza di avanzamento senza stop limite
- Capacità del vassoio: 30 pezzi con diametro di 2,54 cm (1").
- Peso: 408 kg (900 libbre)

\* Capacità in base al modello di tornio.

Figura 3.8

### 3.3.3 Scelta degli utensili

Di seguito riportiamo la lista con immagini e specifiche degli utensili scelti, divisi per categoria, rimandando una trattazione più specifica delle lavorazioni al foglio di fase.

Riportiamo il significato delle sigle degli inserti alla fine del paragrafo.

#### Informazioni sul prodotto

**Codice di ordinazione**

ISO	DCLNR 2020K 12
ANSI	DCLNR 2020K 12
ID prodotto	5731628
Codice a barre	11021065

**Descrizione prodotto**

Utensile a stelo T-Max® P per tornitura

**Download:**

Disegno CAD (.dxf)

Modello 3D (.stp)

SSCM	insert seat size code	12	<a href="#">Acquista</a>
SSCN	insert seat size code	1/2	
ADINTMS	Interfaccia adattatore lato macchina	Rectangular shank -metric: 20 x 20	
CZC	Codice misura collegamento	20 x 20	
KAPR	Angolo del tagliente dell'utensile	95 deg	
PSIR	Angolo di attacco dell'utensile	-5 deg	
RMPX	Angolo massimo lavorazione del piano inclinato	0 deg	
OHX	Sporgenza massima	32 mm	
LF	Lunghezza funzionale	125 mm	
WF	Larghezza funzionale	25 mm	
HF	Altezza funzionale	20 mm	
WT	Peso dell'articolo	0.4 kg	
TQ	Coppia	3.9 Nm	
MIIDM	master insert identification	CNMG 12 04 08	
MIIDN	master insert identification	CNMG 432	
SC	Codice della forma dell'inserto	C	
TSYC	Codice tipo utensile	DCLNR/L	
CNSC	Codice tipo con ingresso refrigerante	0: without coolant	
B	Larghezza dello stelo	20 mm	
H	Altezza dello stelo	20 mm	
HAND	Senso	R	
GAMO	Angolo di spoglia superiore ortogonale	-6 deg	
LAMS	Angolo di inclinazione	-6 deg	
CUTIINT_CLAMP	Parte 1 identificativi interfaccia articoli da taglio	floating wedge, RC hole	
BMC	Codice del materiale del corpo	1	
CXSC	Codice tipo di uscita refrigerante	0: no coolant exit	
DPC	Proprietà di smorzamento	FALSE	
ITEMTYPE	Tipo di articolo	Tool Item	
OAL	Lunghezza globale	125 mm	
RELEASEPACK	ID pacchetto di introduzione	97.3	

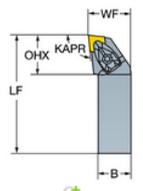
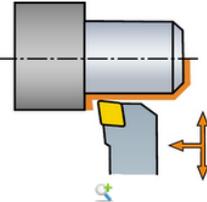




Figura 3.9

### Informazioni sul prodotto

#### Codice di ordinazione

ISO	MCLNL 10 4A
ANSI	MCLNL 10 4A
ID prodotto	5736342
Codice a barre	10382374

#### Descrizione prodotto

Utensile a stelo T-Max® P per tornitura

#### Replacement product exist

ISO	DCLNL 10 4A
ANSI	DCLNL 10 4A
Product Description	Utensile a stelo T-Max® P per tornitura

SSCM	insert seat size code	12
SSCN	insert seat size code	1/2
ADINTMS	Interfaccia adattatore lato macchina	Rectangular shank -inch: 5/8 x 5/8
CZC	Codice misura collegamento	5/8 x 5/8
KAPR	Angolo del tagliente dell'utensile	95 deg
PSIR	Angolo di attacco dell'utensile	-5 deg
RMPX	Angolo massimo lavorazione del piano inclinato	0 deg
OHX	Sporgenza massima	32 mm
LF	Lunghezza funzionale	101.6 mm
WF	Larghezza funzionale	22.225 mm
HF	Altezza funzionale	15.875 mm
WT	Peso dell'articolo	0.22 kg

TQ	Coppia	5 Nm
MIIDM	master insert identification	CNMG 12 04 08
MIIDN	master insert identification	CNMG 432
SC	Codice della forma dell'inserto	C
TSYC	Codice tipo utensile	MCLNR/L
CNSC	Codice tipo con ingresso refrigerante	0: without coolant
B	Larghezza dello stelo	15.875 mm
H	Altezza dello stelo	15.875 mm
HAND	Senso	L
GAMO	Angolo di spoglia superiore ortogonale	-6 deg
LAMS	Angolo di inclinazione	-6 deg
CUTINT_CLAMP	Parte 1 identificativi interfaccia articoli da taglio	cantilever top clamping +screw
BMC	Codice del materiale del corpo	Steel
CXSC	Codice tipo di uscita refrigerante	0: no coolant exit
DPC	Proprietà di smorzamento	FALSE
ITEMTYPE	Tipo di articolo	Tool Item
OAL	Lunghezza globale	101.6 mm
RELEASEPACK	ID pacchetto di introduzione	82.1

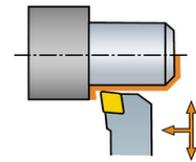
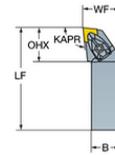


Figura 3.10

### Informazioni sul prodotto

#### Codice di ordinazione

ISO	CNMG 12 04 08-PR 4325
ANSI	CNMG 432-PR 4325
ID prodotto	6265921
Codice a barre	26265921

#### Descrizione prodotto

Inserto T-Max® P per tornitura

SSCM	insert seat size code	12
SSCN	insert seat size code	1/2
CTPT	Tipo di operazione	Roughing
L	Lunghezza del tagliente	12.8959 mm
S	Spessore dell'inserto	4.7625 mm
IC	Diametro del cerchio inscritto	12.7 mm
LE	Lunghezza effettiva del tagliente	12.0959 mm
RE	Raggio di punta	0.8 mm
D1	Diametro del foro di fissaggio	5.156 mm
HAND	Senso	N
TSYC	Codice tipo utensile	CNMG-PR
GRADE	qualità 4G— GC4125, GC225, GC235, S10, S30, SM30, GC415	4325

Acquista

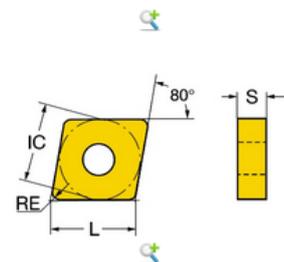
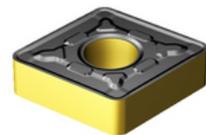


Figura 3.11

### Informazioni sul prodotto

#### Codice di ordinazione

ISO C4-DTJNR-27050-22  
 ANSI C4-DTJNR-27050-22  
 ID prodotto 5728294  
 Codice a barre 11413415

#### Descrizione prodotto

Unità di taglio T-Max® P per tornitura

#### Download:

-  [Disegno CAD \(.dxf\)](#)
-  [Modello 3D \(.stp\)](#)

SSCM	insert seat size code	22	<a href="#">Acquista</a>
SSCN	insert seat size code	1/2	
ADINTMS	Interfaccia adattatore lato macchina	Coromant Capto (segment&bolt) -size C4	
CZC	Codice misura collegamento	C4	
KAPR	Angolo del tagliente dell'utensile	93 deg	
PSIR	Angolo di attacco dell'utensile	-3 deg	
RMPX	Angolo massimo lavorazione del piano inclinato	0 deg	
OHX	Sporgenza massima	50 mm	
LF	Lunghezza funzionale	50 mm	
WF	Larghezza funzionale	27 mm	
DMIN1	minimum bore diameter	110 mm	
DMIN2	minimum bore diameter	140 mm	
DCON	Diametro di collegamento	40 mm	
HF	Altezza funzionale	0 mm	
WT	Peso dell'articolo	0.55 kg	
TQ	Coppia	3,9 Nm	
MIIDM	master insert identification	TNMG 22 04 08	
MIIDN	master insert identification	TNMG 432	
SC	Codice della forma dell'inserto	T	
TSYC	Codice tipo utensile	Cx-DTJNR/L	
CNSC	Codice tipo con ingresso refrigerante	1: axial concentric entry	
HAND	Senso	R	
GAMO	Angolo di spoglia superiore ortogonale	-6 deg	
LAMS	Angolo di inclinazione	-6 deg	
CUTINT_CLAMP	Parte 1 identificativi interfaccia articoli da taglio	floating wedge, RC hole	
BMC	Codice del materiale del corpo	1	
CP	Pressione del refrigerante	10 bar	
CXSC	Codice tipo di uscita refrigerante	6: decentral exit with nozzles, adjustable	
DPC	Proprietà di smorzamento	FALSE	
ITEMTYPE	Tipo di articolo	Tool Item	
OAL	Lunghezza globale	74 mm	
RELEASEPACK	ID pacchetto di introduzione	02.2	



Figura 3.12

### Informazioni sul prodotto

#### Codice di ordinazione

ISO TNMG 22 04 08-PM 4325  
 ANSI TNMG 432-PM 4325  
 ID prodotto 6532433  
 Codice a barre -

#### Descrizione prodotto

Inserto T-Max® P per tornitura

SSCM	insert seat size code	22	<a href="#">Acquista</a>
SSCN	insert seat size code	1/2	
CTPT	Tipo di operazione	Medium	
L	Lunghezza del tagliente	21.997 mm	
S	Spessore dell'inserto	4.7625 mm	
IC	Diametro del cerchio inscritto	12.7 mm	
LE	Lunghezza effettiva del tagliente	21.197 mm	
RE	Raggio di punta	0.8 mm	
D1	Diametro del foro di fissaggio	5.156 mm	
HAND	Senso	N	
TSYC	Codice tipo utensile	TNMG-PM	
GRADE	qualità 4G- GC4125, GC225, GC235, S10, S30, SM30, GC415	4325	

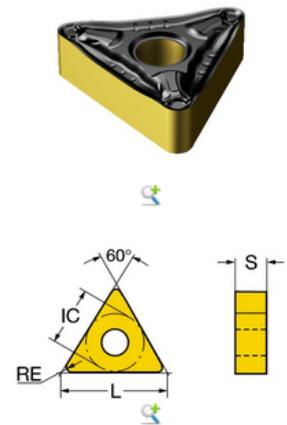


Figura 3.13

### Informazioni sul prodotto

#### Codice di ordinazione

ISO	QD-NN2F33-21A
ANSI	QD-NN2F33-21A
ID prodotto	6397272
Codice a barre	26397272

#### Descrizione prodotto

CoroCut® Q blade for parting

#### Download:

- Disegno CAD (.dxf)
- Modello 3D (.stp)

SSCM	insert seat size code	F	<b>Acquista</b>
SSCN	insert seat size code	F	
ADINTMS	Interfaccia adattatore lato macchina	Parting off and grooving blade -size 21	
CZC	Codice misura collegamento	21	
CDX	Profondità di taglio massima	33 mm	
H	Altezza dello stelo	25.9 mm	
HF	Altezza funzionale	21.4 mm	
LF	Lunghezza funzionale	110 mm	
OHN	Sporgenza minima	17 mm	
OHX	Sporgenza massima	35 mm	
WF	Larghezza funzionale	2.25 mm	
CNSC	Codice tipo con ingresso refrigerante	0: without coolant	
MIIDM	master insert identification	QD-NF-0250-0002-CM	
MIIDN	master insert identification	QD-NF-0250-0002-CM	
TSYC	Codice tipo utensile	QD-NN2..A	
HAND	Senso	N	
GAMO	Angolo di spoglia superiore ortogonale	0 deg	
LAMS	Angolo di inclinazione	0 deg	
WT	Peso dell'articolo	0.05 kg	
BAWS	Angolo del corpo lato pezzo	0 deg	
BMC	Codice del materiale del corpo	1	
CXSC	Codice tipo di uscita refrigerante	0: no coolant exit	
ITEMTYPE	Tipo di articolo	Tool Item	
OAL	Lunghezza globale	110 mm	
PSIR	Angolo di attacco dell'utensile	90 deg	
RELEASEPACK	ID pacchetto di introduzione	13.2	

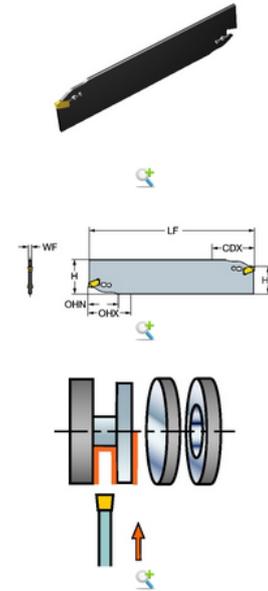


Figura 3.14

### Informazioni sul prodotto

#### Codice di ordinazione

ISO	QD-NE-0200-0003-CR 1125
ANSI	QD-NE-0200-0003-CR 1125
ID prodotto	6427344
Codice a barre	26427344

#### Descrizione prodotto

Inserto CoroCut® Q per troncatura

SSCM	insert seat size code	E	<b>Acquista</b>
SSCN	insert seat size code	E	
CW	Larghezza di taglio	2 mm	
HAND	Senso	N	
AN	Angolo di spoglia inferiore principale	7 deg	
REL	Raggio di punta sinistro	0.3 mm	
RER	Raggio di punta destro	0.3 mm	
INSL	Lunghezza inserto	10 mm	
TSYC	Codice tipo utensile	QD-N..-CR	
S	Spessore dell'inserto	3.1 mm	
GRADE	qualità 4G- GC4125, GC225, GC235, S10, S30, SM30, GC415	1125	
WT	Peso dell'articolo	0.001 kg	

+ Mostra dati sul prodotto aggiuntivi

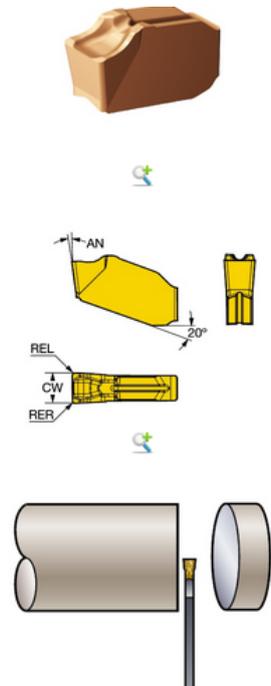


Figura 3.15

### >> VHM-SCHAFTFRÄSER, KURZ, VIERSCHNEIDER

**Einsatzbereich:**  
Empfohlen zum Fräsen von Werkstoffen mit mittlerer bis hoher Festigkeit. Fräsen von Nuten mit größerer Bohrtiefe, exakten Passungen, ebenso zum Stirn- und Umfangfräsen geeignet. Hoher Zerspanungsleistung und große Laufruhe ergeben exzellente Oberflächen-güte.

### SOLID CARBIDE END MILLS, SHORT SERIES, FOUR FLUTES

**Range of application:**  
Recommended for milling in materials with medium and high tensile strength. Milling of slots with large depth, accurate fits as well as face and surface milling. High cutting performance in chipping and a smooth run result an excellent surface.

### FRESE FRONTALI MDI, SERIE CORTA, 4 TAGLIANTI

**Impiego:**  
Adatte per fresatura di materiali di media ed alta resistenza. Fresatura di scanalature profonde, con accoppiamenti precisi, anche per fresatura frontale e tangenziale. Elevato rendimento, silenziosità di passata, eccellente finitura della superficie.

**ALUMIT®**

- höhere Performance, längere Standzeit
- higher performance, longer durability
- maggior rendimento, durata più elevata

<400 N/mm²

<850 N/mm²

<1.100 N/mm²

<1.200 N/mm²

>45 HRC

INOX <850 N/mm²

INOX >850 N/mm²

GRAU- GUSS CAST IRON BERA GRIGIA

Ti

Cu, Ms

Al

[Material Icon]

d<sub>1</sub>=d<sub>2</sub>

8°

Z=4

Typ/Typel/Typo N

45°

WN

blank | bright | lucida

d1<sub>h10</sub> d2<sub>h6</sub> l1 l2

12/10 12/11 11 12 12/11

Code 6875 Art.-Nr. €

12	12	73	22	0,10	4	0 6075012001 00	88,33
14	14	75	25	0,20	4	0 6075014001 00	94,03
16	16	80	28	0,20	4	0 6075016001 00	120,18

Figure 3.16

Riportiamo una sintesi con gli utensili scelti e relative applicazioni

UTENSILE	SENSO	INSERTO	LAVORAZIONE	FIGURE
DCLNR 2020K 12	DESTRO	CNMG 120408 PR 4325	SGROSSATURA	3.9 / 3.11
MCLNL 10 4A	SINISTRO	CNMG 120408 PR 4325	SGROSSATURA	3.10/3.11
C4 DTJNR 27050 22	DESTRO	TNMG 220408 PM 4325	FINITURA	3.12 / 3.13
QD NN2FF33 21A	N/D	QD NE 0200 0003 CR 1125	TRONCATURA	3.14 / 3.16
60750114001			FRESATURA	3.16

Università di Pisa – Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica – Anno accademico 2014/2015

### 3.3.4 Fogli di ciclo e fogli di fase

I parametri di taglio scelti, alla luce delle tolleranze e rugosità previste dal disegno, sono quelli consigliati dalle case produttrici dei vari utensili e dai libri che abbiamo consultato, citati nella bibliografia.

Il calcolo delle potenze necessarie per svolgere tutte le lavorazioni è stato fatto utilizzando le formule riportate nei libri consultati, i cui titoli sono riportati nella bibliografia.

La macchina risulta soddisfare le nostre esigenze, consentendoci un margine di potenza extra, anche considerando un (modesto) rendimento generale di 0,8.

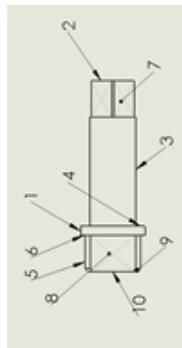
Abbiamo misurato, per ogni lavorazione, le traiettorie percorse degli utensili e calcolato i tempi attivi tenendo di conto della velocità di avanzamento impostata alla macchina.

Per la valutazione dei tempi passivi, invece, abbiamo considerato:

- tempo necessario per avanzamento barra : 5 secondi
- tempo necessario alla macchina per ruotare il pezzo di 180° attorno all'asse C: 2 secondi
- tempo per il cambio utensile automatico (truciolo-truciolo) : 3,7 secondi

La stazione portautensili della macchina (capienza : 12) è sufficiente per contenere un esemplare di ogni utensile necessario per le lavorazioni (5).

Università di Pisa Dip. di Ingegneria meccanica, nucleare e della produzione		Ciclo di lavorazione elemento : Albero							Foglio n°1		
Designazione superfici	n°	Fasi, sottofasi, operazioni	Tipo di macchina	Attrezzatura	Tempo attivo	Tempo passivo	Superfici di riferimento	Superfici di bloccaggio	Note		
			10	TORNITURA			5"	5"			NOTA1: SUPERFICI DI RIF. SR1= SUP1 (CON AUTOCENTRANTE)
		SGROSSATURA 1	TORNIO A CONTROLLO NUMERICO - HAAS ST10Y - 11,2KW SPINGIBARRA AUTOMATICO - HAAS SERVOPAR 300	AUTOCENTRANTE	5"	4"	SR1				
		SGROSSATURA 3, 4			6"	4"					
		FINITURA 3,4			10"	4"					
		SGROSSATURA 5, 6, 9			5"	5"					
		FRESATURA 7			30"	10"					
		FRESATURA 8			15"	8"					
		TRONCATURA			10"	4"					
								TOT. 81"	TOT. 44"		



Università di Pisa Dip. di Ingegneria meccanica, nucleare e della produzione		Fase di lavorazione n° 10 dell'elemento : Albero					Foglio n° 1				
Materie prime		Stato: Barra Dimensioni $\phi 37 \times 108$ mm									
s. fase	Schizzo di lavorazione	Operazione		Utensile	Controllo	Parametri di taglio			Note		
		n°	Descrizione			Potenza macchina [kW]	Potenza di taglio [kW]	Velocità di taglio [m/min]		n° giri mandrino [giri/min]	Avanzam. [mm/giro]
a		1	SGROSSATURA 1 (a $\phi 35$ )	PORTAINNERO SANDVIK COROMANT DCLNR 2020K 12	CALIBRO A CORSOIO, CALIBRO PASSA - NON PASSA PER $\phi 25h6$	11,2	1,9	300	2652	(*) AVANZAMENTO IN [mm/min]	
		2	SGROSSATURA 3, 4	INSERTO CNMG 120408-PR 4325		11,2	2,85	245	3000		
		3	FINITURA 3, 4	PORTAINNERO SANDVIK COROMANT C4 DTNR 27050 22		11,2	0,35	235	3000		
		4	SGROSSATURA 5, 6, 9	INSERTO TNMG 22 04 08 PR 4325		11,2	1,8	250	2652		
		5	SFACCIATURA 7	INSERTO CNMG 120408-PR 4325		11,2	0,8	12	2728		0,3
		6	SFACCIATURA 8	FRESA MAYKESTAG 60750114001		11,2	0,8	12	2728		436*
		7	TRONCATURA	PORTAINNERO SANDVIK COROMANT QDNN2FF321A		11,2	0,5	176	1870		0,13
				INSERTO QDNE02000003CR 1125		0,8	2				

### 3.3.5 Part program

Riportiamo il part program della lavorazione dell'albero.

Lo “zero pezzo” e il sistema di riferimento scelti sono illustrati nella seguente figura

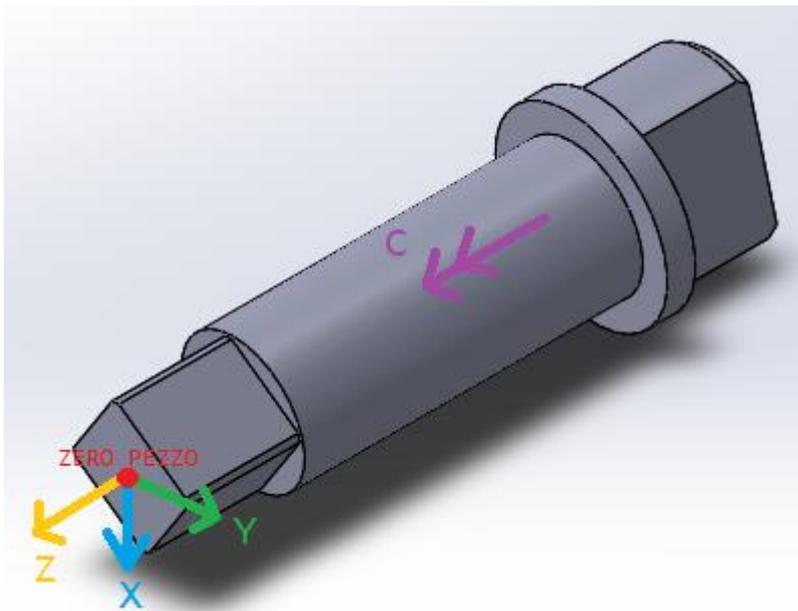


Figura 3.17

#### Operazioni di tornitura

(UAO,1)	Definizione sistema di riferimento
T101M6	Richiamo utensile 1
G95G96S300M4F0,5	Impostazione parametri di taglio
G0X35Z3	Avvicinamento rapido
G1Z-108	Sgrossatura superficie 1
G0X40	Allontanamento rapido
G0Z3	Allontanamento rapido
G0X-26	Avvicinamento rapido
G95G96S245M14F0,3	Impostazione parametri di taglio
G1Z-82,5	Sgrossatura superficie 3
G1X36	Sgrossatura superficie 4
G0X40	Allontanamento rapido
GOZ3	Allontanamento rapido
T202M6	Richiamo utensile 2
G0X25Z1	Avvicinamento rapido
G9596S235F0,2M4	Impostazione parametri di taglio

G0XZ1	Avvicinamento rapido
G0X38	Avvicinamento rapido
G0Z-108	Avvicinamento rapido
G1X30	Inizio taglio
G1Z-88	Sgrossatura superficie 5
G1X37	Sgrossatura superficie 6
G0Z-108	Avvicinamento rapido
G0X31	Avvicinamento rapido
G1X28	Inizio taglio
G1Z-105	Esecuzione superficie 9
G1X31Z-103	Esecuzione superficie 9
G0X38	Allontanamento rapido
G0Z3	Allontanamento rapido

### Operazioni di fresatura

T303M6	Richiamo utensile 3
G94G97S2728F436M4	Impostazione parametri di taglio
C45	Rotazione asse C di 45°
(RPT,4)	Inizio loop (ripeti 4 volte)
G0X27Y27Z-13M8	Posizionamento centro della fresa
G1X8,84	Esecuzione superficie 7, prima passata
G1Y-27	Esecuzione superficie 7, prima passata
G0Z-3	Posizionamento centro della fresa
G1Y27	Esecuzione superficie 7, seconda passata
M9	Chiusura flusso refrigerante
C90	Posizionamento centro della fresa
(ERP)	Fine loop
G0X19Y23	Allontanamento rapido
C45	Rotazione asse C di 45°
(RPT,2)	Inizio loop (ripeti 2 volte)
G0Z-92	Posizionamento centro della fresa
G0X8,5Y22	Posizionamento centro della fresa
M8	Apertura flusso refrigerante
G1Y-22	Esecuzione superficie 8, prima passata
G0Z-99	Posizionamento centro della fresa
G1Y22	Esecuzione superficie 8, seconda passata
G0X19	Allontanamento rapido
M9	Chiusura flusso refrigerante
C180	Rotazione asse C di 180 gradi
(ERP)	Fine loop
M30	Stop programma e reset

# 4. Allegati

**4.1 Disegno di Complessivo**

**4.2 Disegno di particolare: Corpo**

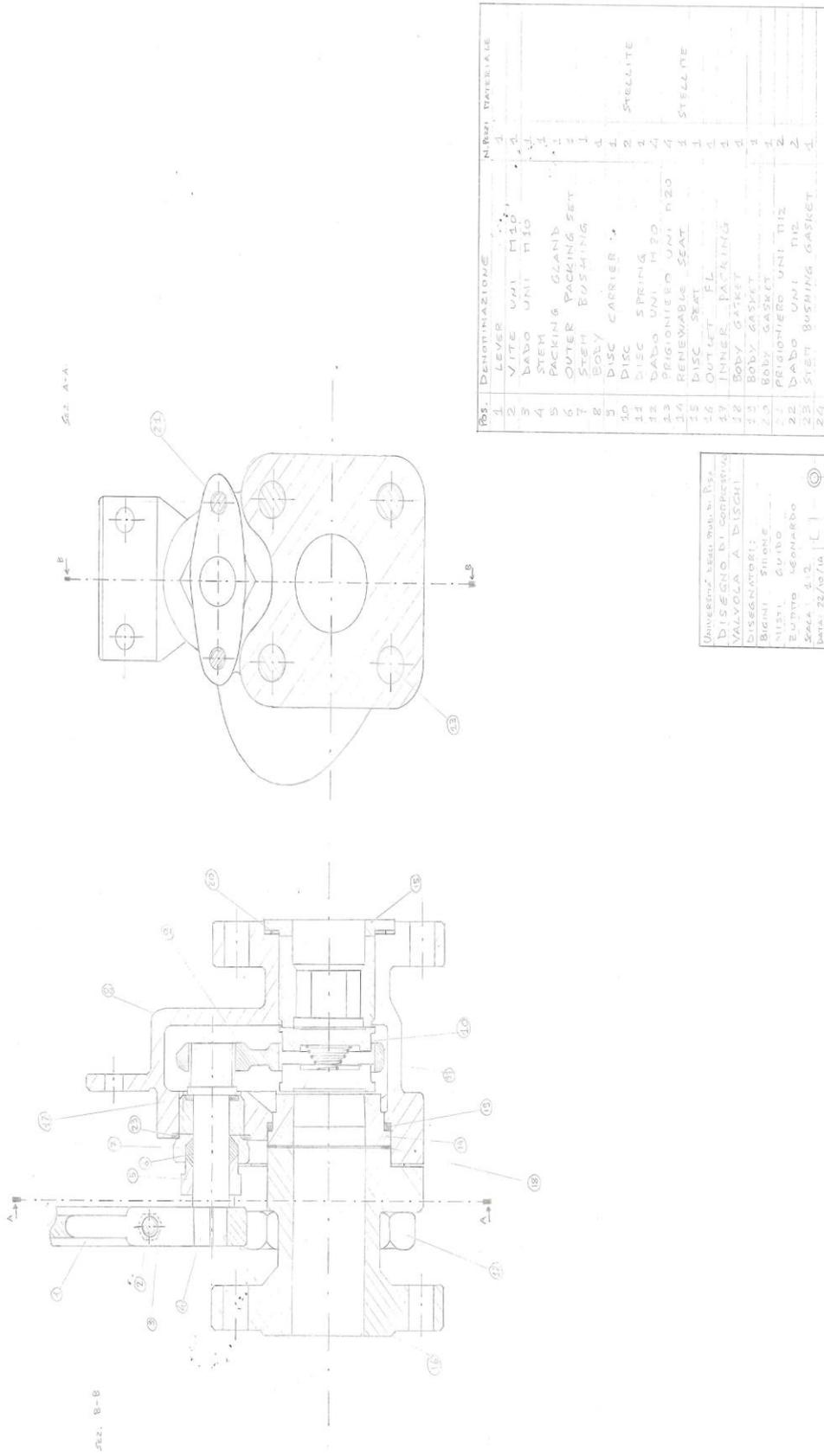
**4.3 Disegno di particolare: Albero**

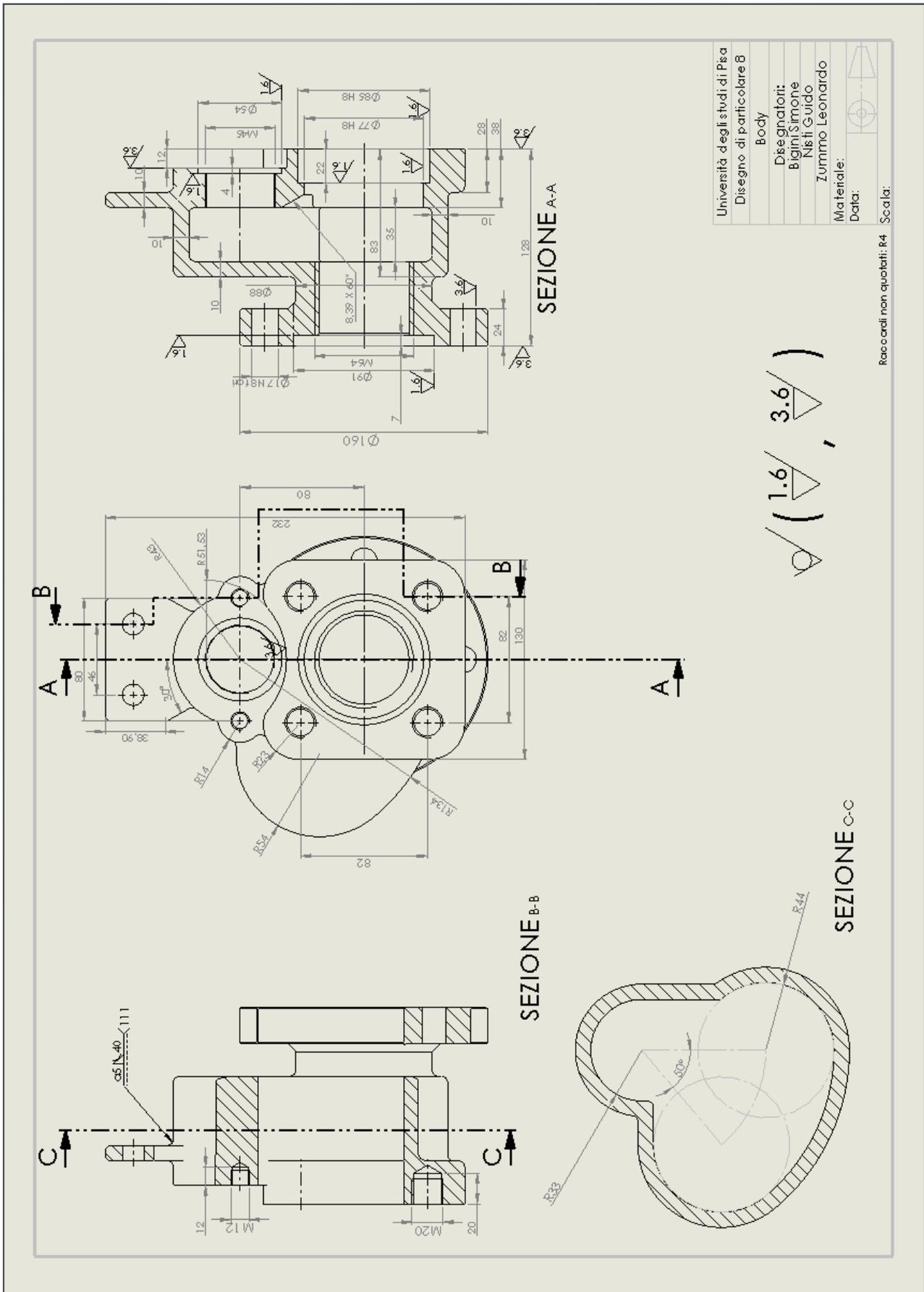
**4.4 Disegno Cassa d'anima – Guscio 1**

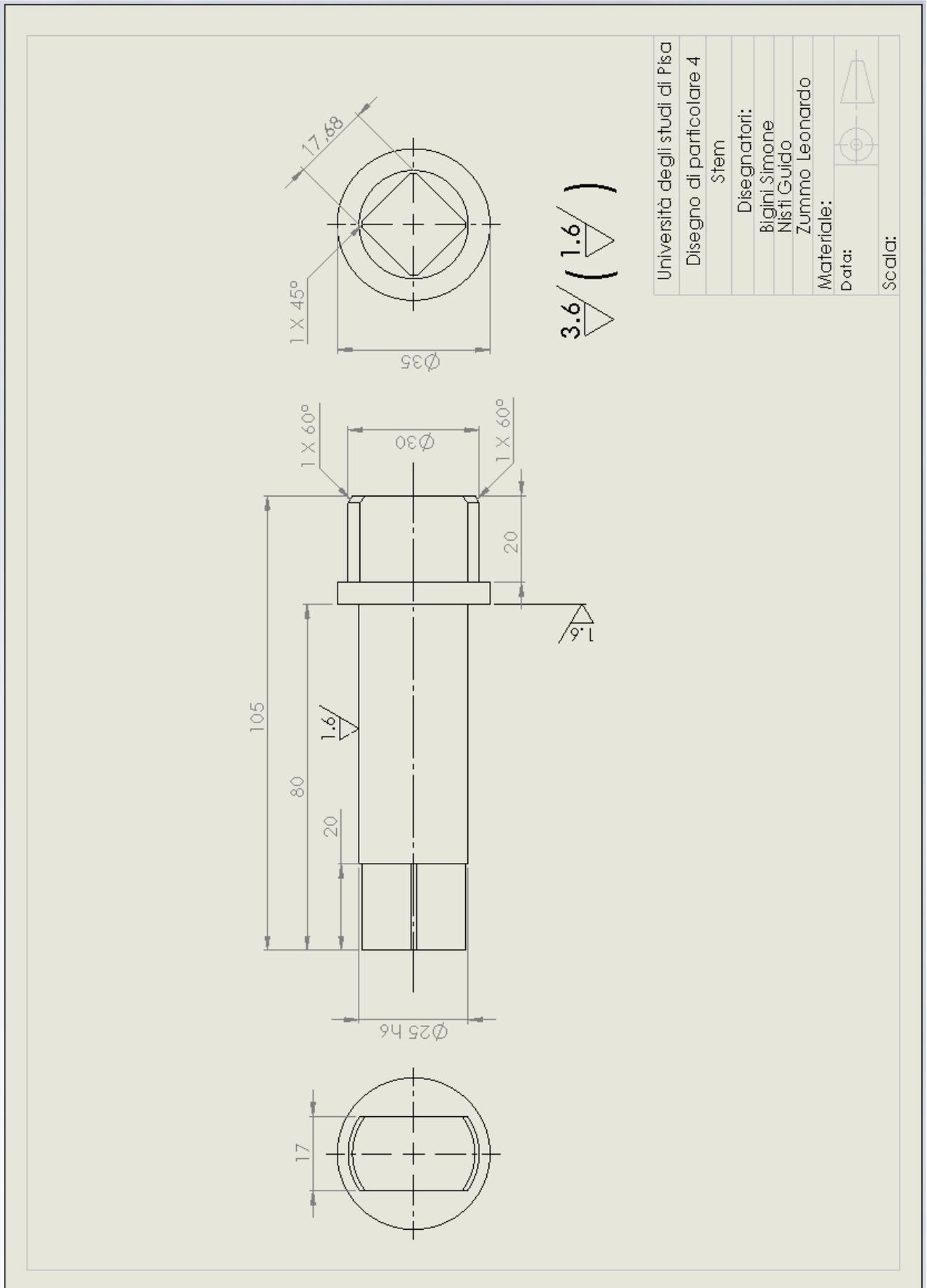
**4.5 Disegno Cassa d'anima – Guscio 2**

**4.6 Disegno Semimodello 1**

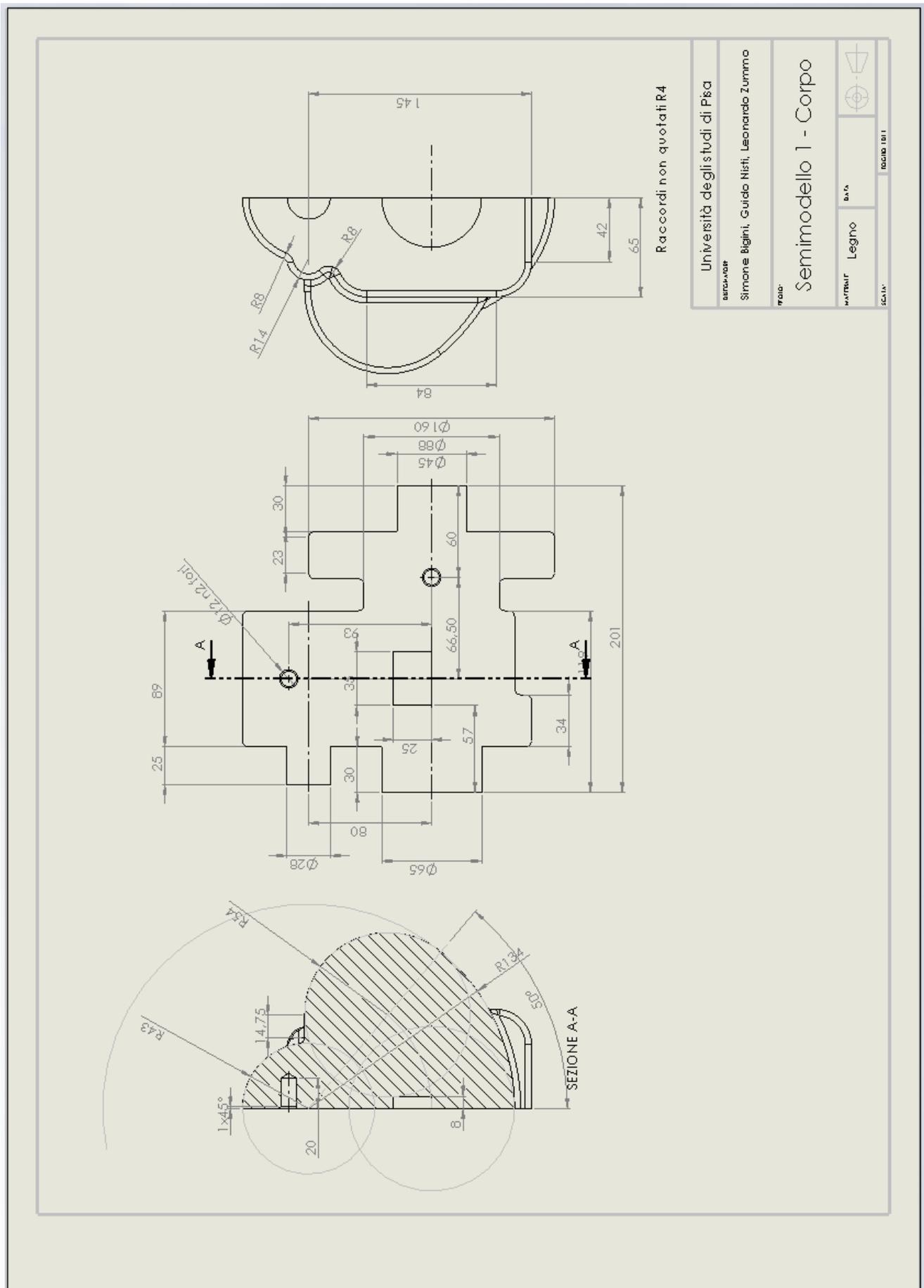
**4.7 Disegno Semimodello 2**



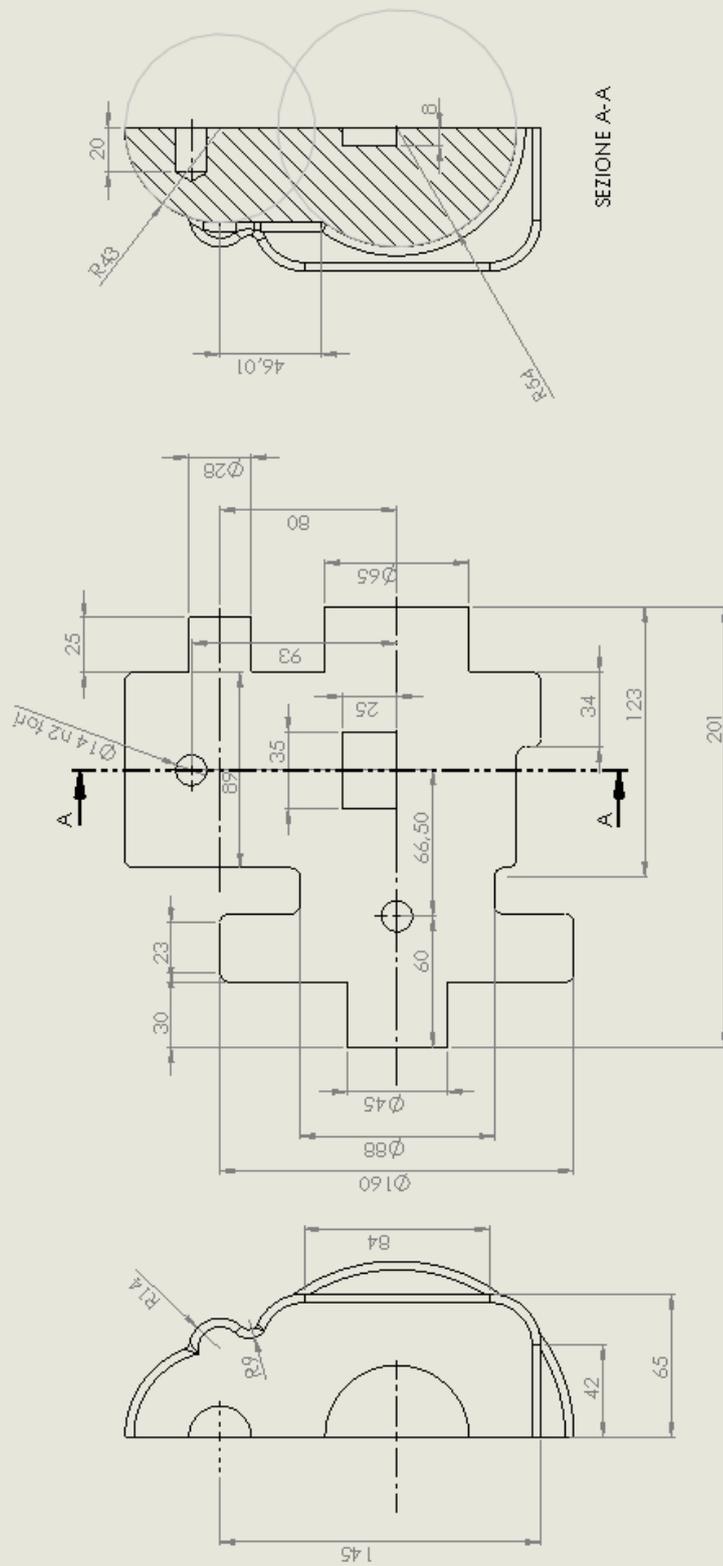




Università degli studi di Pisa
Disegno di particolare 4
Stem
Disegnatori:
Bigini Simone
Nisti Guido
Zummo Leonardo
Materiale:
Data:
Scala:



Università degli studi di Pisa			
Dipartimento Simone Bigini, Guido Nisti, Leonardo Zummo		Titolo Semimodello 1 - Corpo	
Materia Legno		Data 04/05	
Nome ...		Foglio 01/1	

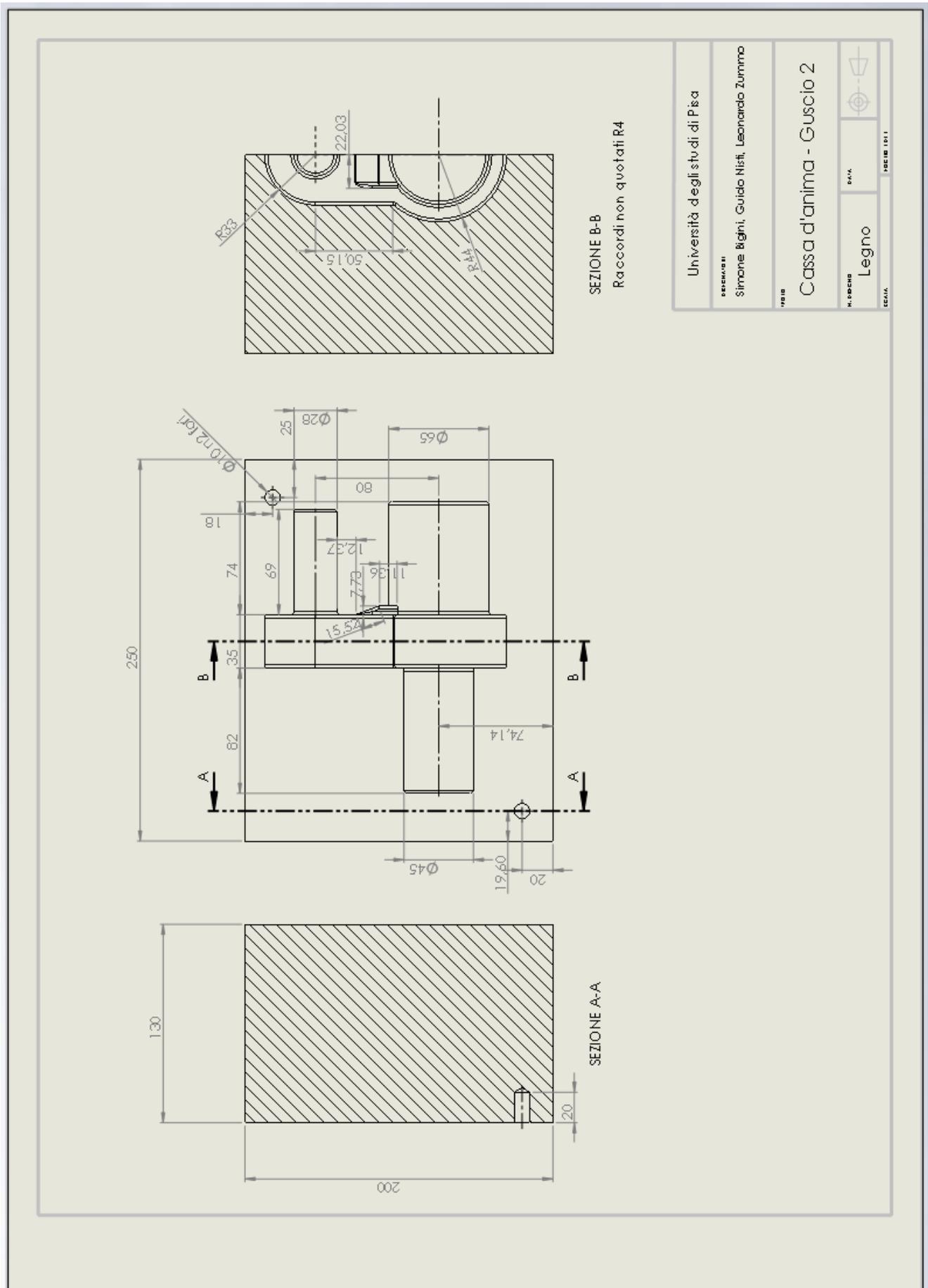


SEZIONE A-A

Raccordi non quotati R4

Università degli studi di Pisa			
DESIGNER Simone Bigini, Guido Nisti, Leonardo Zummo		SCALE 1:1	
MATERIAL Legno		DATA 10/01/15	
Semimodello 2 - Corpo			





Università degli studi di Pisa			
<small>REDAZIONE</small> Simone Bigini, Guido Nisfi, Leonardo Zummo		<small>PRODOTTORE</small> Legno	
<small>PRODOTTORE</small> Cassa d'anima - Guscio 2		<small>PRODOTTORE</small> Legno	
<small>PRODOTTORE</small> Legno		<small>PRODOTTORE</small> Legno	

# 5. Riferimenti bibliografici

- **M.Santochi, F.Giusti: Tecnologia Meccanica e studi di fabbricazione, Casa Editrice Ambrosiana, Milano (edizione 2000)**
- **G. Carlo Barsotti, Sergio Barsali, Ugo Rosa: Lezioni di disegno di macchine, Editore San Marco Litotipo, Lucca 1993**