

Progetto di Tecnologia Meccanica

Freno a tamburo - Land Rover Series III

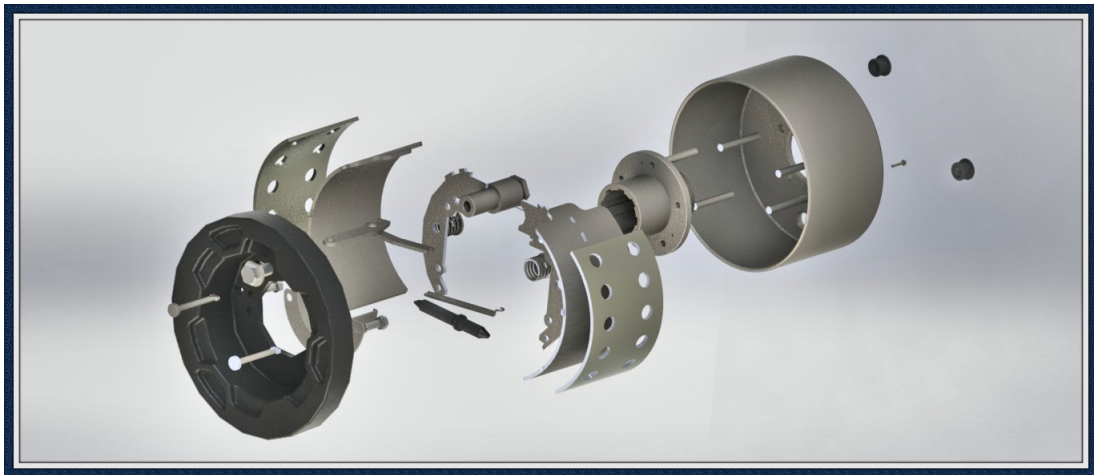
Giulio De Simone

Marco Graffiedi

Tommaso Grossi

Sandro Yemi Okutuga

Emilia Lan Da Wang



Università di Pisa

Corso di Laurea triennale in Ingegneria Meccanica

Anno accademico 2012/2013

Indice

1	Introduzione	5
1.1	Generalità	5
1.2	Scelta dei processi di produzione	5
1.2.1	Perno delle suole	6
1.2.2	Manovella	6
1.2.3	Disco per ancoraggio	7
2	Perno delle suole	9
2.1	Studio preliminare del ciclo	9
2.2	Scelta del tornio	9
2.2.1	Ottimizzazione della lunghezza delle barre	10
2.3	Scelta degli utensili	10
2.4	Definizione del ciclo alle macchine utensili	17
2.4.1	Foglio di ciclo	17
2.4.2	Foglio di fase	18
2.4.3	Programma CNC	19
2.5	Allegati	19
2.5.1	Caratteristiche del Tornio CNC	19
2.5.2	Tornitura poligonale	22
2.5.3	Disegno di particolare	22
3	Manovella	24
3.1	Studio del processo di tranciatura	24
3.1.1	Dimensionamento dei punzoni	24
3.1.2	Valutazione delle forze di tranciatura	26
3.1.3	Scelta della pressa	26
3.2	Studio della lavorazione alle macchine utensili	27
3.2.1	Studio di una attrezzatura speciale	27
3.2.2	Ottimizzazione del piano di lavoro	29
3.2.3	Foglio di ciclo	31
3.2.4	Foglio di fase	32
3.3	Allegati	33
3.3.1	Disegno del punzone	33
3.3.2	Disegno della matrice	33
3.3.3	Disegno del pezzo dopo tranciatura	33
3.3.4	Disegno dell'attrezzatura speciale	33

Indice

3.3.5	Disegno del pezzo finito	33
3.3.6	Caratteristiche pressa a eccentrico	33
3.3.7	Caratteristiche fresatrice CNC	33
4	Disco per ancoraggio	47
4.1	Studio del processo di fusione	47
4.1.1	Progetto del modello e delle casse d'anima	48
4.1.2	Dimensionamento e posizionamento delle materozze	51
4.1.2.1	Metodo dei moduli in direzione radiale	51
4.1.2.2	Metodo dei moduli in direzione circonferenziale	53
4.1.2.3	Metodo del Caine	55
4.1.2.4	Considerazioni	55
4.1.2.5	Raggio di influenza materozza	56
4.1.2.6	Volume alimentabile	56
4.1.3	Progettazione del sistema di colata	57
4.1.4	Calcolo della spinta metallostatica	60
4.2	Simulazioni con il software SolidCast	61
4.3	Allegati	63
4.3.1	Disegno non quotato del grezzo di fusione	63
4.3.2	Disegno dei semimodelli	63
4.3.3	Disegni delle casse d'anima	63
4.3.4	Disegno del tribolo per le casse d'anima	63
4.3.5	Disegno del pezzo finito	63
4.3.6	Galleria immagini	63
5	Appendici	80
5.1	Complessivo	80
5.2	Riferimenti bibliografici	83

1 Introduzione

1.1 Generalità

Il complessivo studiato è quello del freno a tamburo montato sia anteriormente che posteriormente sulle Land Rover Series III, in produzione dal 1971 al 1985. L'azionamento è di tipo puramente meccanico, mediante una manovella che tramite una biella spinge entrambe le suole contro il tamburo, esercitando la frenatura. Il richiamo avviene mediante due molle, le quali riportano le suole nella posizione di inizio corsa, determinata da un perno e da un distanziale. È evidente che lo schema progettuale è stato fortemente improntato all'affidabilità piuttosto che alla pura prestazione, in vista di un utilizzo *multi-purpose* che contraddistingue da sempre i modelli della casa inglese e in particolare questa famiglia, rappresentata oggi dal modello Defender. In **Appendice 1** è allegato il disegno del complessivo.



Figura 1.1: Land Rover Series III

1.2 Scelta dei processi di produzione

Siamo interessati allo studio dettagliato della produzione di tre particolari:

1. Perno delle suole (2)
2. Manovella (7)
3. Disco per ancoraggio (1)

1.2.1 Perno delle suole

La forma prevalentemente assialsimmetrica e l'alto numero di pezzi richiesti (produzione di grande serie) ha fatto ricadere la scelta sulla lavorazione al tornio a controllo numerico: in particolare è stata ricercata la possibilità di poter lavorare da barra cilindrica con un sistema automatizzato che permetta una cospicua riduzione dei tempi passivi. Per gli stessi motivi, alla lavorazione per fresatura in torretta motorizzata della testa esagonale è stata preferita la cosiddetta "tornitura poligonale", che per lavorazioni non in tolleranza è ottimale dal punto di vista del tempo di lavorazione.

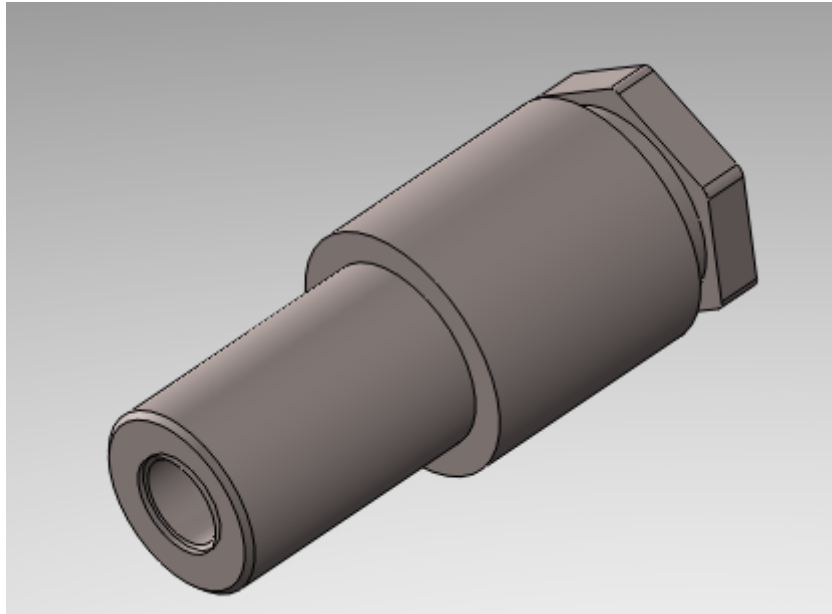


Figura 1.2: Perno delle suole

1.2.2 Manovella

Osserviamo che la forma dell'oggetto è essenzialmente riconducibile a un estruso con spessore sottile e costante di una figura bidimensionale: è stata dunque scelta la lavorazione di tranciatura da lamiera. Notiamo inoltre che il particolare contiene due fori: una prima soluzione è stata dunque prevedere un sistema automatico di avanzamento e arresto del nastro di lamiera in modo tale da poter ottimizzare il processo mediante tranciatura progressiva a due punzoni. Visto che i due fori sono tollerati è stata preferita invece la soluzione di eseguire successivamente la foratura dal pieno e l'alesatura alle macchine utensili, prevedendo attrezzature speciali che ottimizzino la produzione.

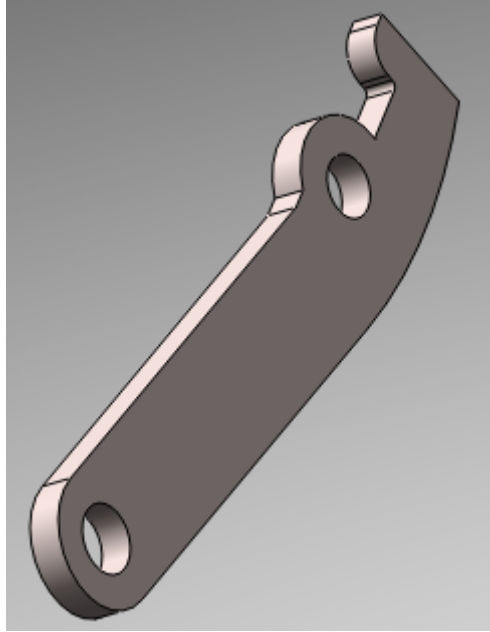


Figura 1.3: Manovella

1.2.3 Disco per ancoraggio

Innanzitutto osserviamo che tale particolare ha una forma assialsimmetrica poco estesa in senso assiale: ciò ha fatto subito escludere la lavorazione al tornio. D'altronde la forma fortemente concava ha di fatto escluso anche una lavorazione dal pieno alla fresa, per i lunghissimi tempi di lavorazione. Alla luce di una produzione medio-piccola (considerata tale per motivi didattici), la scelta è dunque ricaduta su un processo di fusione in forma transitoria. Il ridotto spessore del particolare in alcuni punti ha creato non pochi problemi, risolti con l'aiuto del programma di simulazione SolidCast mediante la modifica di alcune quote. Per agevolare le operazioni di colata, è stato cercato un materiale con alta fluidità: la soluzione è stata trovata in una ghisa lamellare.

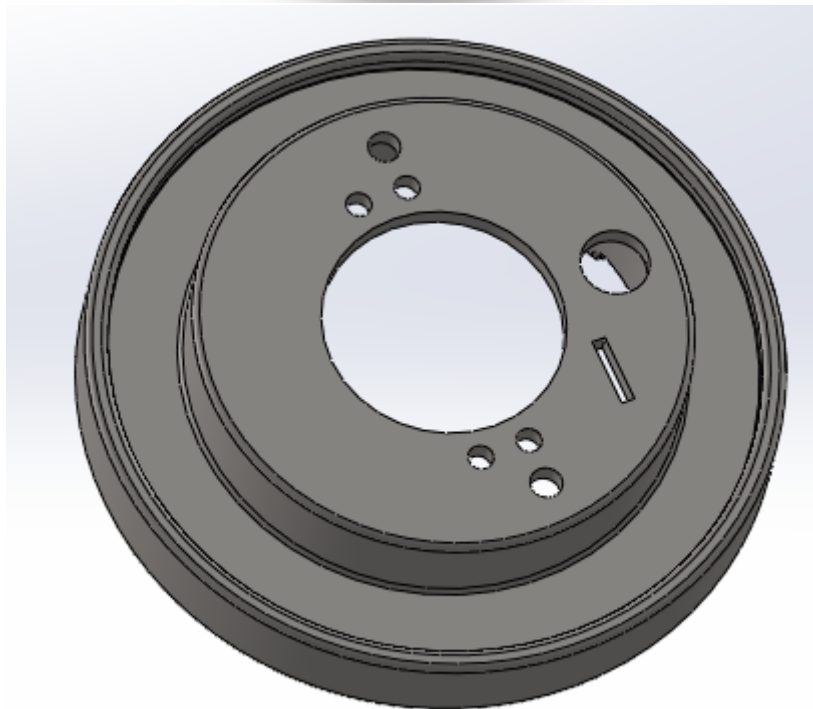
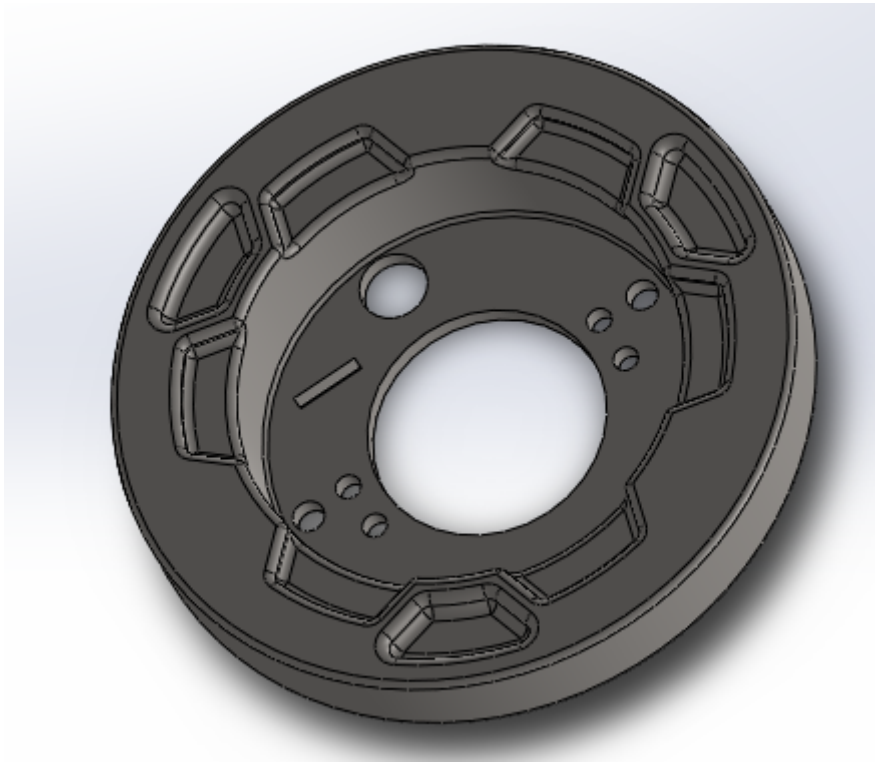


Figura 1.4: Disco per ancoraggio

2 Perno delle suole

2.1 Studio preliminare del ciclo

L'obiettivo del ciclo di lavorazione di un pezzo di grande serie deve essere quello di permettere una rapida esecuzione del processo, che minimizzi il tempo totale agendo sia sui tempi attivi (con l'utilizzo di parametri di taglio ottimali) sia sui tempi passivi (minimizzando ad esempio il numero di posizionamenti del pezzo). Per il particolare in questione è stata dunque scelta una lavorazione da barra senza riposizionamenti, ciò è possibile ad esempio in questo modo:

- La filettatura viene eseguita dalla parte opposta al mandrino
- La profilatura e la scalanatura vengono eseguite senza problemi mantenendo la continuità fra pezzo e barra
- La testa esagonale viene lavorata in tornitura poligonale sfruttando una torretta mobile
- Alla fine della lavorazione, si esegue una troncatura e il pezzo viene così separato e raccolto
- La barra è dunque pronta per un nuovo avanzamento, e il ciclo ricomincia

L'unico tempo passivo rilevante diviene dunque il caricamento (automatico) della nuova barra quando la precedente viene lavorata interamente: data la lunghezza commerciale delle barre possiamo però affermare che esso verrà ammortizzato su un buon numero di pezzi e non inciderà significativamente sul tempo unitario di lavorazione.

2.2 Scelta del tornio

Come già affermato precedentemente, è stato cercato un tornio a controllo numerico con le seguenti caratteristiche:

- Possibilità di lavorare in automatico da barra $\phi 42$
- Disponibilità di almeno una torretta mobile per poter effettuare la tornitura poligonale
- Potenza sufficiente ad operare in condizioni di ottimizzazione temporale

Un possibile tornio che ha soddisfatto queste caratteristiche è il modello *SPRINT 42 linear CLASSIC* della ditta "DMG Mori Seiki". In **Allegato 1** vi sono le immagini di corredo e le caratteristiche tecniche.

2.2.1 Ottimizzazione della lunghezza delle barre

L'attrezzatura per lavorazione alla barra del tornio non permette di utilizzare barre dalla lunghezza commerciale più comune del valore di $6m$, ma la lunghezza massima consentita è $4,5m$. La quota di ingombro assiale del perno è $97mm$, a cui si aggiungono $8mm$ dedicati alla troncatura (si vedano i dati dell'utensile nel paragrafo seguente). Aggiungendo al totale uno spezzone di barra dedicato all'afferraggio per l'ultima troncatura e arrotondando per eccesso, la lunghezza ottima è di $4,4m$. Il valore della lunghezza non normalizzato è giustificato dall'ordine di un elevato numero di barre, che si possono richiedere a una ditta specializzata nel produrre semilavorati in colata continua, processo che permette, grazie a macchine a controllo numerico, di scegliere a piacere la lunghezza di troncatura delle barre prodotte. In conclusione, si producono 41 pezzi a barra per un totale di 2450 barre, qualcuna in più del dovuto per compensare l'evenienza di scartare pezzi fuori tolleranza e/o difettosi.

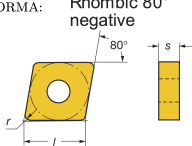
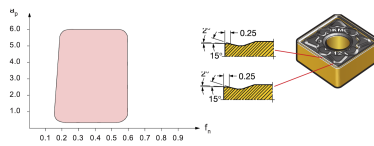
2.3 Scelta degli utensili

Sono necessari gli utensili per:

- Tornitura esterna del profilo
- Foratura
- Maschiatura
- Scalanatura
- Troncatura
- Tornitura poligonale

La scelta è stata guidata dalla funzione di "*Guided product search*" disponibile sul sito della ditta "Sandvik Coromant", che, una volta impostate le principali caratteristiche dell'operazione richiesta, ha fornito gli utensili più indicati a quella lavorazione. Per quanto riguarda la tornitura poligonale è stata cercata invece una ditta che producesse utensili specifici per quella lavorazione. Di seguito sono raccolti gli utensili scelti.

2 Perno delle suole

CODICE INSERITO: CNMG 12 04 08 - KM		UTILIZZATO NELLE OPERAZIONI: sgrossatura 2/4 profilatura 2/3/7	
FORNITORE: SANDVIK-COROMANT		FASE/SOTTOFASE: 10	POTENZA ASSORBITA: ≤ 5 kW
AVANZAMENTO: $\leq 0,35$ mm/giro	PROFONDITA' PASSATA: ≤ 3 mm	VELOCITA' DI TAGLIO: ≤ 275 m/min	N° GIRI MANDRINO: ≤ 1800 giri/min
FORMA: Rhombic 80° negative 	DIMENSIONE: 12 SPESSORE: 4 RAGGIO DI PUNTA: 0,8 MATERIALE: GC 3210	ROMPI TRUCIOLO: KM 	
SISTEMA DI BLOCCAGGIO: T-MAX P LEVER			

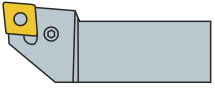
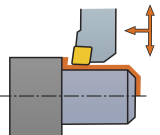
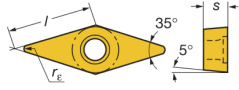
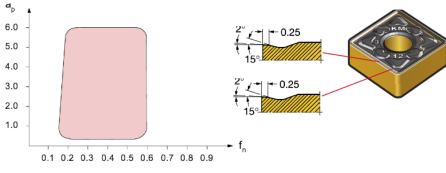
CODICE STELO: PCLNL 20 20 K 12		UTILIZZATO NELLE OPERAZIONI: sgrossatura 2/4 profilatura 2/3/7	
FORNITORE: SANDVIK-COROMANT		FASE: 10	SOTTOFASI: //
GEOMETRIA: 	ANGOLO ψ : -5° ANGOLO χ : $\geq 5^\circ$ ANGOLO γ : 6°	ANGOLO ψ' : 85° ANGOLO α : 6° ANGOLO λ : 6°	TIPO LAVORAZIONE: 
VERSIONE: DESTRA	BASE x ALTEZZA x LUNGHEZZA:	20x20x125	

Tabella 2.1: Utensile per sgrossatura

2 Perno delle soole

CODICE INSERTO: VBMT 16 04 04 KM		UTILIZZATO NELLE OPERAZIONI: finitura 2	
FORNITORE: SANDVIK-COROMANT		FASE/SOTTOFASE: 10	POTENZA ASSORBITA: ≤2.5 kW
AVANZAMENTO: ≤0,14 mm/giro	PROFONDITA' PASSATA: ≤1,05 mm	VELOCITA' DI TAGLIO: ≤325 m/min	N° GIRI MANDRINO: ≤2500 giri/min
FORMA: Rhombic 35° positive 	LARGH. TAGLIENTE: 16 SPESSORE: 4 RAGGIO DI PUNTA: 0,4	ROMPI TRUCIOLO: KM 	
SISTEMA DI BLOCCAGGIO: CoroTurn 107	MATERIALE: GC 3210		


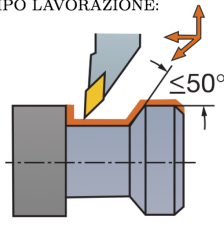
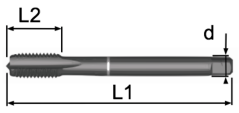
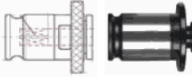

CODICE STELO: SVJBL 25 25 M16		UTILIZZATO NELLE OPERAZIONI: finitura 2	
FORNITORE: SANDVIK-COROMANT		FASE: 10	SOTTOFASE: //
GEOMETRIA: 	ANGOLO ψ : -3° ANGOLO χ : ≥3° ANGOLO γ : 0°	ANGOLO ψ' : 38° ANGOLO α : 5° ANGOLO λ : 0°	TIPO LAVORAZIONE: 
VERSIONE: DESTRA	BASE x ALTEZZA x LUNGHEZZA:	25x25x150	

Tabella 2.2: Utensile per finitura

CODICE UTENSILE: R842-1410-50-A1A		UTILIZZATO NELLE OPERAZIONI: foratura 6	
FORNITORE: SANDVIK-COROMANT		FASE/SOTTOFASE: 10	POTENZA ASSORBITA: 3,6 kW
AVANZAMENTO: 0,2 mm/giro	PROFONDITA': 45 mm	VELOCITA' DI TAGLIO: 30 m/min	N° GIRI MANDRINO: 2710 giri/min
FORMA: 	ϕ FORO: ϕ 14,1 ϕ CODOLO: ϕ 16 LUNGH. L.: 115	ALTRE INFORMAZIONI:  Portautensile ALGRA | Standard utensile: DIN 6537 Angolo tra taglienti: 140° Classe di tolleranza: IT 8 - 9 Rugosità foro: R_a 1-2 μm Rivestimento punta: AlCrN	
MATERIALE: GC 1210	PROF. l: 50	Standard DIN 69880 Modello E7 40 3-16	

Tabella 2.3: Utensile per foratura

2 Perno delle soles

CODICE UTENSILE: E352M16		UTILIZZATO NELLE OPERAZIONI: maschiatura 6	
FORNITORE: DORMER TOOLS		FASE/SOTTOFASE: 10	POTENZA ASSORBITA: — kW
AVANZAMENTO: 2 mm/giro	PROFONDITA': 30 mm	VELOCITA' DI TAGLIO: — m/min	N° GIRI MANDRINO: 300 giri/min
FORMA: 	ϕ CODOLO: $\phi 12$ LUNGH. L1: 110 LUNGH. L2 : 35	ALTRE INFORMAZIONI: Bussola DORMER TOOLS (pag 547)  Modello H050389135	
MATERIALE: Acciao HSCo	LUNGH. L3: —	DIN 376 Standard utensile  Per fori ciechi/passanti 6HX Tolleranza filettatura	

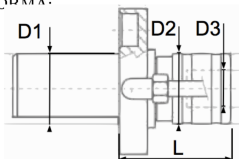



CODICE PORTAUTENSILE: H024344746		UTILIZZATO NELLE OPERAZIONI: maschiatura 6	
FORNITORE: DORMER TOOLS		FASE: 10	SOTTOFASE:
FORMA: 	ϕ D1: $\phi 40$ ϕ D2: $\phi 53$ ϕ D3: $\phi 31$	ALTRE INFORMAZIONI:  DIN 69880 VDI Standard utensile  Compensazione trazione/compress.  No fluido da taglio	
MATERIALE: —	LUNGH. L1: 77		

Tabella 2.4: Utensile per maschiatura

2 Perno delle suole

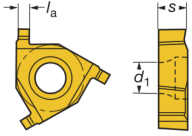
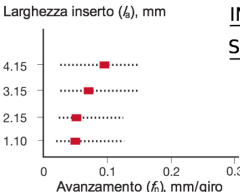


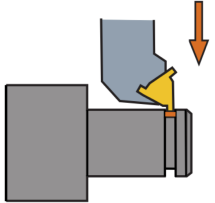
CODICE INSERTO: R154.0G 22CC01 415		UTILIZZATO NELLE OPERAZIONI: scalanatura 5	
FORNITORE: SANDVIK-COROMANT		FASE/SOTTOFASE: 10	POTENZA ASSORBITA: 4,9 kW
AVANZAMENTO: 0,05 mm/giro	PROFONDITA' PASSATA: 5 mm	VELOCITA' DI TAGLIO: 200 m/min	N° GIRI MANDRINO: 1400 giri/min
FORMA: T-Max U-Lock 	LARGH. TAGLIENTE: SPESSORE: 5,6 RAGGIO DI PUNTA : —	ALTRE INFORMAZIONI: Larghezza inserto (l), mm 	
SISTEMA DI BLOCCAGGIO: VITE+SUPPORTO 5322 361-10	MATERIALE: GC 1020		
CODICE STELO: R166.4FG 2525 16		UTILIZZATO NELLE OPERAZIONI: scalanatura 5	
FORNITORE: SANDVIK-COROMANT		FASE: 10	SOTTOFASE: //
GEOMETRIA: 	ANGOLO ψ : 90° ANGOLO χ : — ANGOLO γ : 0°	ANGOLO ψ' : 90° ANGOLO χ' : — ANGOLO λ : 0°	TIPO LAVORAZIONE: 
VERSIONE: DESTRA	BASE x ALTEZZA x LUNGHEZZA:	25x25x150	

Tabella 2.5: Utensile per scalanatura

2 Perno delle soles

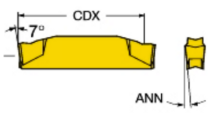
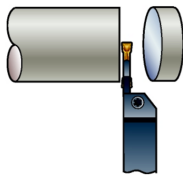
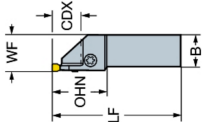
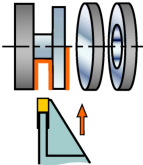
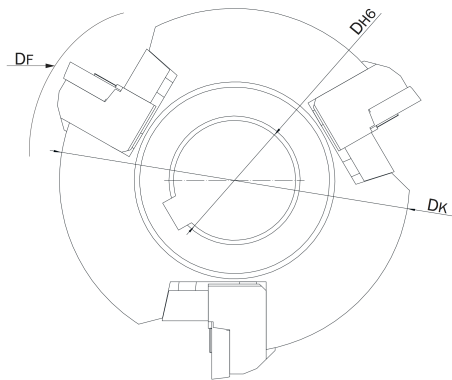
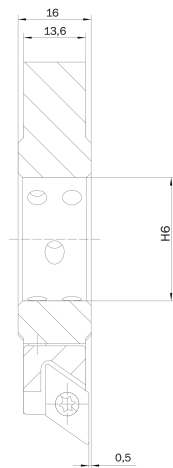
CODICE INSERITO: N123G1-0300-0003-CR 1125		UTILIZZATO NELLE OPERAZIONI: troncatura	
FORNITORE: SANDVIK-COROMANT		FASE/SOTTOFASE: 10	POTENZA ASSORBITA: 4,8kW
AVANZAMENTO: 0,03 mm/giro	PROFONDITA' PASSATA: 22,5 mm	VELOCITA' DI TAGLIO: 200 mm/giro	N° GIRI MANDRINO: //
FORMA: 	LARGH. TAGLIENTE: 3 SPESSORE: 4,3 RAGGIO DI PUNTA : —	ALTRE INFORMAZIONI: 	
SISTEMA DI VITE+SUPPORTO BLOCCAGGIO: 5322 361-10		MATERIALE: GC 1020	
CODICE STELO: RF123G22-2020D		UTILIZZATO NELLE OPERAZIONI: troncatura	
FORNITORE: SANDVIK-COROMANT		FASE: 10	SOTTOFASE: //
GEOMETRIA: 	ANGOLO ψ : 90° ANGOLO χ : — ANGOLO γ : 0°	ANGOLO ψ' : 90° ANGOLO χ' : — ANGOLO λ : 0°	TIPO LAVORAZIONE: 
VERSIONE: DESTRA	BASE x ALTEZZA x LUNGHEZZA: 25x25x150		

Tabella 2.6: Utensile per troncatura

2 Perno delle soles



Kassetten dienen lediglich zur Darstellung und sind nicht im Lieferumfang enthalten.

Kassettentypen siehe Seite 12.

Best.Nr.	D_F	d_{H6}	F_{D8}	Schneidenanzahl	Maschinentyp
PT27-D90H-Z3	90	27	7	3	MS22/32/40/ABC
PT27-D90H-Z2	90	27	7	2	MS22/32/40/ABC
PT27-D90H-Z4	90	27	7	4	MS22/32/40/ABC
PT27-D90S-Z4	90	27	7	4	MS22/32/40/ABC
PTIX-D70H-Z3-D16	70	16	7	3	MS25
PTIX-D70S-Z3-D16	70	16	7	3	MS25

Weitere Abmessungen auf Anfrage

Abmessungen in mm

Tabella 2.7: Utensile per tornitura poligonale

2.4 Definizione del ciclo alle macchine utensili

2.4.1 Foglio di ciclo

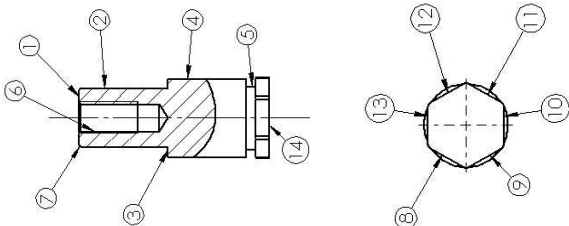
mannaUniversità di Pisa Dip. di Ingegneria meccanica, nucleare e della produzione	Ciclo di lavorazione elemento : Perno delle Suole							Foglio n° 1	
	Designazione superfici	n° Fasi, sottofasi, operazioni	Tipo di macchina	Attrezzatura	Tempo attivo	Tempo passivo	Superfici di rifinimento	Superfici di bloccaggio	Note
	10	TORNITURA	TORNIO A CN CON UTENSILI MOTORIZZATI IN TORRETTA modello SPRINT 42 LINEAR CLASSIC - 7,5KW	PIATTAFORMA AUTOCENTRANTE, GRIFFE DURE SERRAGGIO DALL'ESTERNO	0,1'	0,4'			
		SGROSSATURA 4							
		PROFILATURA 7,2,3				0,1'			
		FINITURA 2				0,3'			
		ESECUZIONE GOLA 5				0,2'			
		FORATURA 6				0,04'			
		MASCHIATURA 6				0,1'		SR 14 SR 4	SB 4
		TORNITURA POLIGONALE 8, 9, 10, 11, 12, 13				0,3'			
		TRONCATURA 14				0,6'			
						TOT 1,73'			

Tabella 2.8: Foglio di ciclo

2.4.2 Foglio di fase

Università di Pisa Dip. di Ingegneria meccanica, nucleare e della produzione		Fase di lavorazione n°10 dell'elemento :Perno delle Suole					Foglio n° 1			
Materie prime	Schizzo di lavorazione	Stato:Barra d'acciaio		Dimensioni Φ42x97mm		Parametri di taglio				Note
		Operazione	Utensile	Controllo	Potenza di taglio (kW)	Potenza di taglio (n° passate)	Velocità di taglio (m/min)	Prof. di Passata(mm)	Avanzam. (mm/giro)	
n°	Descrizione									
1	Sgrossare 4 a 40		PCLNL 20 20 K 12 Inserto CNMG 12 04 08-KM	CALIBRO A CORSOIO	7.5	1.8	200	1515		
2	Profilatura 7,2,3		PCLNL 20 20 K 12 Inserto CNMG 12 04 08-KM		7.5	4.5	200	1600		
3	Finitura 2 a 30		SVJBL 25 25 M 16 Inserto VBMT 16 04 04-KM		7.5	0.3	230	2000		
4	Scamatura 5		R166-4FG 25 25 16 Inserto R154-0C 22CC01 415		7.5	0.5	100	700		
5	Foratura 6		R842-1410-50-A1A Collare E7 40 3-16		7.5	3.6	30	4		
6	Maschiatura 6		E352M16 Collare H024344746		7.5	0.75	1	45		
7	Tomitura poligonale		Fresa a Poligonale Wp Ditta Mas		7.5	0.75	1	30		
8	Troncatura		RF123G22-2020D Inserto N123G1 0300 0003 CR.1125		7.5	0.21	100	1.5		
					0.75	1	21			

Tabella 2.9: Foglio di fase

2.4.3 Programma CNC

Algoritmo 2.1 Programma CNC

<pre> %1 %Sgrossatura T 101 G0 X40 Z2 G96 S 200 F 0,25 M14 G1 Z-90 G1 X44 M9 G0 Z2 G0 X35,5 %Definisco il profilo da tornire (DFP,1,G0 Z2 G0 X26 G1 Z-1 A135 G1 Z-45 G1 X32) G96 S200 F0,05 M14 (SGZ,1,I0,K0,5,L2) M9 M5 %POSIZIONE CAMBIO UTENSILE G0 X60 G0 Z40 %2 %Finitura T 202 M6 G0 Z1 G0 X30 G96 S200 F 0,1 M14 G1 Z-45 G1 X42 M9 M5 </pre>	<pre> %POSIZIONE CAMBIO UTENSILE G0 X60 G0 Z40 %3 %Scanalatura T 303 M6 G0 X43 Z-90 G96 S100 F0,1 M14 G1 X32 G4 P500 G0 X43 M9 M5 %POSIZIONE CAMBIO UTENSILE G0 X60 G0 Z40 %4 %Foratura T 404 M6 G0 Z3 X0 G97 S2710 F0,2 M14 G1 Z-45 G0 Z2 M9 M5 %POSIZIONE CAMBIO UTENSILE G0 X60 G0 Z40 </pre>	<pre> %5 %Maschiatura T 505 M6 G0 Z2 X13,8 G97 S300 M14 G33 Z-30 K2 L2010110 G0 X13 G0 Z1 M5 %POSIZIONE CAMBIO UTENSILE G0 X60 G0 Z40 %6 %Tornitura poligonale %7 %Troncatura T 606 M6 G0 X43 Z-105 G97 S100 F0,1 M14 G1 X0 %Bisogna trovare il modo di recuperarlo G0 Z-100 G0 X43 M9 M5 %POSIZIONE CAMBIO UTENSILE G0 X60 G0 Z40 </pre>
--	--	---

2.5 Allegati

2.5.1 Caratteristiche del Tornio CNC

SPRINT *linear* – design ottimizzato al 100 % per la produzione.



SWISSTYPEkit
Superficie d'installazione 4,1 m²,
incluso il trasportatore trucioli

	Passaggio barra max.	Corsa mandrino asse Z1	Assi CN
Tornitura di pezzi corti e lunghi con SWISSTYPEkit			
SPRINT 2018 <i>linear</i>	∅ 20 (25*) mm	80 / 240 mm	8
SPRINT 4218 <i>linear</i>	∅ 42 mm	120 / 320 mm	8
SPRINT 42110 <i>linear</i>	∅ 42 mm	120 / 320 mm	10

Tornitura di pezzi corti			
SPRINT 32 <i>linear</i> CLASSIC	∅ 33 (36*) mm	120 mm	6 (8*)
SPRINT 42 <i>linear</i> CLASSIC	∅ 42 mm	120 mm	6 (8*)

* In opzione

Dati tecnici / Opzioni

		SPRINT 2018	SPRINT 4218	SPRINT 42110	SPRINT 32 // 42
		<i>linear</i>	<i>linear</i>	<i>linear</i>	<i>linear CLASSIC</i>
Numero assi		6 + 2	6 + 2	8 + 2	6 + 2*
Mandrino principale					
Corsa Z1 (corsa mandrino)	mm	80 / 240**	120 / 320**	120 / 320**	120
Diametro barra max.	mm	20 (25*)	42	42	33 (36*) // 42
Motore come elettromandrino integrato (ISM)			Asse C (0,001°)		Asse C (0,001°)*
N. di giri	min ⁻¹	10.000	6.500	6.500	8.000 // 6.500
Potenza motore (S2 30 min / 100 % ED)	kW	5,5 / 3,7	7,5 / 5,5	7,5 / 5,5	7,5 / 5,5
Coppia (S2 30 min / 100 % ED)	Nm	14 / 9,4	51,2 / 37,5	51,2 / 37,5	32,5 / 23,9 // 51,2 / 37,5
Tempo di accelerazione fino a	min ⁻¹ / sec.	5.000 / 0,6	3.250 / 0,4	3.250 / 0,4	3.250 / 0,4
Contromandrino					
Diametro barra max.	mm	20 (25*)	38	38	32 // 38
Motore come elettromandrino integrato (ISM)			Asse C (0,001°)		Asse C (0,001°)*
N. di giri	min ⁻¹	10.000	6.500	6.500	8.000 // 6.500
Potenza motore (S2 30 min / 100 % ED)	kW	5,5 / 3,7	5,5 / 7,5	5,5 / 7,5	5,5 / 3,7
Coppia (S2 30 min / 100 % ED)	Nm	14 / 9,4	29,2 / 19,6	29,2 / 19,6	29,2 // 19,6
Tempo di accelerazione fino a	min ⁻¹ / sec.	5.000 / 0,6	3.250 / 0,3	3.250 / 0,3	3.250 / 0,3
Zona di lavoro / Corse					
Avanzamento rapido assi lineari	m/min	40 (Y1=30)	40	40 (Y1=30)	30 (X2=18)
Accelerazione assi lineari (lineare / convenzionale)	m/s ²	10 / 5	10 / 5	10 / 5	10 / 5
Slitta portautensili 1					
Corsa X1 (lineare)	mm	50	50	50	65
Corsa Y1	mm	350	350	350	350
Slitta portautensili 2					
Corsa Y2	mm	120	300	fisso	326
Contromandrino					
Corsa X2	mm	240	310	310	265
Corsa Z2	mm	300	350	320	320
Slitta portautensili revolver					
Corsa X3 (lineare)	mm	–	–	80	–
Corsa Y3	mm	–	–	60 (±30)	–
Corsa Z3	mm	–	–	150	–
Portautensili					
Portautensili slitta 1					
Utensili da tornitura fissi / utensili frontali		6 / 6	6 / –	6 / –	6 / –
Utensili motorizzati		5	4	4	4
N. di giri max.	min ⁻¹	6.000	6.800	6.800	5.000
Potenza / coppia max. (40 % ED)	kW / Nm	1,3 / 5	4,6 / 9,7	1,1 / 3,5	1,1 / 6,6
Portautensili slitta 2					
Utensili da tornitura fissi / utensili frontali		4 / 4	4 / 6	1 / 3	3 / 4
Alternativa* Utensili frontali fissi / motorizzati		–	–	2 / 2	–
Utensili motorizzati		5*	4	–	4***
N. di giri max.	min ⁻¹	6.000	6.800	6.000	5.000
Potenza / coppia max. (40 % ED)	kW / Nm	1,3 / 5	4,6 / 9,7	4,6 / 9,7	1,1 / 6,6
Portautensili slitta 3 (sul contromandrino)					
Di serie: utensili frontali fissi		–	3	–	5
Alternativa* Utensili frontali fissi / motorizzati		–	1 / 2	–	2 / 3
N. di giri max.	min ⁻¹	–	6.500	–	6.500
Potenza / coppia max. (30 min / 40 % ED)	kW / Nm	–	5,5 / 29,2	–	5,5 / 29,2
Portautensili revolver					
Posti per utensili / di cui motorizzati		–	–	16 (2 × 8) / 16	–
N. di giri max.	min ⁻¹	–	–	5.000	–
Potenza / coppia max. (40 % ED)	kW / Nm	–	–	2,2 / 7	–

2.5.2 Tornitura poligonale

La tornitura poligonale è una lavorazione relativamente recente che permette di ricavare forme poligonali in tornitura senza interrompere la rotazione del mandrino bensì sfruttando il moto relativo sincronizzato del pezzo e di uno specifico utensile rotante montato su una torretta mobile (richiede infatti un tornio a controllo numerico per poter essere eseguita):

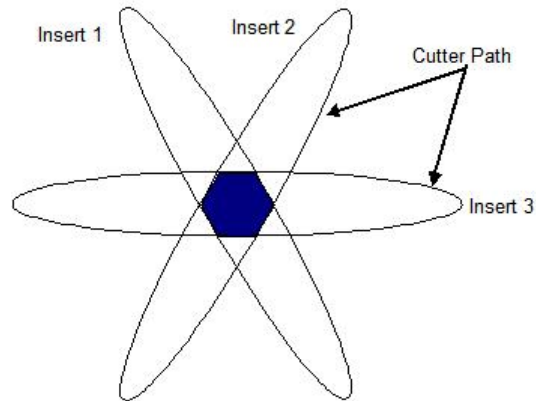


Figura 2.1: Moto relativo dell'utensile

Osserviamo che le superfici rettilinee vengono in realtà ricavate in forma approssimata da un moto relativo ellittico sfruttando istanti in cui la curvatura è particolarmente bassa: questa lavorazione non è dunque adatta per superfici e quote tollerate ma risulta estremamente efficiente, soprattutto in confronto a una fresatura o stozzatura in torretta mobile, per tutti gli altri casi come ad esempio una testa esagonale per chiavi.

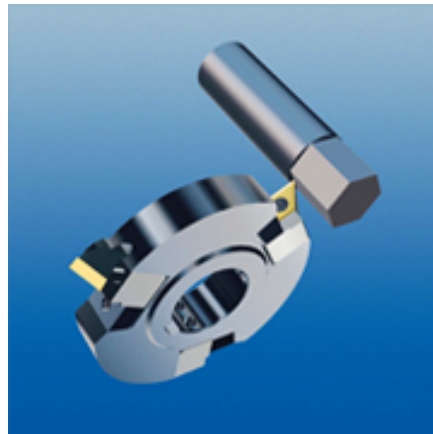
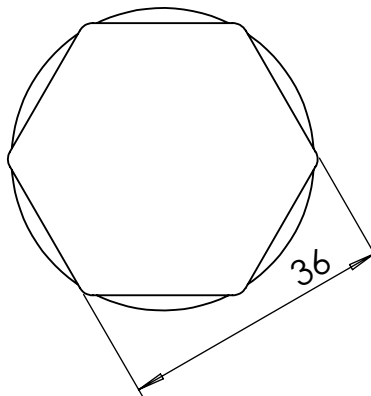
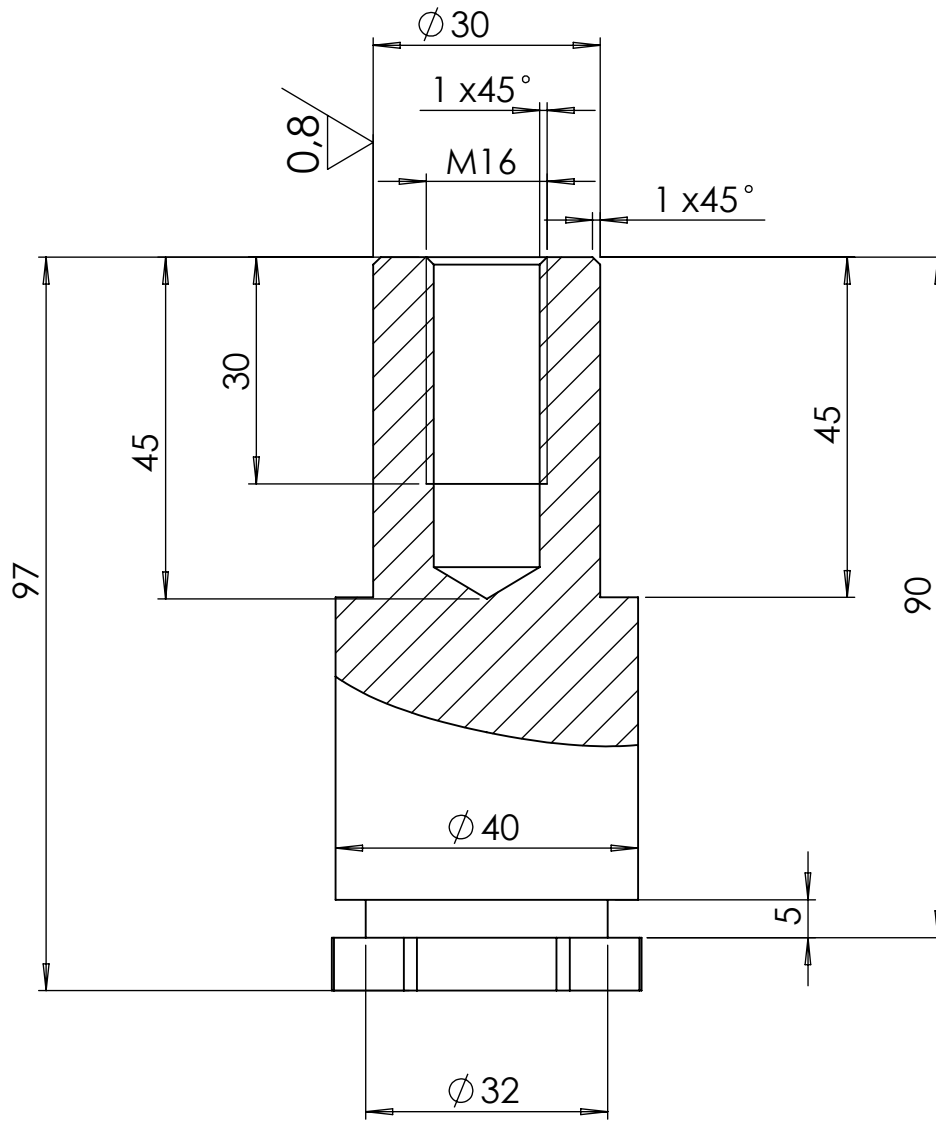


Figura 2.2: Utensile per tornitura poligonale

2.5.3 Disegno di particolare



DESCRIZIONE: Perno delle soles					
PARTICOLARE N°: 2			MATERIALE: C30 UNI 5332		
COMPLESSIVO: Freno a tamburo					
MODIFICHE	DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE:	RUGOS. GENER: 3,2 / (0,8)
	...	...	...	Uni En 22768-m	∇ / (∇)
	...	...	...	AUTORE:	DATA:
				...	13/03/13
		SCALA: 1:1	FORMATO: A4	FOGLIO: 1 di 1	ARCHIVIO: ...

3 Manovella

3.1 Studio del processo di tranciatura

La manovella del meccanismo è di forma complessa ma che si sviluppa in un piano e la produzione richiesta è di 100.000 pezzi; è immediato quindi pensare di adottare un processo di tranciatura a partire da una lamiera con uno stampo, economicamente vantaggioso per produzione di grande serie. Una prima scelta è stata quella di eseguire una tranciatura progressiva a due stadi, di modo che, usando lo stesso punzone, ad una manovella si trancino prima i due fori e al passo successivo il profilo esterno. Era stato previsto un sistema di bloccaggio della lamiera nel suo moto di scorrimento entro le guide della trancia, costituito da un intaglio in cui andrà a porsi un otturatore a molla; l'intaglio era progettato già sul punzone e viene lavorato assieme a fori e profilo. Questo espediente serviva come riferimento per ridurre gli errori sul passo di scorrimento della lamiera, da cui dipendono le posizioni dei fori rispetto al profilo esterno nel pezzo finito. La scelta finale, dettata dalle tolleranze sui fori della manovella, è stata però quella di evitare questa complicazione dello stampo di tranciatura a favore di una comunque necessaria foratura e alesatura alle macchine utensili. La macchina utensile scelta è una fresatrice a controllo numerico della ditta Giben, modello *BDT 3116*.

3.1.1 Dimensionamento dei punzoni

Il dimensionamento di punzone e matrice, a partire dalle quote del prodotto finito, porta delle modifiche.

Si deve infatti prevedere un gioco tra il profilo del punzone e quello della matrice, per permettere al punzone di penetrare in quest'ultima. Le dimensioni del profilo esterno, derivando da quelle della matrice, richiedono che le quote del punzone siano ridotte di una quantità pari al gioco necessario per il corretto funzionamento.

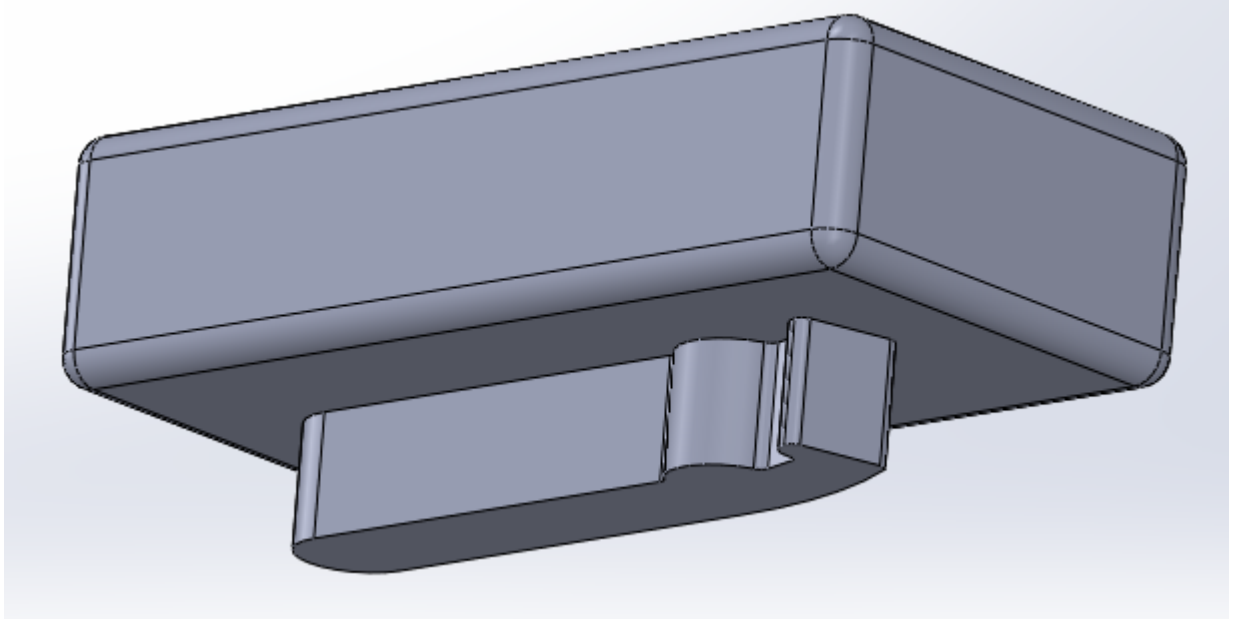


Figura 3.1: Punzone

In riferimento alla formula di derivazione empirica (M.Santochi, F.Giusti: Tecnologia Meccanica e studi di fabbricazione, Casa Editrice Ambrosiana, Milano (edizione 2000), pag. 264) il valore del gioco è di:

$$g = 0.002s \cdot \sigma_t^{0.5}$$

dove s è lo spessore ($5mm$) e σ_t la resistenza specifica al taglio del materiale, nel nostro caso pari a $560MPa$. Il valore di g quindi risulta $g = 0.24mm$. Per quanto riguarda la lunghezza dei punzoni, è necessario un compromesso tra una lunghezza che garantisca una lavorazione completa e una che consenta una resistenza meccanica adeguata.

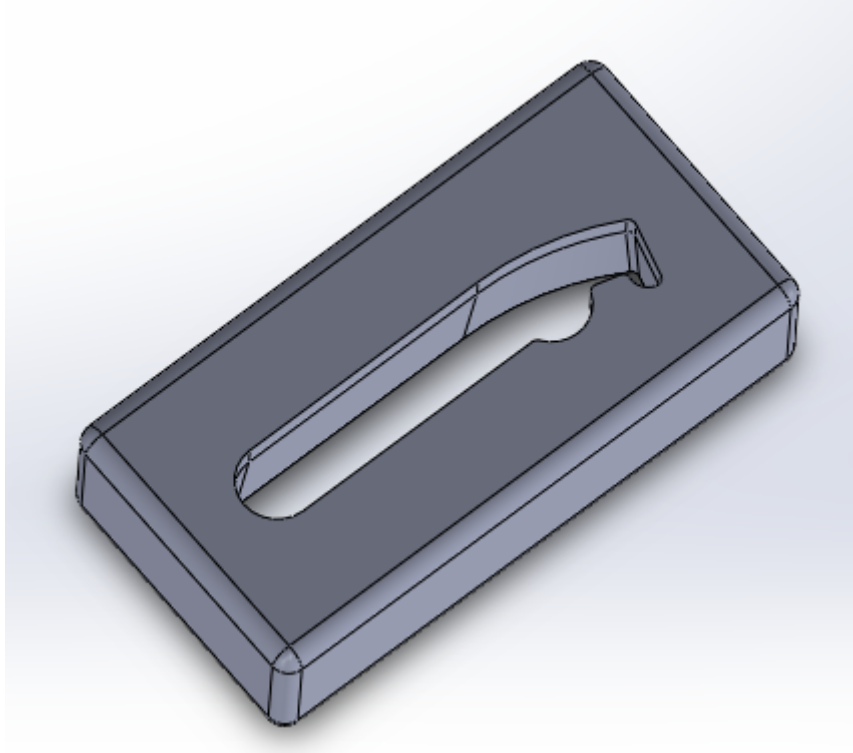


Figura 3.2: Matrice

La dimensione è stata fissata a $20mm$. La forma della matrice ricalca fedelmente quella del pezzo fino ad una profondità di $7mm$ (leggermente maggiore di $5mm$, spessore del pezzo) mentre, per la parte inferiore, è stato previsto un angolo di sformo di 6° .

3.1.2 Valutazione delle forze di tranciatura

Per calcolare il valore massimo della forza da applicare è in uso la formula dal Santochi, Giusti (2000, p. 265):

$$P_{max} = ls\sigma_t$$

dove l è la lunghezza del perimetro totale dei punzoni, nel nostro caso $l = 274mm$ da cui otteniamo un risultato da maggiorare indicativamente del 20% per tener conto degli attriti presenti; abbiamo quindi:

$$P_{max} = 900kN$$

equivalenti (in chilogrammi-peso) a $90ton$.

3.1.3 Scelta della pressa

Per il processo di tranciatura la scelta va immediatamente su una pressa meccanica a eccentrico. L'andamento della forza disponibile di questo tipo di pressa non è costante;

in aggiunta la forza massima da esercitare per la punzonatura è nella parte centrale della corsa della slitta, dove la forza disponibile della pressa è minore di quella nominale.

Una pressa ideale per questo lavoro, è la pressa *AIDA HMX®*, adatta a tranciatore ad alta velocità. Le caratteristiche tecniche indicano una forza nominale di 150 – 400ton e una produttività che sale fino a 800colpi/min con una corsa da 30mm.

3.2 Studio della lavorazione alle macchine utensili

3.2.1 Studio di una attrezzatura speciale

Al fine di bloccare i pezzi durante la lavorazione alle macchine utensili è stato previsto un sistema che svolgesse questo ruolo. La struttura, oltre a tenere fermo il pezzo, non deve interferire con il moto degli utensili, deve essere facilmente smontabile al fine di ridurre i tempi passivi. Inoltre è auspicabile che essa consenta la lavorazione contemporanea di un numero di manovelle tale che il tempo di lavorazione sia maggiore del tempo di montaggio di quest'ultime. Questo numero, però, non deve essere eccessivo per evitare di utilizzare un utensile troppo snello, suscettibile ad instabilità per carico di punta. Viste queste esigenze si è deciso di costruire un sistema come in figura fissando a 5 il numero di pezzi caricati:

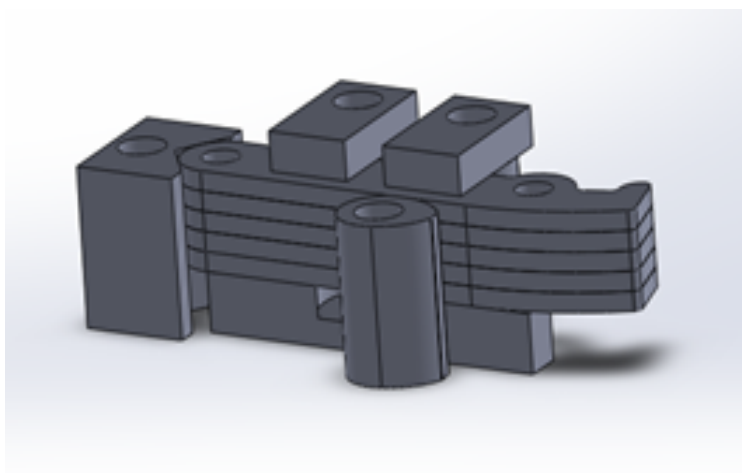


Figura 3.3: Sistema di bloccaggio

Tale sistema riduce notevolmente i tempi di carico e scarico pezzi e consente una lavorazione dei fori come se fossero passanti. La riduzione dei tempi è ottenuta grazie al semplice sistema di cambio che prevede di allentare la camma e le staffe superiori e successivamente sfilare i pezzi. Per consentire agli utensili si lavorare tutte e 5 le manovelle è stato previsto nell'attrezzatura un blocchetto di rialzo come in figura:

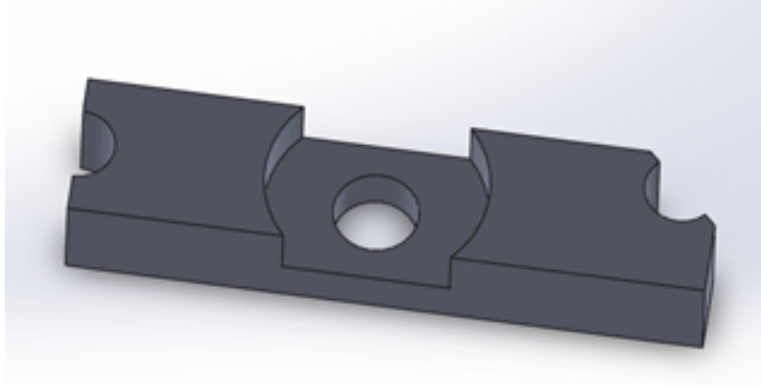


Figura 3.4: Blocchetto di rialzo

Tale rialzo consente agli utensili di penetrare completamente anche l'ultimo foro e, grazie alle aperture in corrispondenza dei due fori laterali, si ha l'evacuazione del truciolo. Facendo in questo modo possiamo lavorare i fori in alesatura come fossero passanti, con tutti i vantaggi che derivano da ciò. Al fine di diminuire i tempi passivi, si è previsto, nel ciclo di lavorazione di utilizzare 2 Pallet diversi. Tale sistema consente di scaricare e caricare un pallet mentre l'altro è nella macchina utensile. Con questo metodo avremo che il tempo di lavorazione per un pallet è il maggiore tra i due. Possiamo supporre che i tempi di carico siano inferiori ai tempi di lavorazione. Infatti per lavorare le 5 manovelle sono necessari almeno 2 minuti (tempi attivi pari a 2.1 minuti) tempo superiore a quello di montaggio-smontaggio, stimato pari ad un minuto a mezzo. Parte del sistema di bloccaggio fa parte dell'attrezzatura standard, nella progettazione sono stati previsti infatti staffe e blocchetti a V.

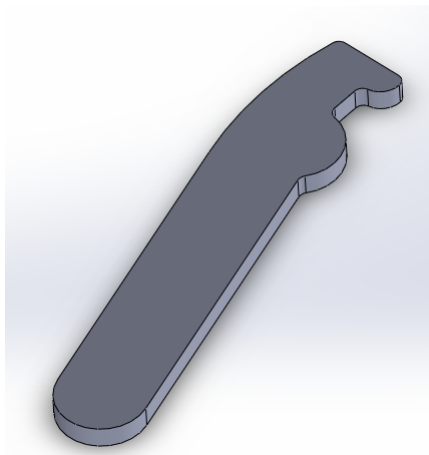


Figura 3.5: Manovella dopo tranciatura

3.2.2 Ottimizzazione del piano di lavoro

Assumiamo le seguenti ragionevoli ipotesi:

- Il montaggio dei blocchetti da 5 pezzi richiede 4 minuti di lavoro per blocchetto
- Il montaggio di ogni pallet sulla macchina richiede 4 minuti di lavoro, e lo stesso vale per lo smontaggio.
- Il tempo attivo della macchina è di 2 minuti a blocchetto.

Detto n il numero di blocchetti per ogni pallet, per quanto riguarda il costo in tempi passivi abbiamo che:

- Per il primo pallet: $T_{p1} = 4min \cdot n$
- Per i pallet seguenti: $T_{p2} = (4 - 2)min \cdot n$, visto che dobbiamo sottrarci il tempo attivo di lavorazione del pallet precedente

Al tempo necessario al montaggio e allo smontaggio dei pezzi bisogna aggiungere la sostituzione degli utensili usurati durante la lavorazione di un singolo pallet (si considera come tempo di vita consigliato $15min$); il numero di sostituzioni sarà:

- Punta da trapano ($0,5min$ a blocchetto): $\frac{n}{30}$ sostituzioni
- Alesatore ($1,5min$ a blocchetto): $\frac{n}{10}$ sostituzioni

Supponendo che la sostituzione dell'utensile richieda $0,5min$, possiamo dunque plottare il tempo passivo totale:

$$T_{p,tot} = 5,5n + \frac{8 \cdot 10^5}{5n}$$

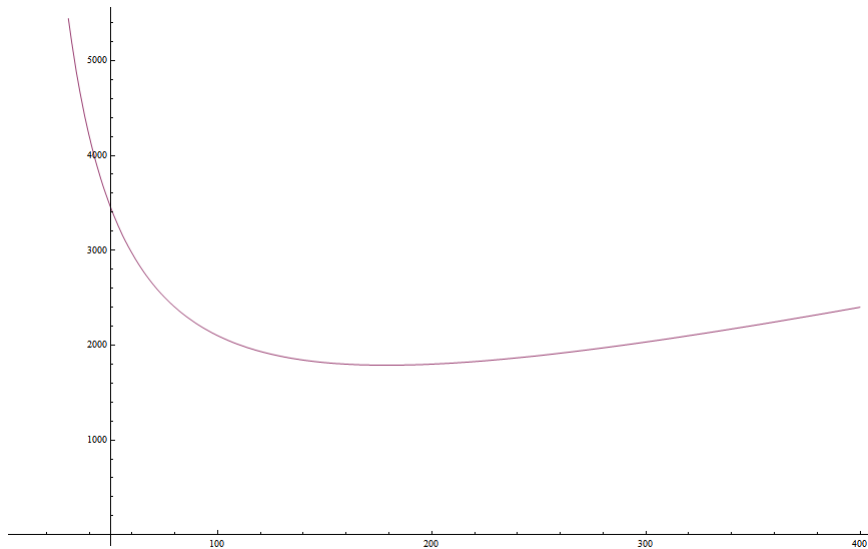


Figura 3.6: Tempo passivo totale in funzione di n

3 Manovella

Richiediamo che il numero n sia un multiplo di 10: si ottiene che il numero ottimale di blocchetti n da montare su ogni pallet che consenta di minimizzare i tempi passivi è $n = 180$. Dato l'andamento della funzione scegliamo $n = 160$ senza significative variazioni per poter sfruttare ottimamente il pallet.

Il piano di lavoro della macchina utensile scelta ha le dimensioni di $3100 * 1600mm$. L'ingombro totale dell'attrezzatura è ricavabile dalla messa in tavola del complessivo ed è circa $60 * 140mm$. Mettendo tra un sistema di bloccaggio ed il successivo una distanza di $30mm$ per entrambi i lati, considerando che in una postazione abbiamo 5 bielle, otteniamo che possiamo lavorare con una tornata di lavoro $5 * 160$ pezzi, cioè 800 pezzi. Dovendo dare 100000 pezzi, in 125 cicli abbiamo finito il nostro lavoro.

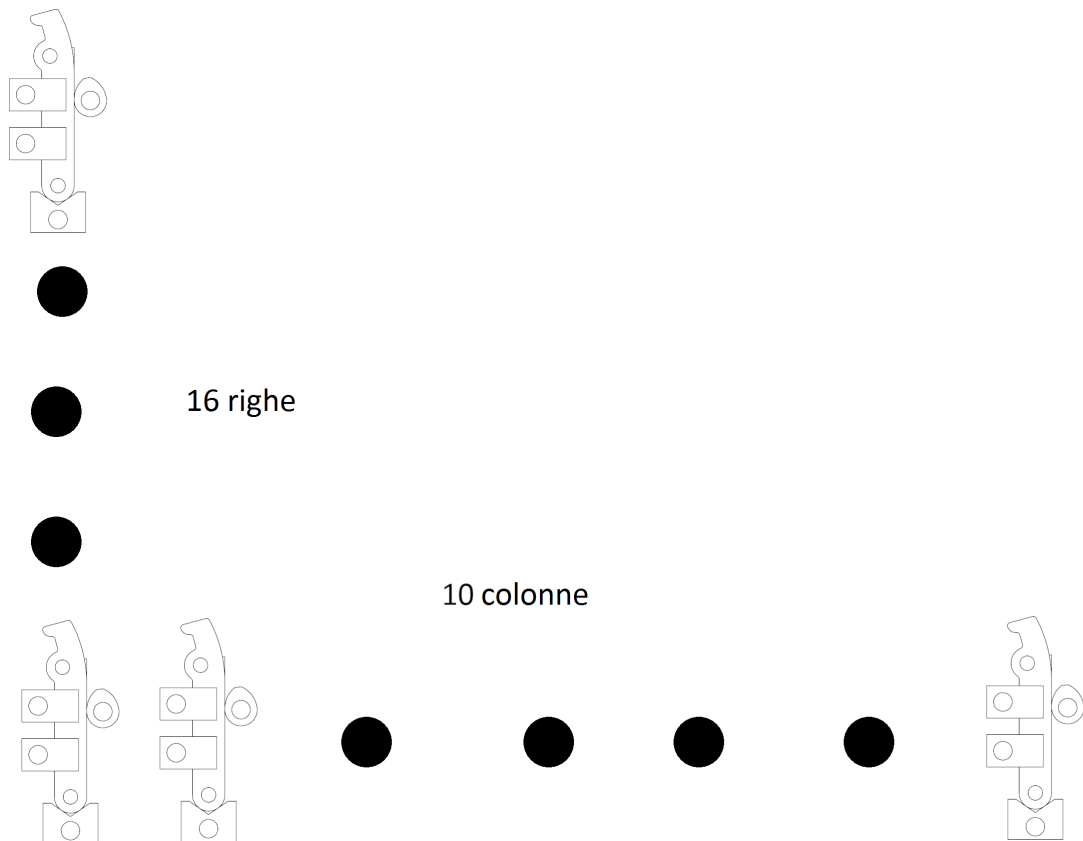


Figura 3.7: Disposizione dei pezzi

3.2.3 Foglio di ciclo

Ciclo di lavorazione e elemento: Manovella		Foglio 1/1				
Fasi, sottofasi, operazioni		Tempo attivo	Tempo passivo	Superfici di riferimento	Superfici di bloccaggio	Note
10	Foratura 1 e 2	0.13'	0.02'	SR4 SR5 SR6	SB 3 SB 7	
	Alesatura 1 e 2	0.29'				
		Tot: 0.42				
Tipo di macchina		FLAT BDT 3719				
Attrezzatura		"Sistema di bloccaggio pezzi per fresatrici"				
Attrezzatura speciale:						

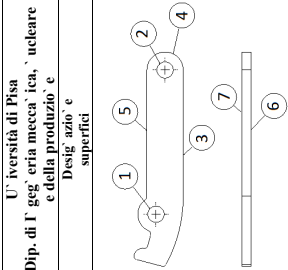


Figura 3.8: Foglio di ciclo

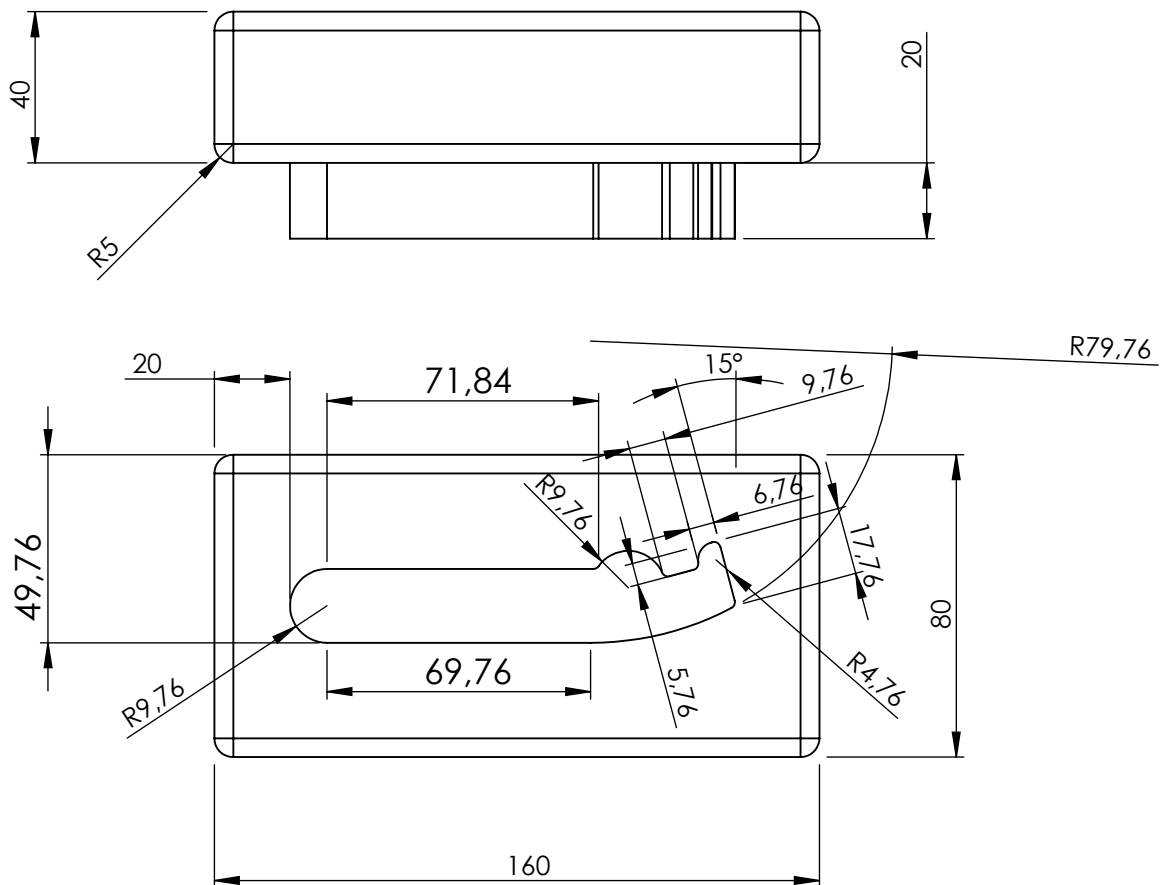
3.2.4 Foglio di fase

Università di Pisa Dip. di Ingegneria meccanica, nucleare e della produzione		Fase di lavorazione n° 10 dell'elemento :Manvella					Foglio 1/1			
s. fase	Schizzo di lavorazione	Operazione		Utensile	Controllo	Parametri di taglio			Note	
		n°	Descrizione			Potenza macchinat (KW) rendimento	Potenza di taglio (KW) n° passate	Velocità di taglio (m/min) Prof di Passata(mm)		n° giri mandrino Avanzam.
		1	Foratura	460.I-0880-044A0-XM GC34 codolo d'attacco 132L-2010050-B	Sistema "Passa non passa"	7.5	0.05	25	581	
		2	Alesatura	435.T-0900-A1-XF H10F codolo d'attacco 132L-2010050-B		7.5	0.03	12	280	0.15
						0.7	1	5	0.15	

Figura 3.9: Foglio di fase

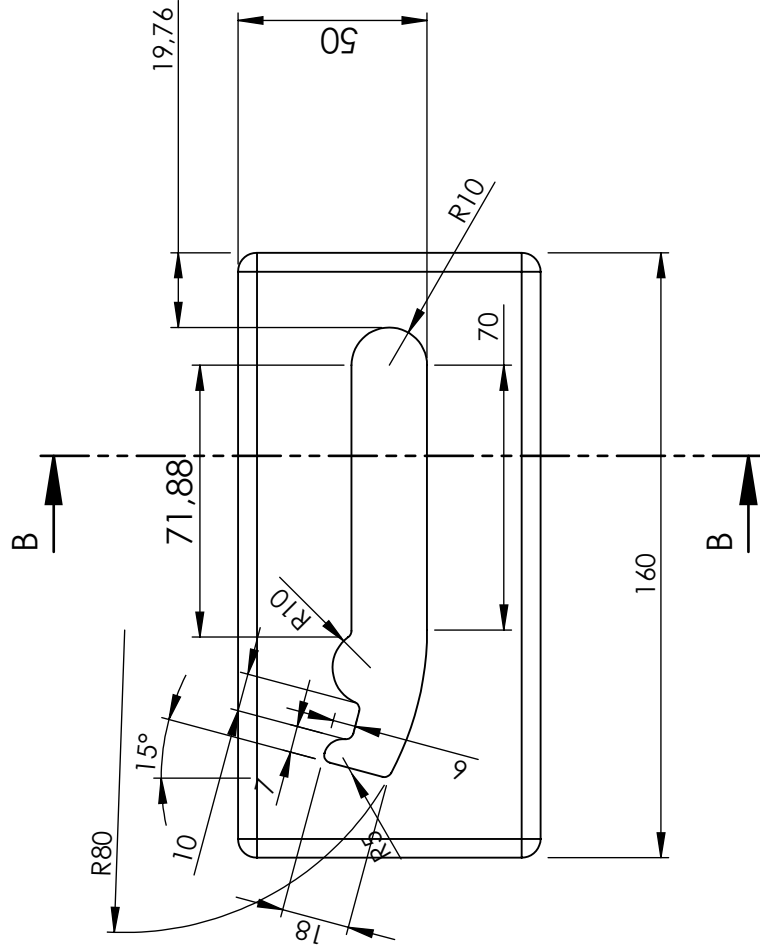
3.3 Allegati

- 3.3.1 Disegno del punzone
- 3.3.2 Disegno della matrice
- 3.3.3 Disegno del pezzo dopo tranciatura
- 3.3.4 Disegno dell'attrezzatura speciale
- 3.3.5 Disegno del pezzo finito
- 3.3.6 Caratteristiche pressa a eccentrico
- 3.3.7 Caratteristiche fresatrice CNC



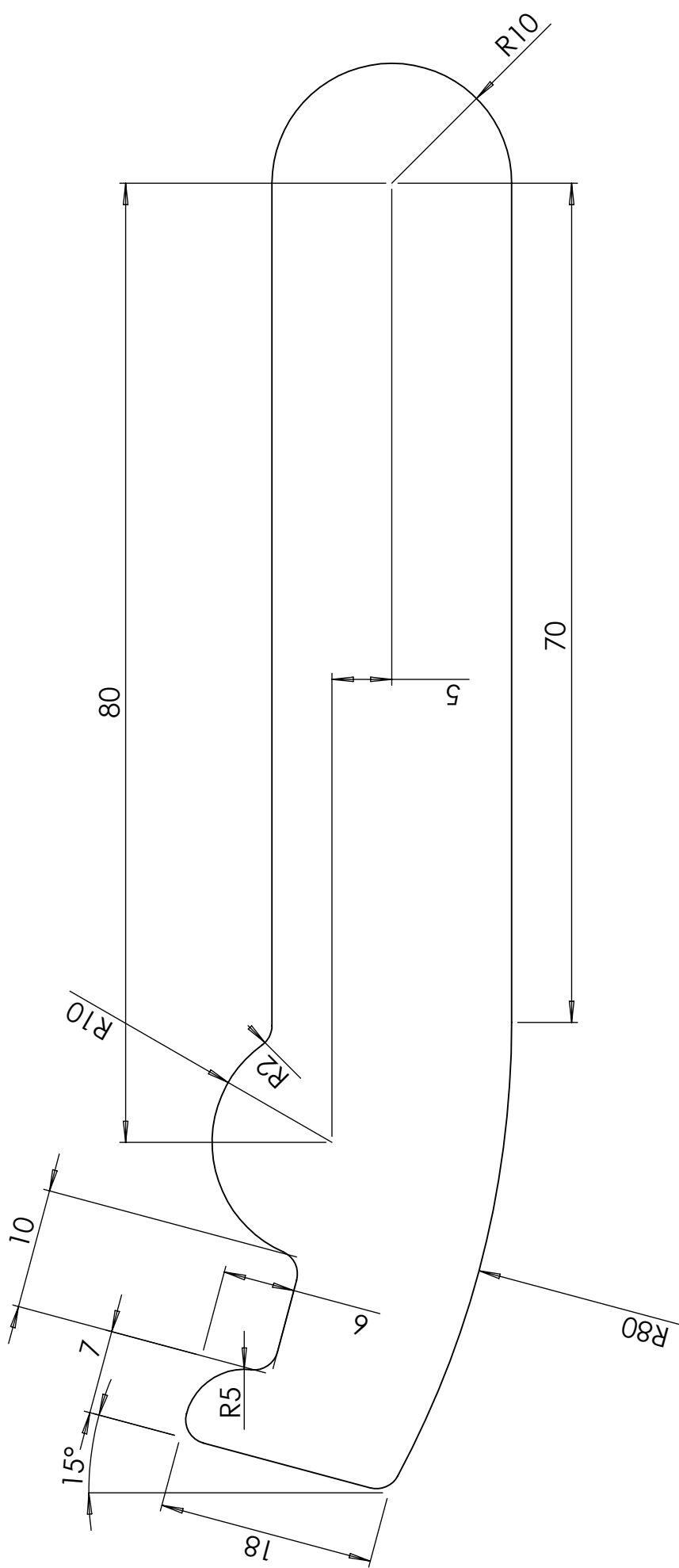
Raccordi non quotati: R1.76

DESCRIZIONE: Punzone					
DISEGNO N°: 1 di 1			MATERIALE: X205Cr12KU		
GRUPPO: ...					
MODIFICHE	DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE:	RUGOS. GENER: ✓
	...	...	...	Uni En 22768-m	
	...	...	...	AUTORE:	DATA:
				...	10/07/13
		SCALA: 1:2	FORMATO: A4	FOGLIO: 1 di 1	ARCHIVIO: ...



Raccordi non quotati: R2

DESCRIZIONE: Matrice		MATERIALE: X205Cr12KU	
DISEGNO N°: 1 di 1			
GRUPPO: ...			
DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE:
...	...	...	Uni En 22768-m
...	...	...	AUTORE:
...
MODIFICHE		FORMATO: A4	ARCHIVIO: ...
SCALA: 1:2		FOGLIO: 1 di 1	...
		RUGOS. GENER:	DATA: 10/07/13



DESCRIZIONE: Biella dopo tranciatura

DISEGNO N°:

T 1

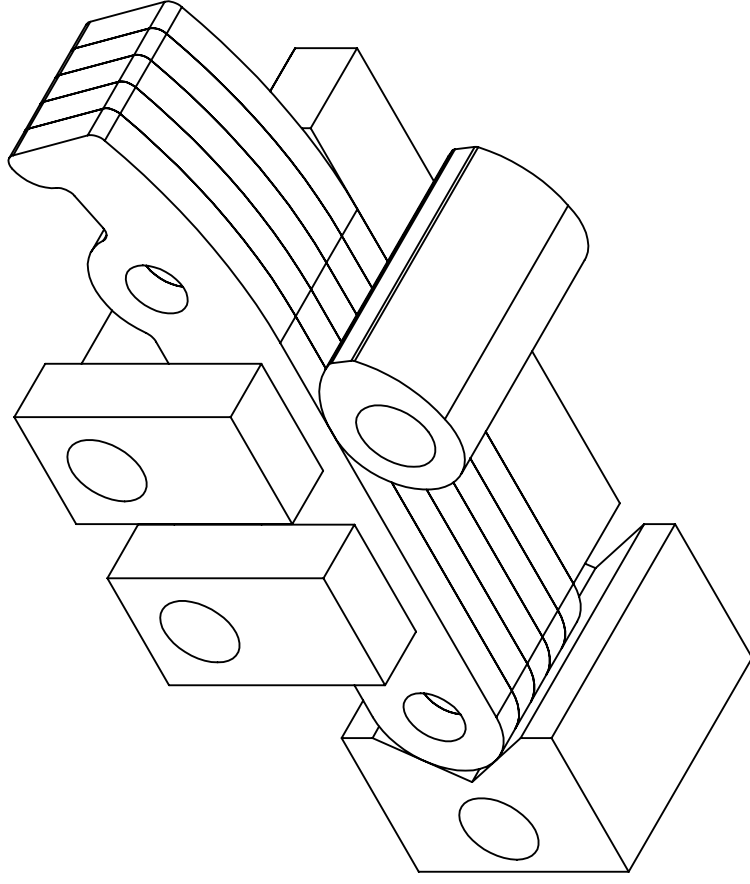
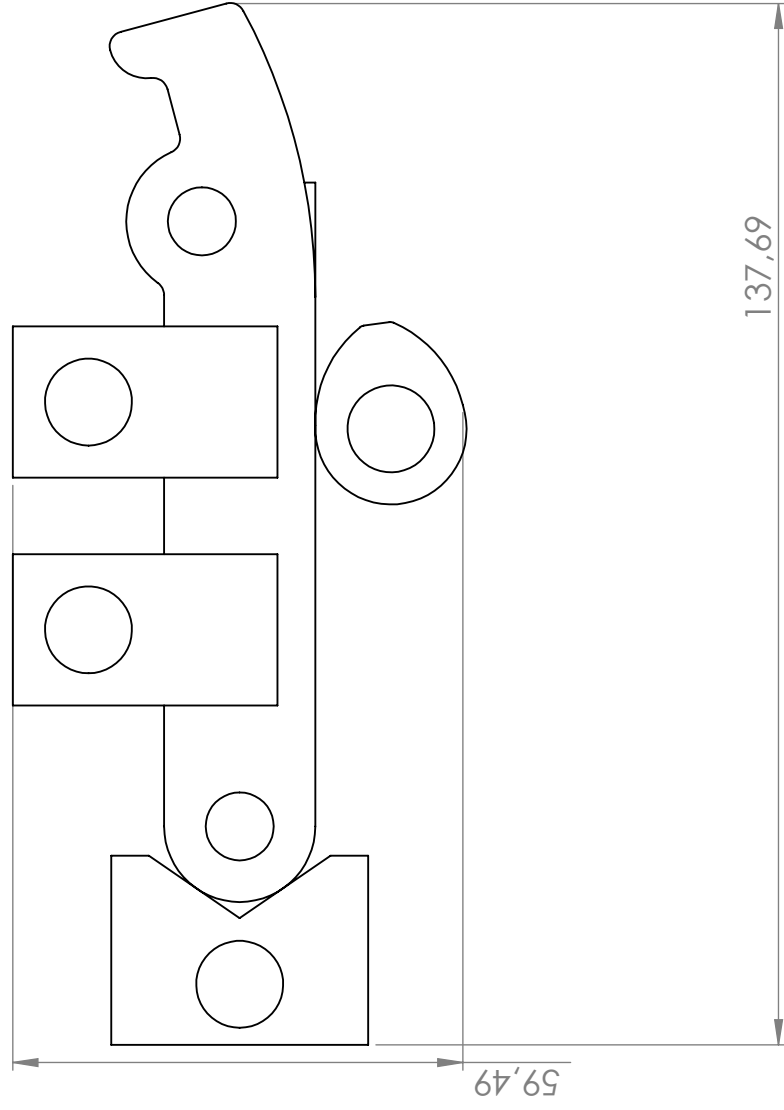
MATERIALE:

C30 UNI 5332

GRUPPO:

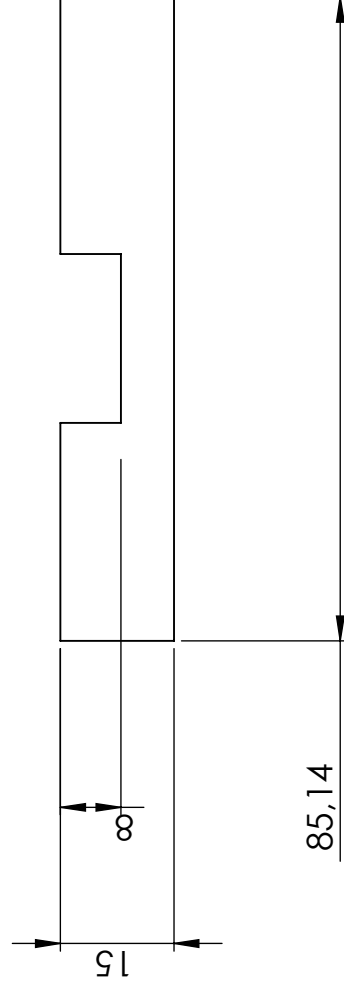
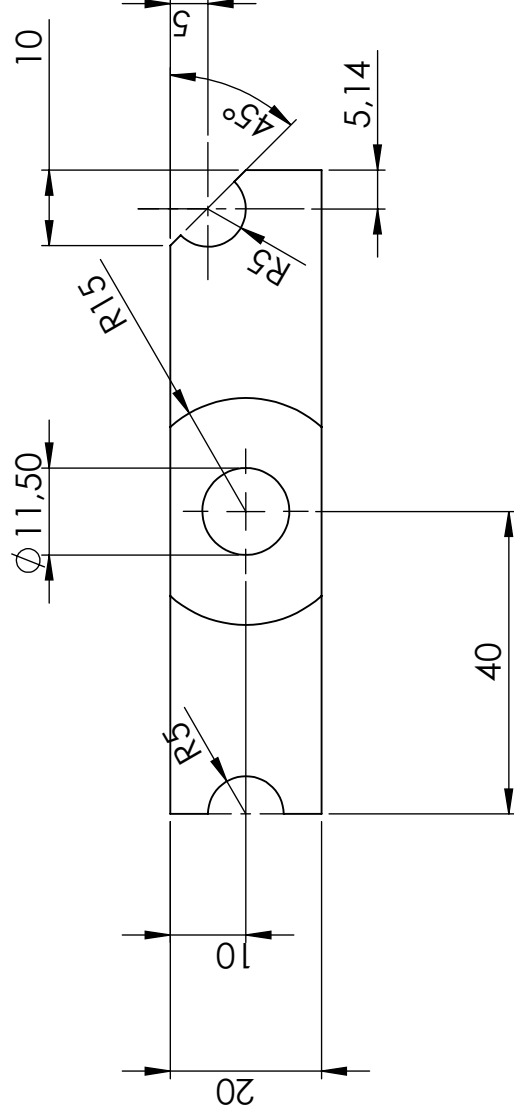
...

DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE:	RUGOS. GENER:
...	Uni En 22768-m	
...	AUTORE:	DATA:
..././...
MODIFICHE			FORMATO:	ARCHIVIO:
SCALA: 2:1			A4	...
			FOGLIO:	...
			1 di 1	...



GRUPPO: Sistema di bloccaggio pezzi per fresatrice

DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE:
...	Uni En 22768-m
...	AUTORE:
...	DATA: 11/07/13
MODIFICHE		FORMATO: A4	FOGLIO: 1 di 1
		SCALA: 1:1	ARCHIVIO: ...



DESCRIZIONE: Supporto per pezzi

DISEGNO N°:

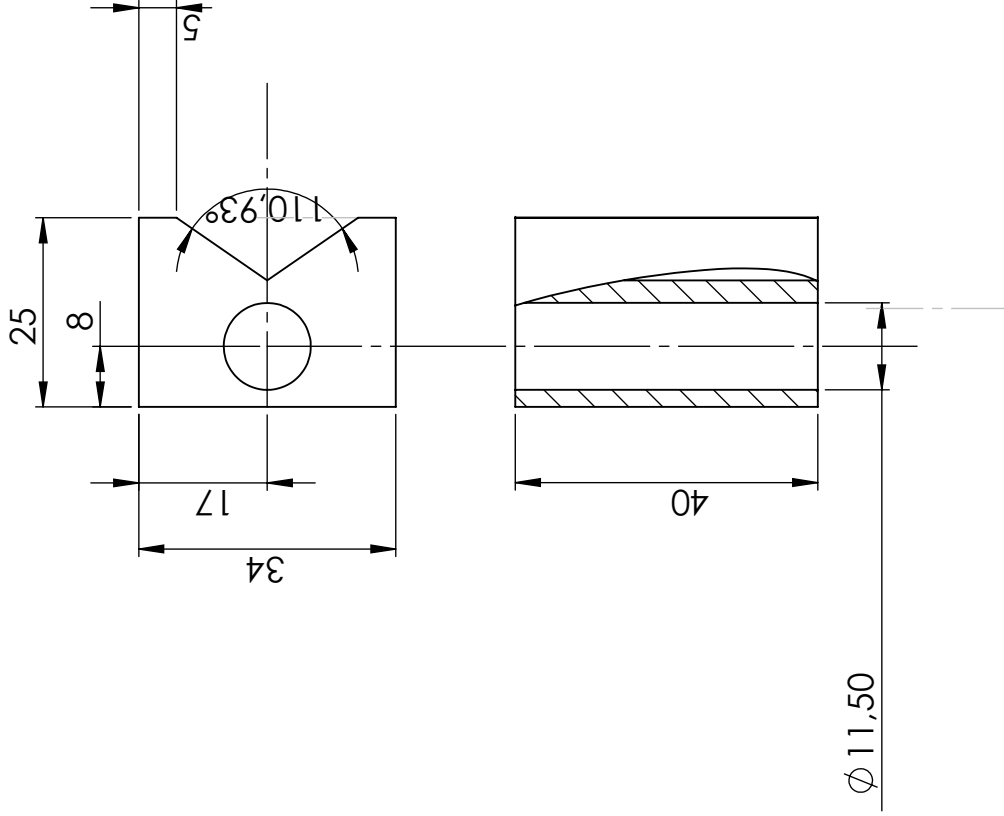
1 di 5

MATERIALE:

...

GRUPPO: Sistema di bloccaggio pezzi per fresatrice

DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE:	RUGOS. GENER:
...	Uni En 22768-m	
...	AUTORE:	DATA:
...	11/07/13
MODIFICHE		FOGLIO:	ARCHIVIO:	
 		A4	1 di 1	...
 SCALA: 1:1				



DESCRIZIONE: Bocchetto di fermo

DISEGNO N°:

2 di 5

MATERIALE:

C40

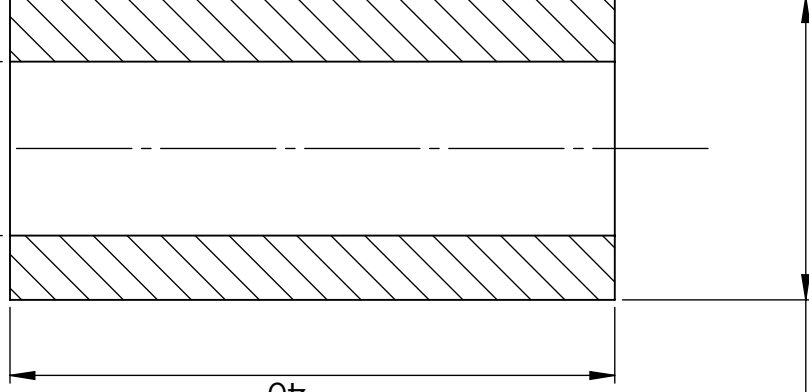
GRUPPO: Sistema di bloccaggio pezzi per fresatrice

DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE:	RUGOS. GENER:
...	...	...	Uni En 22768-m	
...	...	...	AUTORE:	DATA:
...	...	...	...	11/07/13
MODIFICHE	FORMATO:	FOGLIO:	ARCHIVIO:	
	A4	1 di 1	...	
	SCALA: 1:1			

$\phi 11,50$

40

$\phi 20$



DESCRIZIONE: Cilindro di fermo

DISEGNO N°:

3 di 5

MATERIALE:

C40

GRUPPO: Sistema di bloccaggio pezzi per fresatrice

DESCRIZIONE
...
...
...

AUTORE
...
...
...

TOLLERANZA GENERALE:
Uni En 22768-m

RUGOS.
GENER:



AUTORE:
...

DATA:
11/07/13

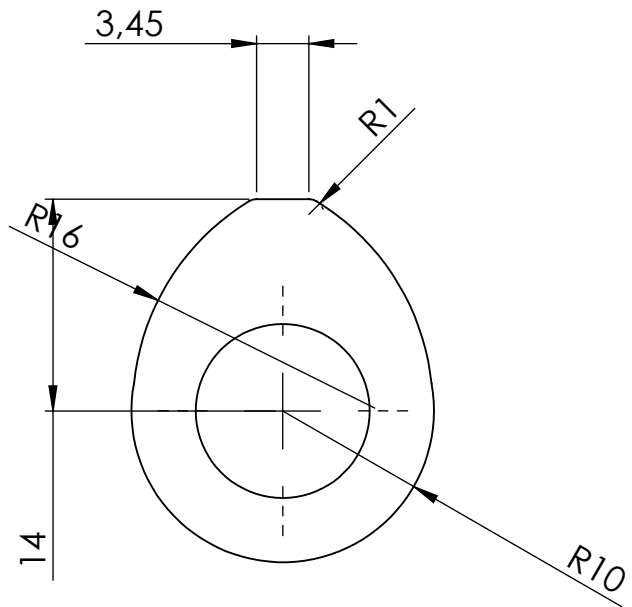


SCALA:
2:1

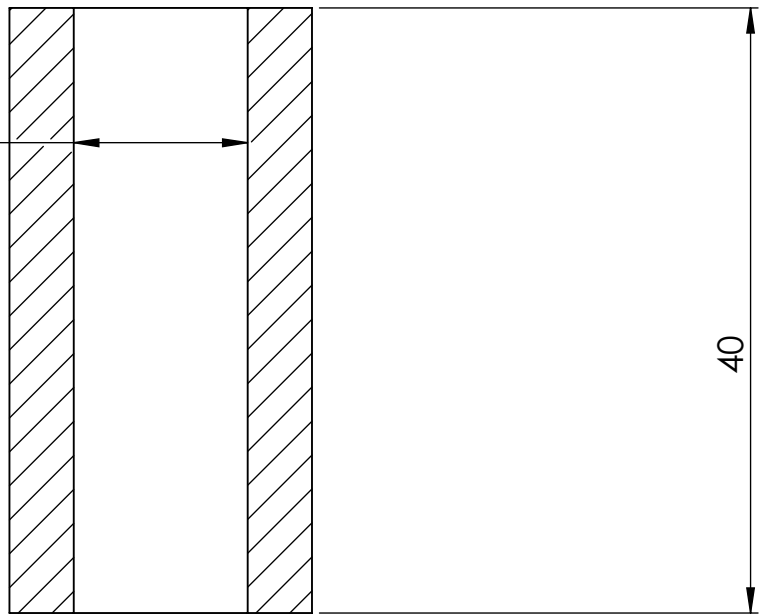
FORMATO:
A4

FOGLIO:
1 di 1

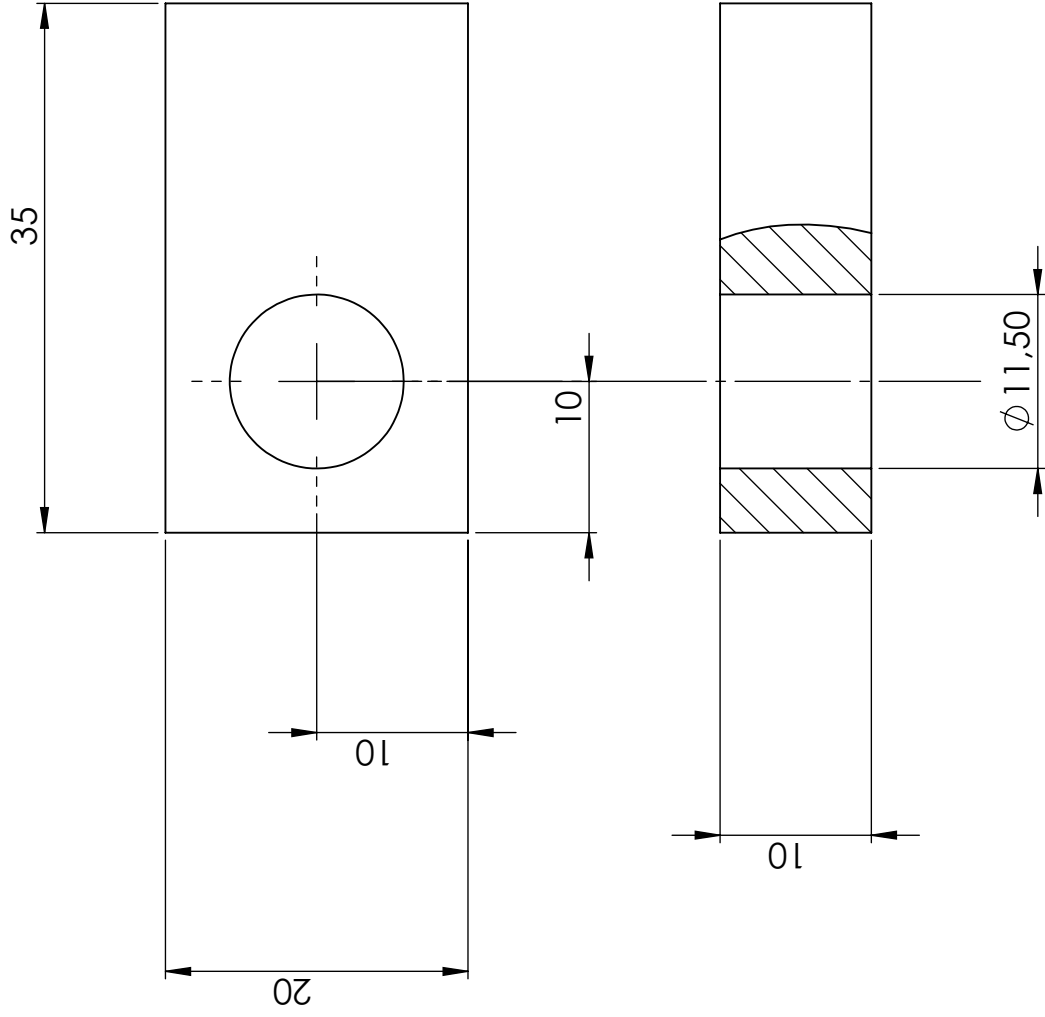
ARCHIVIO:
...



Ø 11,50



DESCRIZIONE: Camma di registrazione					
DISEGNO N°: 4 di 5				MATERIALE: C40	
GRUPPO: Sistema di bloccaggio pezzi per fresatrice					
MODIFICHE	DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE: Uni En 22768-m	RUGOS. GENER:
	...	...	...	AUTORE:	DATA: 11/07/13
	
		SCALA: 2:1	FORMATO: A4	FOGLIO: 1 di 1	ARCHIVIO: ...



DESCRIZIONE: Staffa

DISEGNO N°:

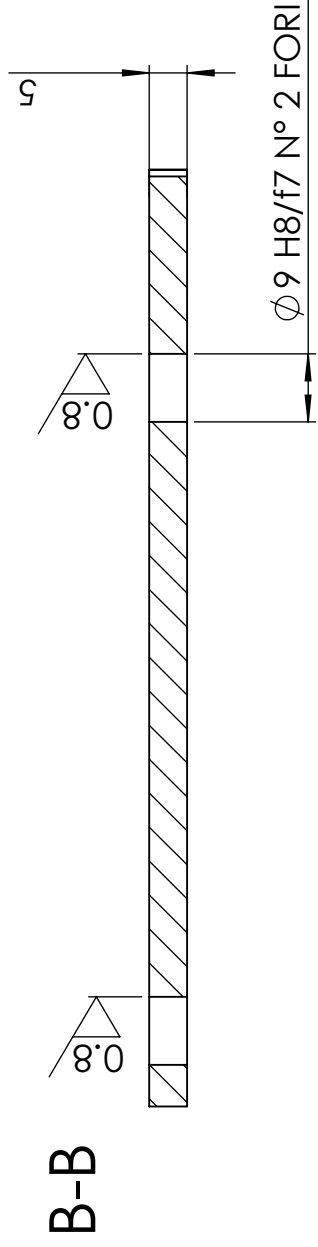
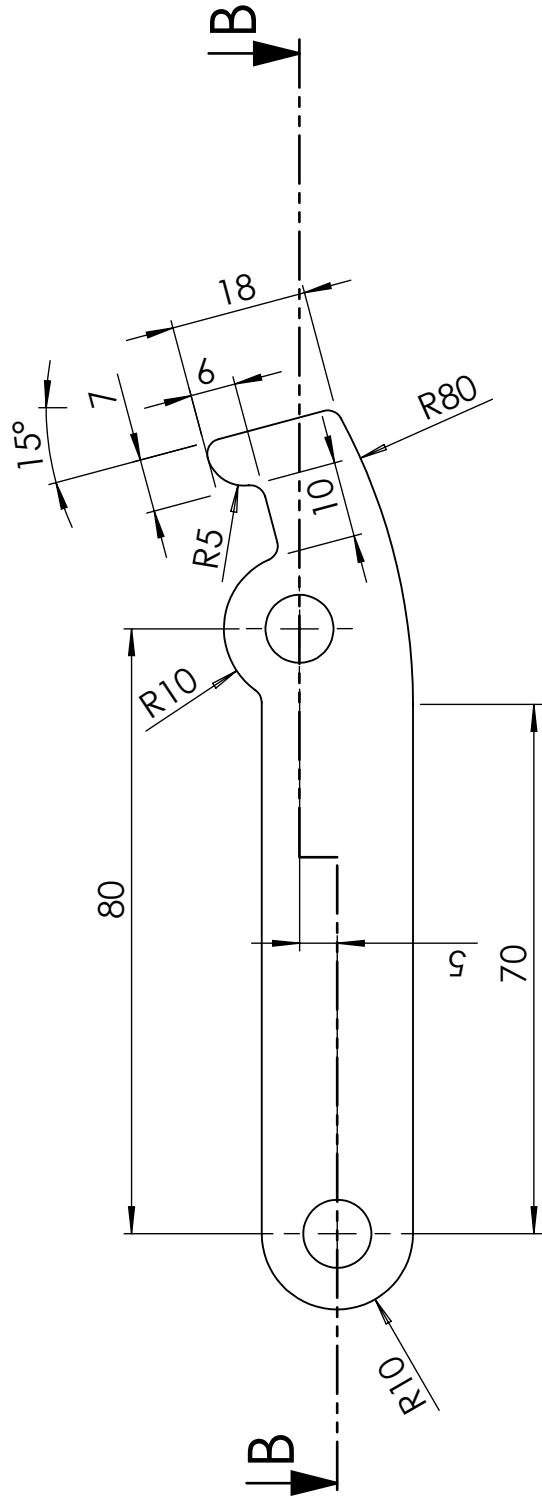
5 di 5

MATERIALE:

C40

GRUPPO: Sistema di bloccaggio pezzi per fresatrice

DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE:	RUGOS. GENER:
...	Uni En 22768-m	
...	AUTORE:	DATA:
...	11/07/13
MODIFICHE		FORMATO:	FOGLIO:	ARCHIVIO:
SCALA: 1:1		A4	1 di 1	...



DENOMINAZIONE: MANOVELLA		MATERIALE: C30 UNI 5332	
PARTICOLARE N°: 7			
COMPLESSIVO: FRENO A TAMBURO			
DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	RUGOS. GENER: $\sqrt{0.8}$
...	...	...	Uni En 22768-m
...	...	...	ACCORDI NON QUOTATI:
...	...	...	R2
MODIFICHE	FORMATO: A4	FOGLIO: 1 di 1	DATA: 10/07/13
	SCALA: 1:1		

[Presse per stampaggio dei metalli :](#) [Presse ad alta velocità : Lamierini : HMX](#)

[Panoramica](#)

[Immagini](#)

[Video](#)

[Pressa successiva](#)

[Pressa precedente](#)

[Lingua](#)

Pressa ad alta velocità | Lamierini Mo-re | 125 - 400 t

Panoramica HMX

La AIDA HMX® funziona a velocità ottimale senza ridurre la lunghezza della corsa.

Controllate i vostri stampi e vedrete che la maggior parte di essi probabilmente non necessitano di una pressa con corsa regolabile. Il design eccezionale della AIDA® HMX consente di utilizzare la macchina a una velocità ottimale senza ridurre la corsa (come vi sembrano 800 colpi/min con una corsa di 30 mm?).

Inoltre, la AIDA HMX offre enormi miglioramenti in aree legate direttamente alla produttività e redditività - precisione, manutenzione, affidabilità e costi, tutti fattori che in effetti sono sacrificati dal design delle presse a corsa regolabile attualmente disponibili.

Con una costruzione di livello superiore e l'assenza di qualsiasi meccanismo di regolazione della corsa che pregiudica la precisione, la HMX offre precisione e durata degli stampi insuperate con le caratteristiche di flessione più basse di qualsiasi pressa ad alta velocità disponibile. Il controllo del raffreddamento termico assicura che le temperature di esercizio rimangano costanti per un controllo preciso del PMI e una produzione di pezzi accurata. E semplicemente eliminando i componenti non necessari che servono per la regolazione della corsa si riducono sensibilmente sia i costi iniziali, sia i costi di manutenzione. AIDA HMX.



Caratteristiche della pressa a montanti HMX

- Struttura ad alta rigidità
- [Bilanciamento dinamico](#)
- Regolazione della slitta
- Dispositivo di sgancio idraulico / Sistema bloccatoslitta
- Avanzamento camme a rulli (opzionale)



CNC DIVISION

WIBJ-5 INDUSTRIAL LINE

PTP INDUSTRIAL LINE

FLAT BDT INDUSTRIAL LINE

FLAT INDUSTRIAL LINE

5-AXIS PROFESSIONAL LINE



FLAT BDT INDUSTRIAL LINE

CNC potente, robusto, veloce. La macchina è progettata per una rapida installazione e con un Controllo su base PC di facile programmazione e grande semplicità d'uso. Con un peso di oltre 2000 kg la macchina è estremamente robusta ed idonea per molteplici campi di applicazioni CNC.

[scheda tecnica](#)


Cambio automatico degli utensili e mandrini ad alta precisione.

La configurazione standard comprende elettromandrini 7 kW raffreddati ad aria con magazzino utensili lineare multi-stazione.

Basamento estremamente rigido

Il basamento macchina è costituito da una solida e robusta struttura di acciaio con lavorazioni meccaniche di alta precisione che consentono un'altissima precisione ed affidabilità nel tempo. La struttura meccanica è ampiamente dimensionata per la massima stabilità e rigidità riducendo così al minimo le vibrazioni.

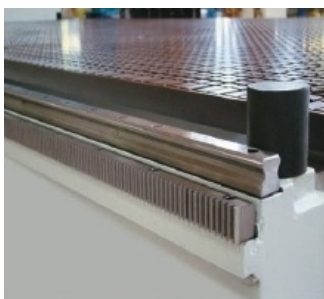


Cambio automatico utensili

Per un cambio rapido degli utensili e per un risparmio di tempo sul ciclo di lavorazione.

Servomotori di alta precisione

I movimenti su tutti gli assi sono gestiti da servomotori AC ad alta precisione. Il servomotore AC consente un posizionamento con la massima precisione e velocità.



Guide lineari ad alta precisione

Installate su ogni asse.

Dispositivo Touch-off

Il Touch-off permette di calibrare gli utensili con precisione, semplicità e sicurezza. Il controllo registra il valore automaticamente su file.



Piano di lavoro in materiale fenolico

Il piano di lavoro aspirato scanalato adatto per il bloccaggio di pezzi di qualsiasi forma.



Comando a distanza

Il comando manuale consente all'operatore di far funzionare la macchina in modalità "jog", effettuare il test di sistema ed eseguire programmi CNC da un computer remotato.





CNC DIVISION

WIBJ-5 INDUSTRIAL LINE

PTP INDUSTRIAL LINE

FLAT BDT INDUSTRIAL LINE

FLAT INDUSTRIAL LINE

5-AXIS PROFESSIONAL LINE



FLAT BDT INDUSTRIAL LINE

CNC potente, robusto, veloce. La macchina è progettata per una rapida installazione e con un Controllo su base PC di facile programmazione e grande semplicità d'uso. Con un peso di oltre 2000 kg la macchina è estremamente robusta ed idonea per molteplici campi di applicazioni CNC.

[Sfoggia il catalogo](#)

[torna al prodotto](#)

Caratteristiche tecniche	FLAT BDT 2513	FLAT BDT 3116	FLAT BDT 3119	FLAT BDT 3719
Area Vacuum	1	1	1	1
Piano lavoro (X-Y-Z)	2500-1300-200 mm	3100-1600-200 mm	3100-1900-200 mm	3700-1900-200 mm
Velocità spostamento assi X-Y-Z	50-50-10 m/min	50-50-10 m/min	50-50-10 m/min	50-50-10 m/min
Traslazione asse X	rack & pinion	rack & pinion	rack & pinion	rack & pinion
Traslazione asse Y	rack & pinion	rack & pinion	rack & pinion	rack & pinion
Traslazione asse Z	ballscrew	ballscrew	ballscrew	ballscrew
Pompa a vuoto	1x250 m3/h	1x250 m3/h	1x250 m3/h	1x250 m3/h
Pop-up pins	3	3	3	3
Mandrini verticali	6x1	6x1	6x1	6x1
Elettromandrino SK30 (18.000 giri/min)	7,5 kW	7,5 kW	7,5 kW	7,5 kW
Diametro utensili max	110 mm	110 mm	110 mm	110 mm
Cambio utensili statico	8 positions	8 positions	8 positions	8 positions
Dispositivo Touch-off	standard	standard	standard	standard
Spintore di scarico automatico	optional	optional	optional	optional
Comando a distanza	standard	standard	standard	standard
Barriere fotocellule	4	4	4	4
Carter protezione gruppo testa	standard	standard	standard	standard
NC controller	Syntec	Syntec	Syntec	Syntec
Application software	CAMpro - NESTlite	CAMpro - NESTlite	CAMpro - NESTlite	CAMpro - NESTlite
Dimensioni	4800x3600x2400 mm	5400x3900x2400 mm	5400x4200x2400 mm	6000x4200x2400 mm

Composizione macchina e caratteristiche tecniche possono essere cambiate da paese a paese in relazione alle norme di sicurezza vigenti. La nostra società si riserva di apportare che ritenesse necessari ai macchinari ed alle attrezzature da fornirsi, senza alcun preavviso, purchè tali modifiche non diminuiscano il valore della fornitura e ciò allo scopo di perfezionare o comunque garantire inalterate le prestazioni dei macchinari stessi.

4 Disco per ancoraggio

4.1 Studio del processo di fusione

In questo capitolo viene analizzata e studiata una possibile soluzione per la produzione del disco di ancoraggio, il particolare solidale al telaio su cui è installata tutta la struttura interna finalizzata a frenare la rotazione del tamburo, solidale alla ruota.

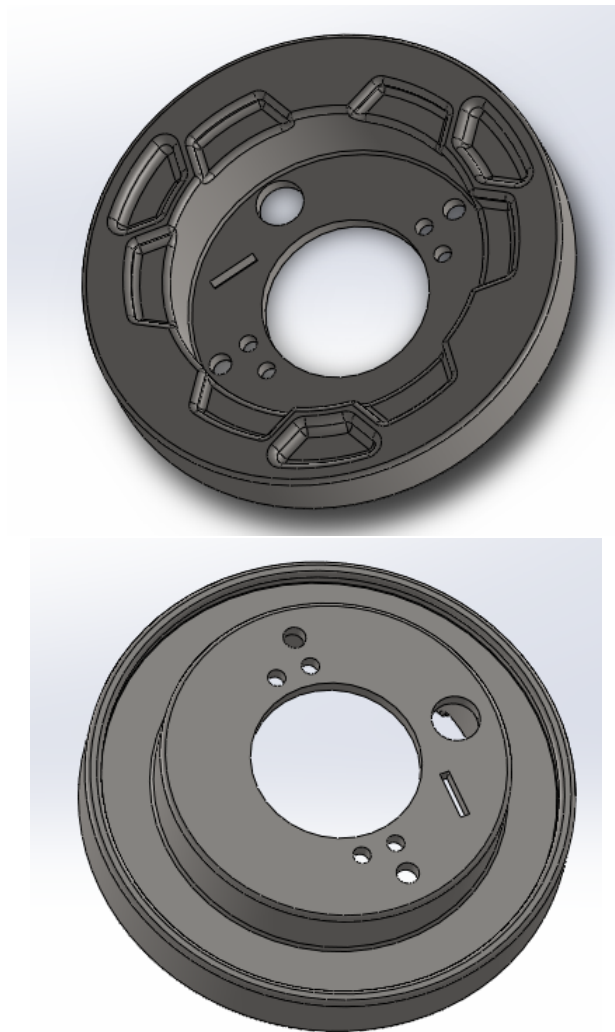


Figura 4.1: Disco per ancoraggio

4 Disco per ancoraggio

Per questo particolare, data la forma che si sviluppa attorno a una grande cavità, è poco adatta alla lavorazione alle macchine utensili a partire dal pieno, quindi si è deciso di adottare un procedimento di fabbricazione per fusione per poi utilizzare successivamente una fresatrice a controllo numerico per la finitura e la messa in tolleranza delle superfici funzionali e/o diaccoppiamento. Il lotto di produzione è di 100 pezzi, ovvero di piccola serie. Di seguito è riportato lo studio del processo di fusione, in primis scegliendo il materiale di costruzione e la tecnica più adatta ai nostri scopi. Sono esposte, quindi, le soluzioni adottate per la progettazione del modello e della cassa d'anima. Successivamente è trattato il processo di solidificazione, il quale per completezza didattica viene analizzato parallelamente con il metodo dei moduli e con il metodo del Caine. Viene progettato, poi, il sistema di colata e l'attrezzatura per compensare la spinta metallostatica. Infine, l'applicazione della teoria viene implementata da più simulazioni avviate su SolidCast, un software che riproduce la solidificazione del pezzo, utile per avere conferma o meno delle scelte adottate per evitare pezzi difettosi.

Per prima cosa si deve scegliere il materiale da costruzione. Visti i piccoli spessori che caratterizzano il pezzo, è consigliato un materiale particolarmente fluido, come una ghisa sferoidale. La tecnica di formatura da adottare, invece, deve soddisfare i seguenti criteri, che sono di ragione tecnologica ed economica:

- *Sufficiente precisione dimensionale*, richiesta per realizzare la parte centrale del pezzo, di forma tubolare sottile; i diametri interno ed esterno sono quantità grandi in confronto allo spessore e tolleranze dello stesso ordine di grandezza dello spessore, come quelle garantite dalla formatura in terra sintetica, non sono accettabili.
- *Costo limitato del processo*, il cui calcolo tiene conto della produzione in lotto limitato (in questo caso, 100 pezzi). Ciò esclude tecniche che necessitano di attrezzature costose che in una produzione in grande serie sarebbero ammortizzate sul grande numero di pezzi da produrre. In aggiunta è preferibile una tecnica che permette di recuperare parte della sabbia silicea utilizzata.

Le considerazioni di cui sopra portano a scegliere come tecnica migliore la formatura al CO_2 .

4.1.1 Progetto del modello e delle casse d'anima

A partire dal disegno del pezzo finito si elaborano il disegno del modello e della cassa d'anima dai quali si può dedurre il disegno del greggio di fusione, completo di soprametalli dove necessari.

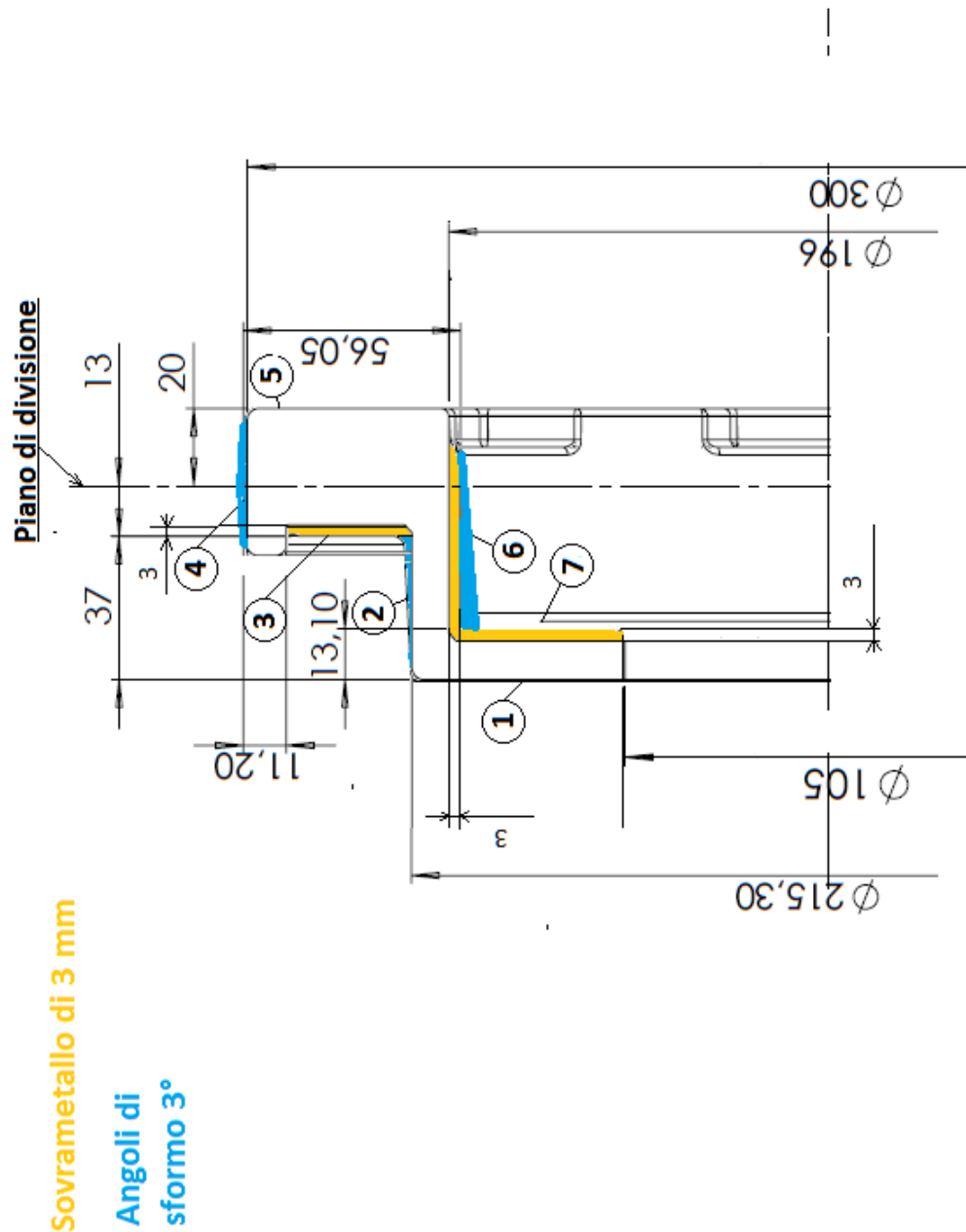


Figura 4.2: Soprametalli

La superficie 3 ha 3 mm di soprametallo perché prevista una successiva fresatura, la superficie 6 ha 3 mm di soprametallo per favorire la solidificazione corretta nelle pareti sottili, il soprametallo della superficie 7 ha entrambe le funzioni. Difatti le tolleranze di fusione non sono sufficienti a garantire che la superficie 3 non entri a contatto con le soole del freno (vedi Complessivo in **Appendice 1**, particolari 1 e 6) e la superficie 6

4 Disco per ancoraggio

del getto deve essere resa piana per poterci eseguire le forature necessarie e per poterci stringere viti.

Per risolvere problemi di sottosquadro, il modello ha un piano di divisione come in figura allegata. I due semimodelli prevedono, oltre ai sovrametalli di cui sopra, angoli di sformo per l'estrazione dalla sabbia silicea, particolari costruttivi come spine e boccole di riferimento, e una piastrina di scampanatura, riprodotte sempre in figura. Tenendo conto di mettere delle materozze a cielo aperto, la parte superiore deve essere quella a spessore maggiore per rispettare la solidificazione direzionale. Da ciò ne consegue che il semimodello 1 deve avere la boccola in metallo e non la spina forzata, dato che per iniziare il processo di formatura sarà appoggiato rovesciato su un piano. Per avere un sistema di riferimento il più preciso possibile è altamente consigliabile posizionare i riferimenti vicini ai bordi opposti del pezzo, in questo caso però tale soluzione costruttiva non è attuabile perché lo spessore sottile di gran parte dei semimodelli non dà la possibilità di effettuare un foro cieco lontano dalle portate d'anima.

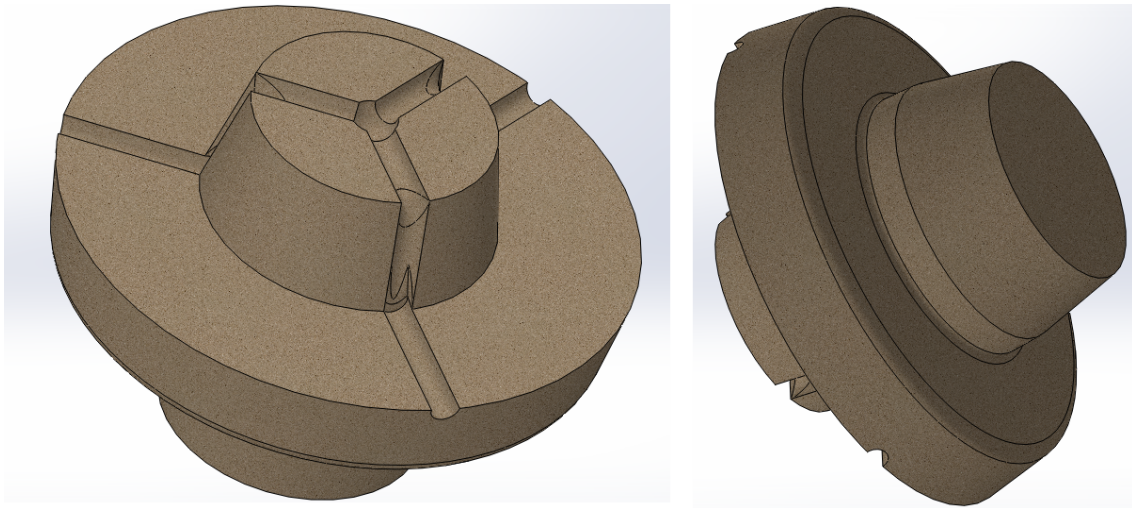


Figura 4.3: Anima

Le portate d'anima, appunto, sono tronchi di cono costruiti a sbalzo sul modello, con angolo di sformo di 12° in quanto anime da posizionare verticalmente. La cassa d'anima, della stessa altezza dell'anima, è progettata dal negativo dell'anima. Essendo assialsimmetrica, una soluzione come quella in figura 4.14 non dà problemi di sottosquadro.

Gli angoli di sformo si possono vedere dal disegno in allegato. Sulle superfici 2, 4 vi sono gli angoli di sformo derivanti dal modello (la superficie 4 porta due angoli di sformo, uno per ogni semimodello, con inclinazione opposta e concorrenti sul piano di divisione). Sulla superficie 6 l'inclinazione deriva dall'angolo di sformo dell'anima.

4.1.2 Dimensionamento e posizionamento delle materozze

Il disco di ancoraggio ha una forma costruttivamente modellabile come trave anulare, la quale dal punto di vista tecnologico è approssimabile a una barra ripiegata su se stessa senza soluzione di continuità, ossia senza estremi. Per quanto concerne lo studio sulla solidificazione, dunque, non possono essere considerati effetti di estremità.

4.1.2.1 Metodo dei moduli in direzione radiale

Non si sono maggiorate le dimensioni per le dimensioni che non prevedono soprametalli, perché sono dimensioni che possono subire modifiche anche di qualche millimetro senza compromettere la funzione del pezzo. Per le superfici da mettere successivamente in tolleranza sono aggiunti soprametalli che includono anche un margine di sicurezza contro il fenomeno di ritiro.

Il ridotto spessore del particolare nella sua parte centrale ci ha portato ad apportare modifiche alle dimensioni della parete laterale, portata da 5 a 9.5 mm, per evitare il rischio di solidificazione precoce della vena liquida che porterebbe alla produzione di un pezzo incompleto. Agendo sempre sulla parete tubolare, per favorire la solidificazione direzionale si è inoltre aggiunto un angolo di sformo.

Dobbiamo prevedere una direzione di solidificazione. Modelliamo, per semplificare i conti, il greggio come un solido di rotazione generato da rettangoli. Per quanto riguarda la zona dei denti si sono prese le dimensioni medie in quando i vuoti si alternano ai pieni. Le quote prese dal disegno del pezzo ci forniscono i seguenti valori che ci danno il profilo come sovrapposizione di quattro rettangoli, come in figura 4.4.

4 Disco per ancoraggio

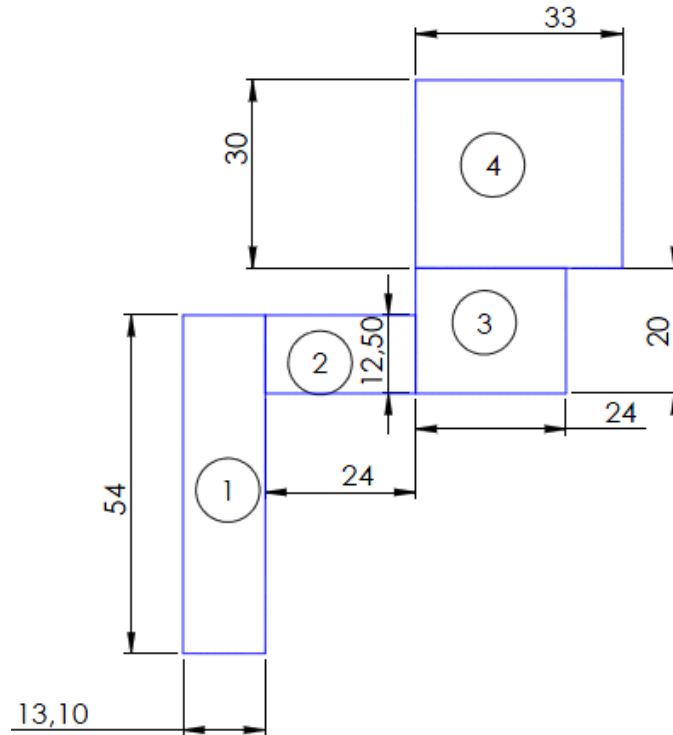


Figura 4.4: Suddivisione per applicazione del metodo

Calcoliamo i moduli delle diverse parti:

$$M_1 = \frac{54 \cdot 13}{54 \cdot 2 + 13,1 \cdot 2 - 12,5} = 5,8mm$$

$$M_2 = \frac{12,5 \cdot 24}{24 \cdot 2} = 6,25mm$$

$$M_3 = \frac{20 \cdot 24}{20 \cdot 2 + 24 - 12,5} = 9,3mm$$

$$M_4 = \frac{30 \cdot 33}{30 \cdot 2 + 33 \cdot 2 - 24} = 10,6mm$$

Notiamo che $\frac{M_2}{M_3} = 1,07$, leggermente minore del valore consigliato di 1,1. Dato che la differenza non è troppo grande si può compensare con dei raggi di raccordo favorevoli e successivamente verificare con la simulazione se la scelta fatta è stata corretta. Posto che, con un discorso di raggi d'influenza, il modulo delle parti 4 e 3 aiutano a far procedere la solidificazione verso la materozza, è plausibile che il dimensionamento adottato non

4 Disco per ancoraggio

crei problemi. Del resto abbiamo che $\frac{M_3}{M_2} = 1.4 < 1.1$ e $\frac{M_4}{M_3} = 1.1$. Per proteggere il pezzo dalle cavità di ritiro si è deciso di mettere una materozza cilindrica a cielo aperto tale che $H = 1.5D$ e che abbia modulo pari a $M_4 \cdot 1.2 = 12.7$. Otteniamo quindi come dimensioni $D = 68mm$ e $H = 102mm$. Con queste dimensioni otteniamo un modulo pari a $M_m = 12.75$. Costruendo una materozza di queste dimensioni non dovremmo quindi avere problemi.

4.1.2.2 Metodo dei moduli in direzione circonferenziale

Per studiare la direzione di solidificazione circonferenziale si devono calcolare i moduli delle parti con e senza dente in quanto presentano moduli diversi a causa della diversa geometria. Ai fini del calcolo si è deciso di considerare sezioni radiali della parte superiore del greggio. Dai calcoli risulta che il modulo della sezione piena (A-A in figura) è pari a 11.8mm, quello della sezione vuota (B-B in figura) risulta 10.01 mm. Da questa condizione si nota che le direzioni di solidificazione vanno dalla sezione vuota alla sezione piena come in figura.

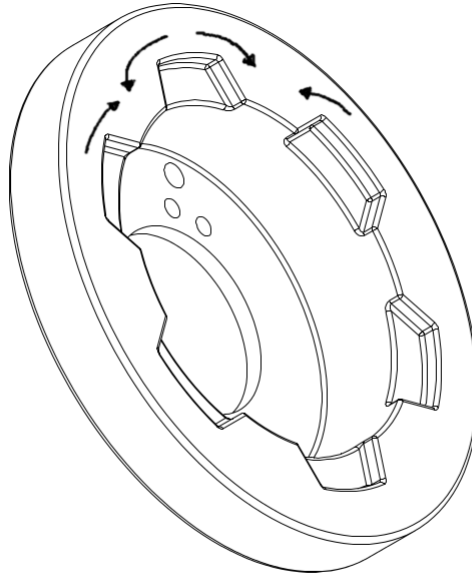


Figura 4.5: Metodo dei moduli in direzione circonferenziale

Per ovviare a questo problema si è prevista una tasca che diminuisca il modulo delle sezioni piene senza materozze.

4 Disco per ancoraggio

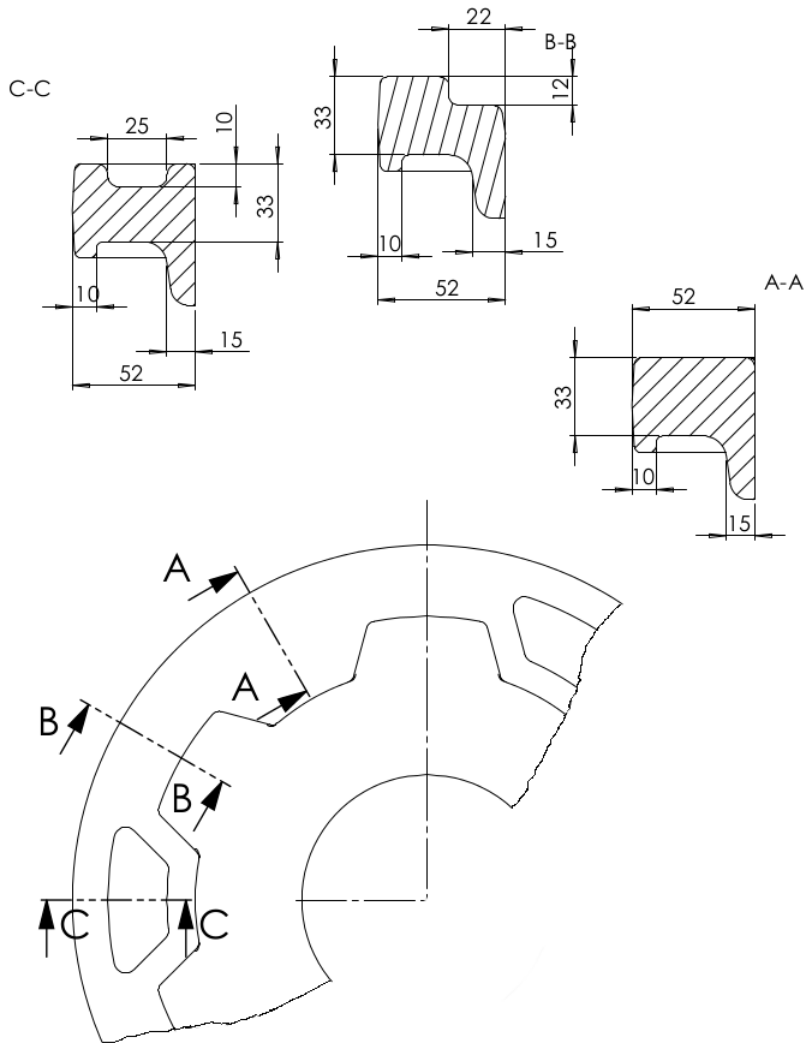


Figura 4.6: Sezioni circolari

Sono di seguito riportati i calcoli:

$$M_{A-A} = \frac{33 * 52}{2 * (33 + 52) * 25} = \frac{1716}{145} = 11.83mm$$

$$M_{B-B} = \frac{33 * 52 - 22 * 12}{145} = 10.01mm$$

$$M_{C-C} = \frac{33 * 52}{2 * (33 + 52) * 25} = \frac{1466}{165} = 8.88mm$$

$$\frac{M_{A-A}}{M_{B-B}} = 1.18$$

$$\frac{M_{B-B}}{M_{C-C}} = 1.13$$

4 Disco per ancoraggio

La solidificazione direzionale è ora favorevole. Avremo conferma dalla simulazione se la scelta è stata corretta.

4.1.2.3 Metodo del Caine

Parallelamente al metodo dei moduli si vuole applicare il metodo del Caine. Si costruisce a questo proposito un foglio di calcolo e si riportano i risultati in tabella:

V_p	1966982	1966982	1966982
$STEP$	1	2	3
M_p	6.65	6.65	6.65
V_m	196698.2	295047.3	393396.4
D	55.035	62.999	63.340
M_m	10.319	11.813	13.001
x	1.552	1.776	1.955
y	0.1	0.15	0.2
$verifica$	2.429	1.833	1.588

Tabella 4.1: Applicazione del metodo del Caine

Dal modello CAD si è ricavato il volume del pezzo, e si è calcolato il modulo totale di tutto il pezzo dividendo la superficie totale del profilo con il suo perimetro. Il volume della materozza è stato scelto pari a $V_m = (0.1 + incr) \cdot V_p$ con la variabile $incr$ inizialmente a 0 e che aumenta di 0.05 ad ogni step. Si ottiene quindi che una materozza cilindrica a cielo aperto con $H = 1.5D$ svolge il suo compito per $D = 69.3$.

4.1.2.4 Considerazioni

Si è scelto, alla luce dei metodi visti, una materozza cilindrica a cielo aperto con $D = 68mm$ e $H = 102mm$. Tale materozza prevedrebbe un collare di attacco di dimensioni standardizzate. La dimensione prevista sul pezzo è $\phi 53.4mm$. Dato che non si ha a disposizione uno spazio così ampio, sono state modificate di poco le dimensioni standard. La materozza ottenuta è la seguente:

4 Disco per ancoraggio

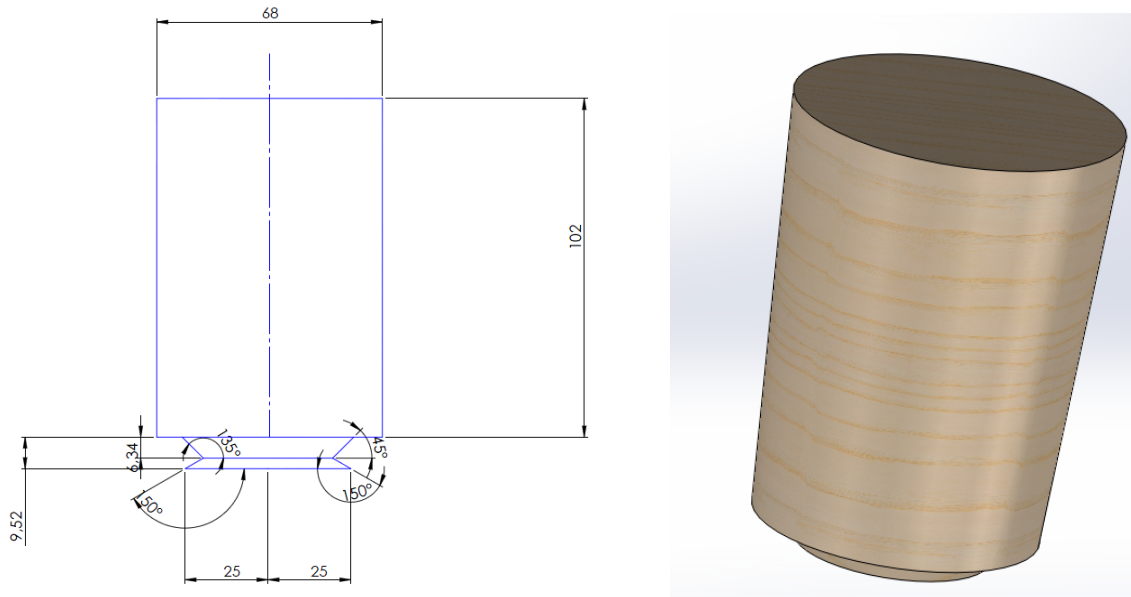


Figura 4.7: Materozza

Nella materozza utilizzata poi sono stati previsti degli angoli di sforno non presenti in figura.

4.1.2.5 Raggio di influenza materozza

La linea media, di forma circolare, ha lunghezza di circa 780 mm e il raggio di influenza di una materozza è di 160 mm. Sono necessarie quindi 3 materozze per proteggere l'intero getto. Il dimensionamento delle materozze, quindi, che devono avere modulo 11mm per rispettare la solidificazione direzionale, è descritto dalla figura 4.7. Per scopi didattici si sono dimensionate le materozze anche col metodo del Caine. Con quest'ultimo metodo la materozza che si è dimensionata col metodo dei moduli rientrerebbe con un buon margine nella regione delle materozze ammissibili, sul piano del Caine.

4.1.2.6 Volume alimentabile

Dobbiamo assicurarci che i volumi della materozze siano sufficienti ad assicurare l'alimentazione dei ritiri. Abbiamo che $V_p = 1.97 \cdot 10^6 mm^3$ mentre $V_m = 3V = 1.11 \cdot 10^6 mm^3$. Il volume che queste materozze riescono ad alimentare (considerando un coefficiente $b = 3\%$) è pari a $V_{max} = V_m \cdot \frac{14 - b}{b} = 4.08 \cdot 10^6 mm^3$. Il volume delle cavità di ritiro è $V_r = \frac{b}{100} \cdot (V_p + V_m)$ che in questo caso è pari a $9.24 \cdot 10^4 mm^3$, minore di quello alimentabile dalla materozze: non ci sono quindi problemi di alimentazione.

4.1.3 Progettazione del sistema di colata

Per assicurare un buon approvvigionamento di metallo limitando la presenza di vene liquide che devono scorrere in sezioni troppo piccole, si è scelto di adottare 3 attacchi di colata sfruttando la simmetria di rotazione del pezzo. L'altezza delle materozze, non elevata ma neppure ridotta, ci ha fatto escludere un sistema di colata dall'alto a pioggia si è scelto dunque un sistema di colata a stella centrale.

Per il dimensionamento del sistema di colata si calcola il tempo di colata tramite il seguente paio di approssimazioni e si considera la condizione peggiore ovvero dove il tempo di colata deve essere minimo, questo poichè il tempo trovato rappresenta il tempo nel quale va eseguita la colata del materiale per evitare che si abbia solidificazione prematura di qualche parte del getto.

- In prima approssimazione:

$$T_1 = 3.2\sqrt{G} = 12.04s$$

dove G è la massa del getto in kg .

- La seconda approssimazione ha richiesto anche la stima dello spessore medio del getto t_m , operazione la quale non è priva di grossolani errori, il risultato di questa seconda approssimazione va quindi considerato molto più approssimativo di quello superiore:

$$T_2 = 0.32t_m \cdot G^{0.4} = 15.1s$$

Per i calcoli seguenti si assumerà dunque T_1 . Ora è necessario stimare la velocità del fluido al livello del piano di divisione per poi dimensionare in maniera cosciente il sistema di colata. La velocità è stimabile con la formula elementare $v = \sqrt{2gh}$, è quindi necessario stimare la distanza tra la superficie superiore della forma e il piano di divisione, questo lo si può fare con precisione dato che si sono già dimensionate le materozze a cielo aperto:

4 Disco per ancoraggio

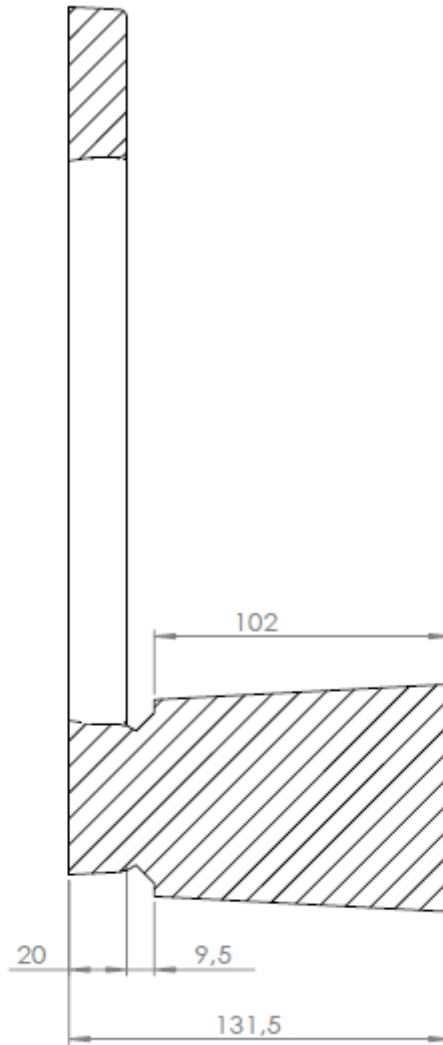


Figura 4.8: Altezza di colata

L'altezza risulta quindi $h = 131,5\text{mm}$ la quale conduce ad una velocità massima del flusso: $v = 1,628\text{m/s}$.

A questo punto si può calcolare la superficie complessiva degli attacchi di colata:

$$S = \frac{G}{T \cdot v \cdot \gamma} = 100,4\text{mm}^2$$

Si sceglie di utilizzare un semicerchio come forma della sezione degli attacchi di colata, l'area di ogni sezione deve essere $S/3$, per cui il raggio del semicerchio deve essere 5mm .

4 Disco per ancoraggio

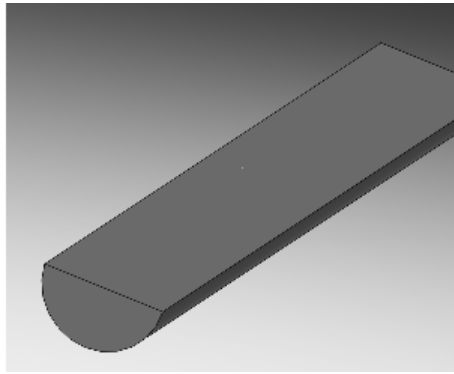
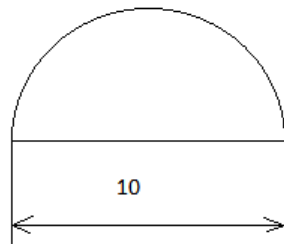


Figura 4.9: Sezione attacco di colata

Il canale di colata si sceglie di forma cilindrica: la superficie totale è $2S$, quindi il diametro dei canali di colata è di 16mm . In definitiva il sistema di colata è il seguente:

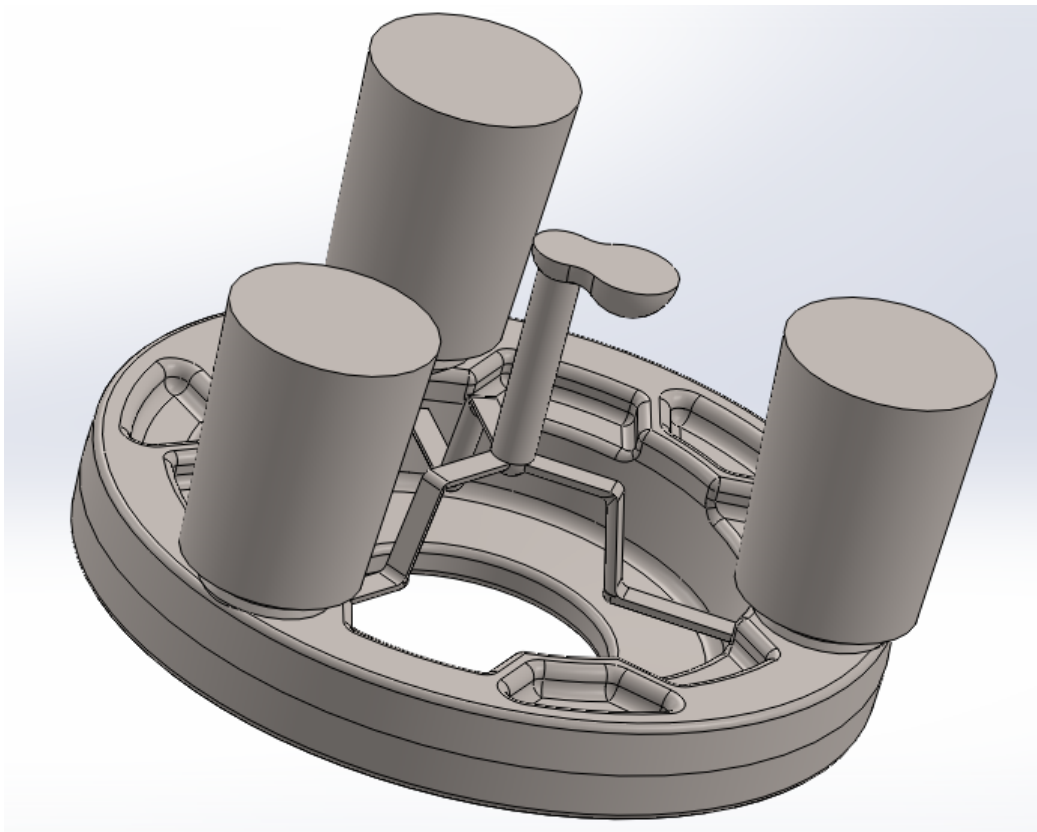


Figura 4.10: Schema di colata

4.1.4 Calcolo della spinta metallostatica

Dalla legge di Stevino si può ottenere la pressione in funzione della profondità dal pelo libero ovvero l'altezza della materozza. Sono da considerare tutte le superfici orizzontali del greggio che sono rivolte verso l'alto esercitando pressione sulla metà superiore della forma o sull'anima. La seguente figura indica le superfici da considerare per il calcolo.

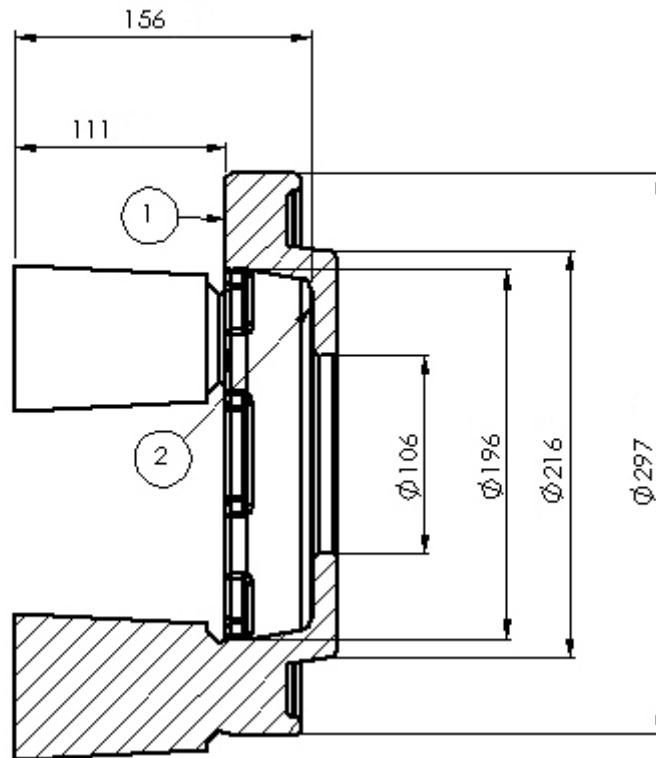


Figura 4.11: Superfici per spinta metallostatica

Superficie1: Area = $0.1575m^2$, Pressione = $\rho gh_1 = 8530Pa$

Superficie2 Area = $0.08539m^2$, Pressione = $11990Pa$

da cui ricaviamo che la spinta metallostatica è pari a $2370N$. Una stima per il peso della parte superiore della forma può essere: il volume occupato dalla silice è la metà della capacità delle staffe, di dimensioni circa $500 \times 500 \times 130$ (l'altra metà gas), e la densità della silice è $2200kg/m^3$. A questo si aggiunge il peso delle staffe stesse.

Il peso della forma superiore è minore di $400N$ che è molto minore della spinta metallostatica. Si procede quindi ad aggiungere (per sicurezza) $250kg$ di pesi affinché non si sollevi la parte superiore della forma.

4.2 Simulazioni con il software SolidCast

Mediante il software SolidCast sono state effettuate varie simulazioni che in parte hanno confermato le nostre previsioni, in parte invece hanno dato preziose indicazioni progettuali. In particolare i tre alleggerimenti disposti a 120° sulla superficie maggiore del particolare sono stati aggiunti a seguito di una solidificazione non ottimale evidenziata dalla seguente figura:

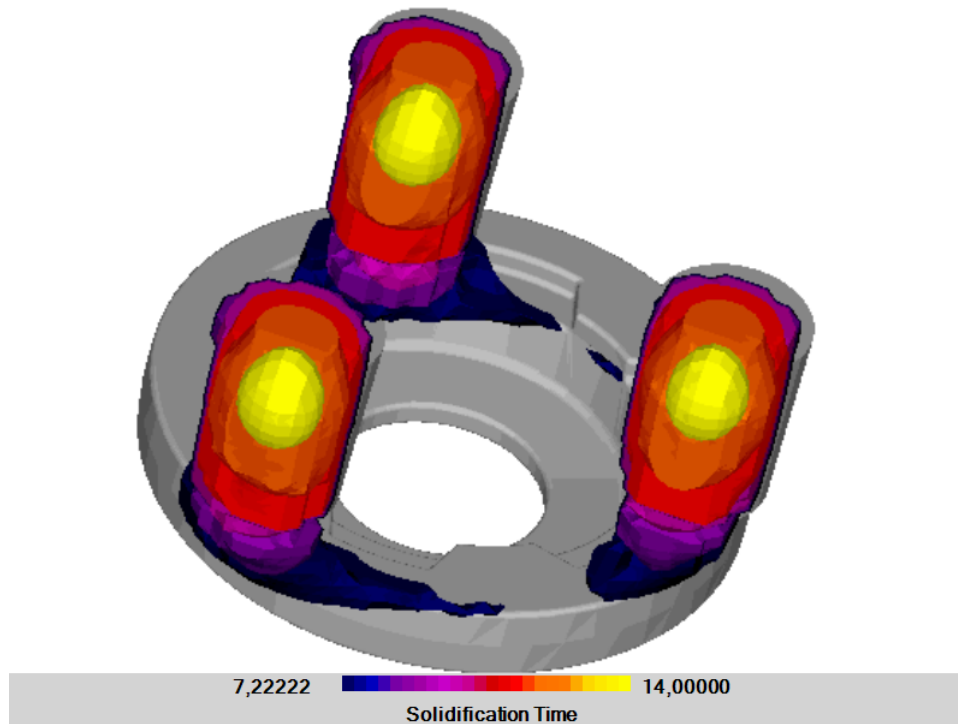


Figura 4.12: Solidificazione non ottimale

Di seguito è invece mostrata la sequenza della solidificazione del pezzo corretto, rivelatasi soddisfacente. L'ultima delle immagini evidenzia le zone del pezzo solidificato con densità relativa minore del 98%: come si può vedere non sussistono problemi interni al pezzo.

4 Disco per ancoraggio

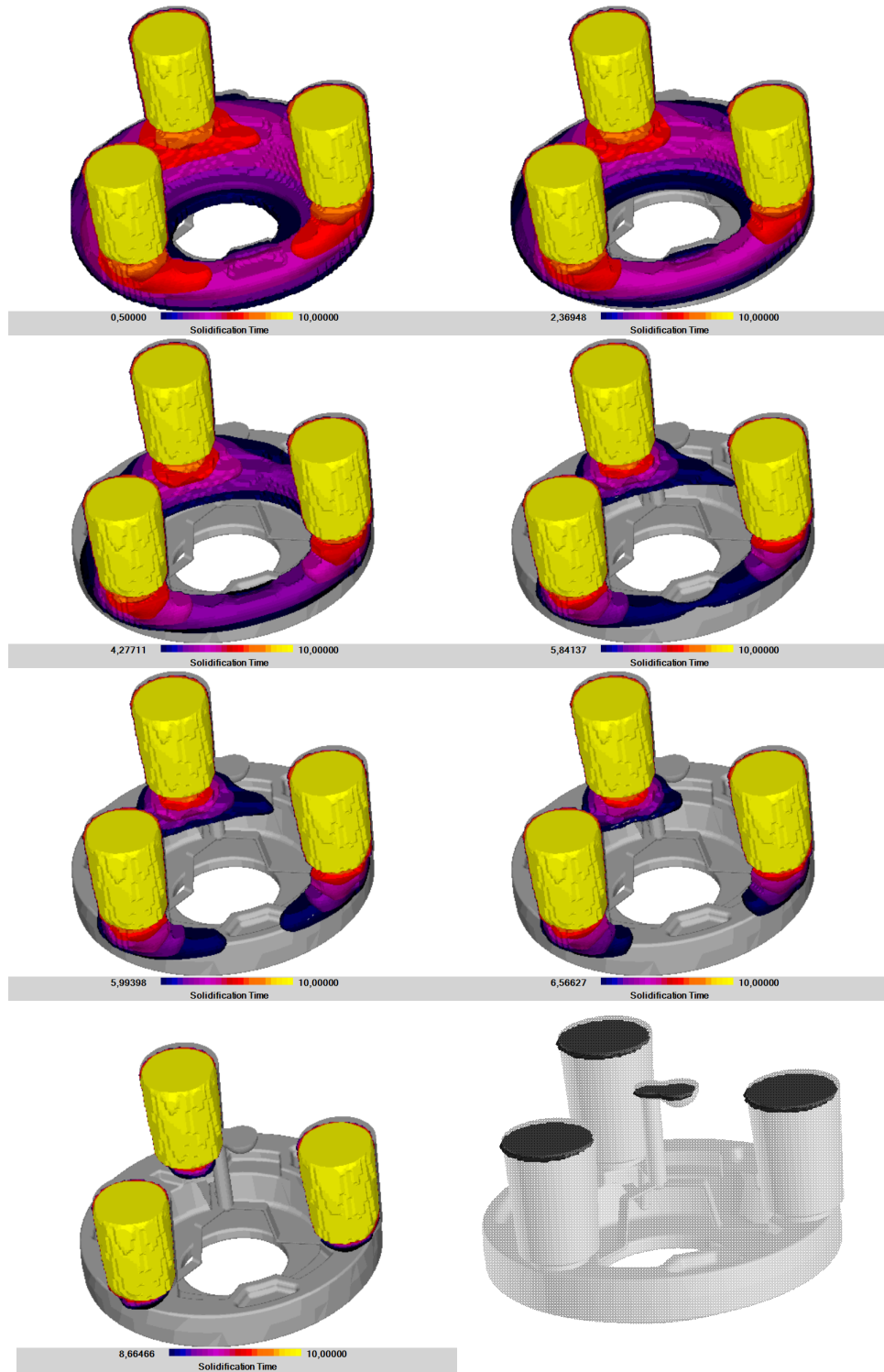


Figura 4.13: Sequenza di solidificazione e controllo densità del greggio

4.3 Allegati

4.3.1 Disegno non quotato del grezzo di fusione

4.3.2 Disegno dei semimodelli

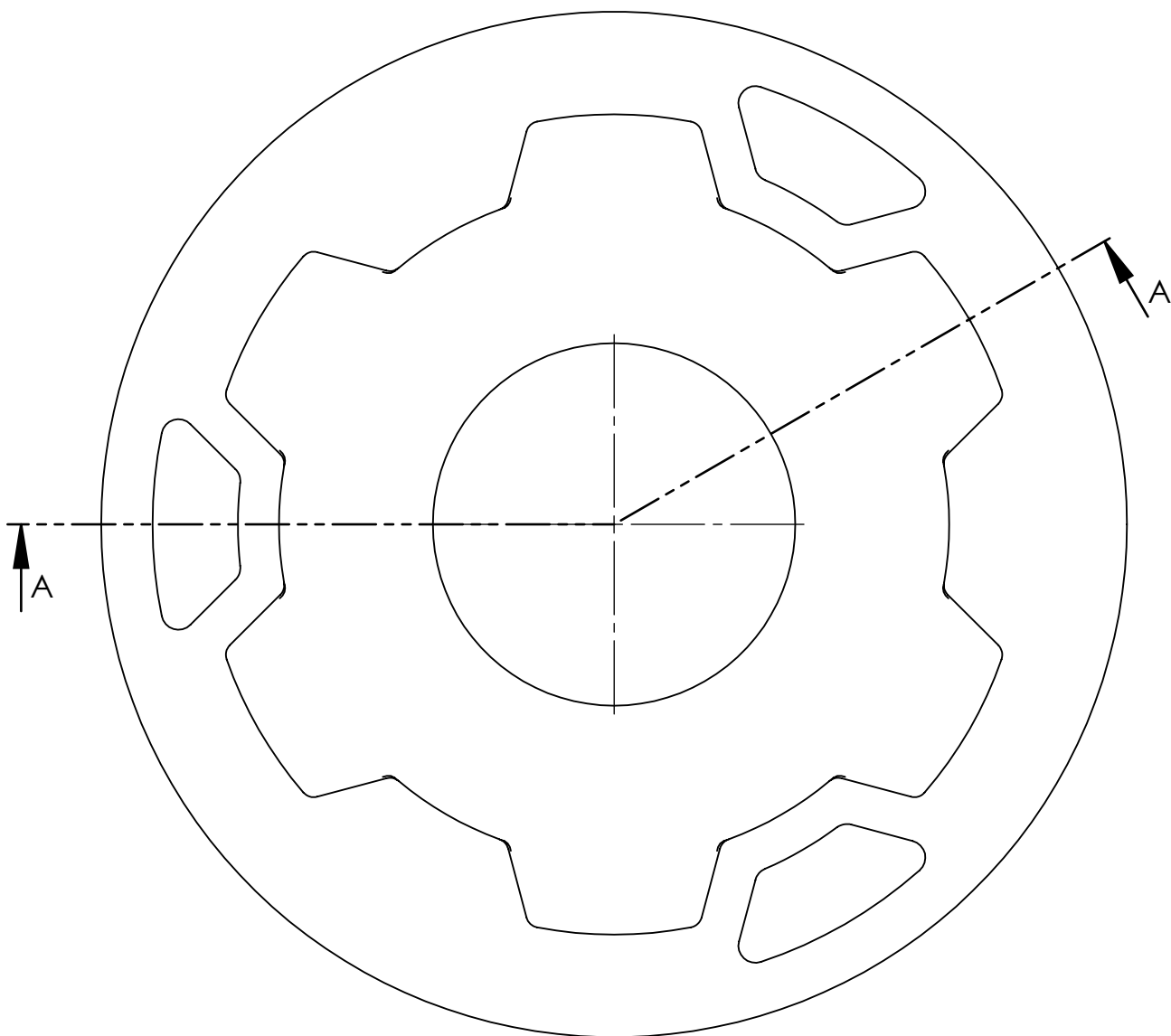
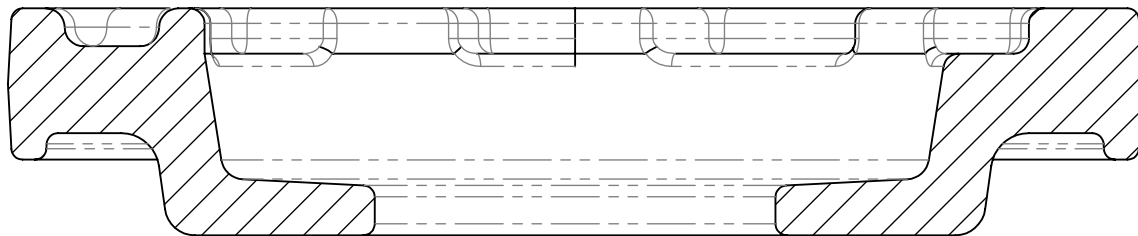
4.3.3 Disegni delle casse d'anima

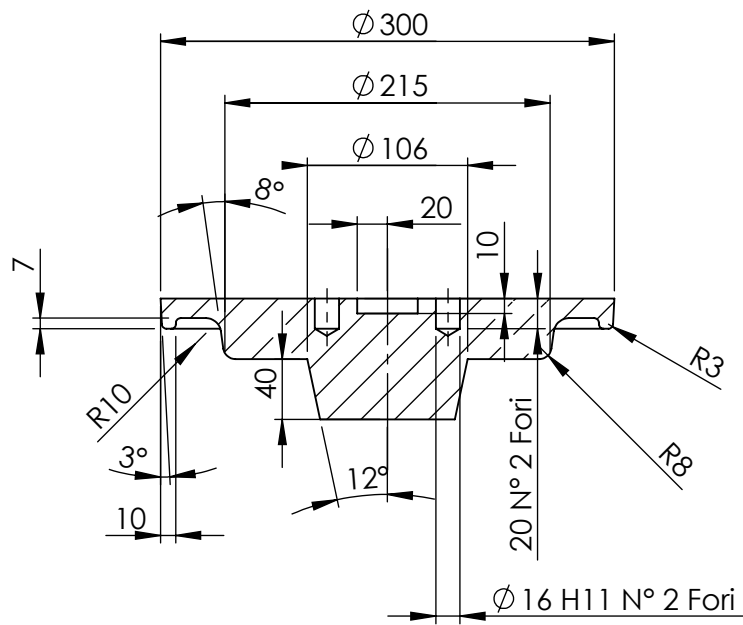
4.3.4 Disegno del tribolo per le casse d'anima

4.3.5 Disegno del pezzo finito

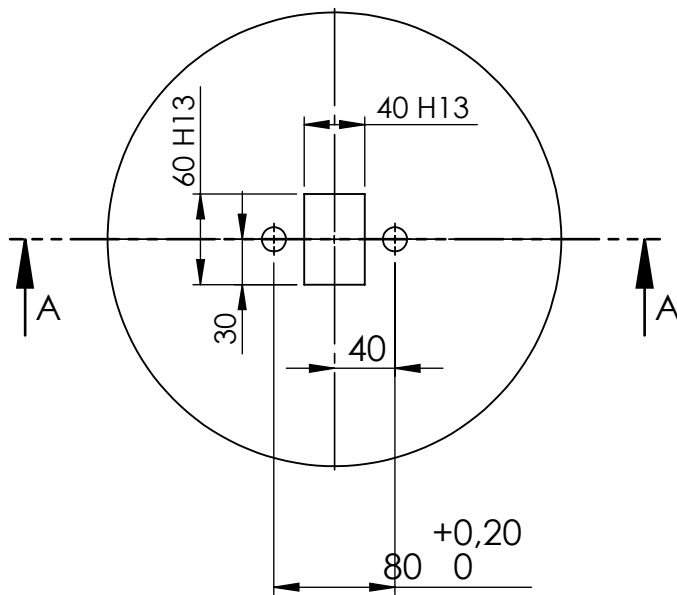
4.3.6 Galleria immagini

A-A

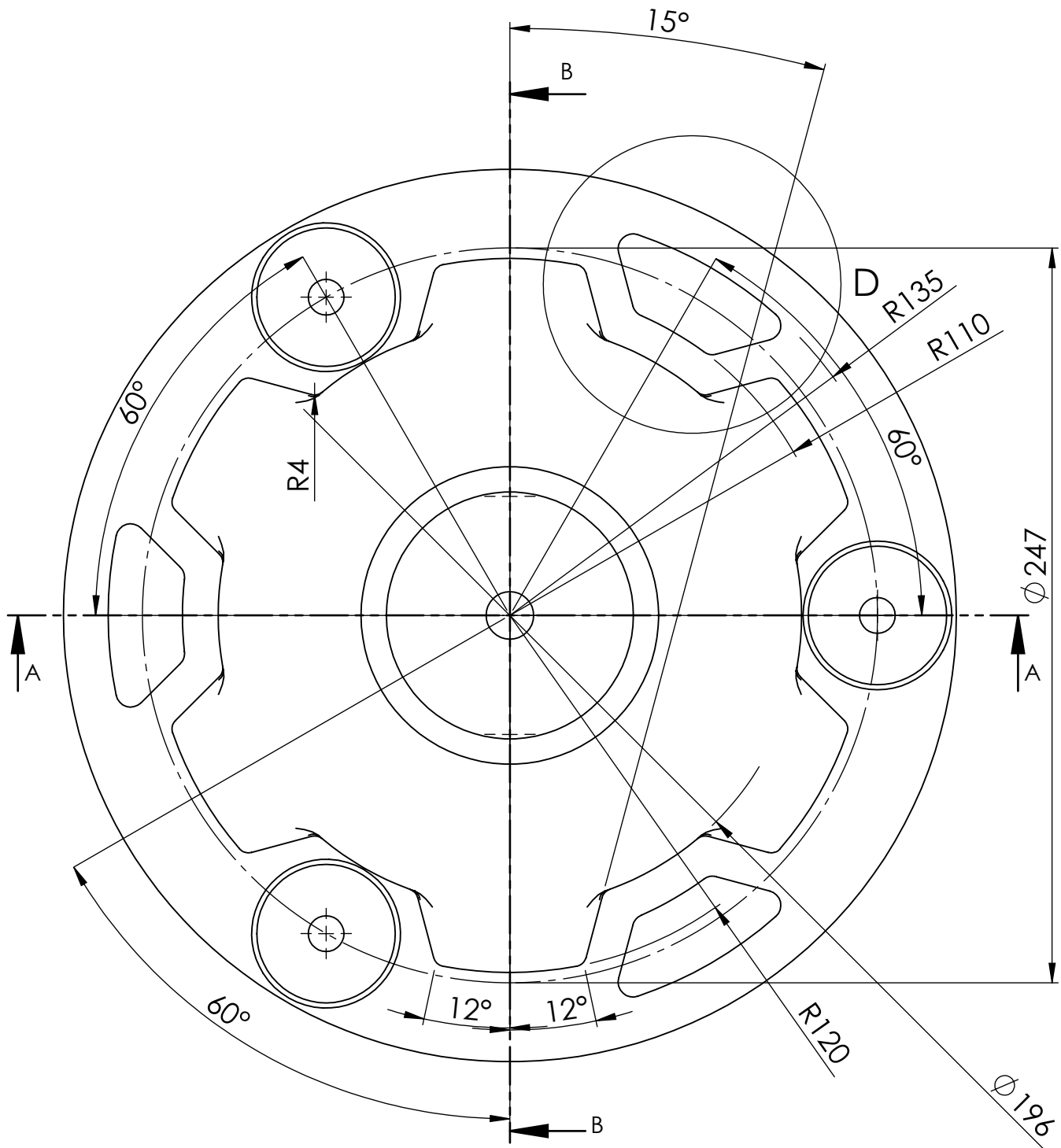




A-A

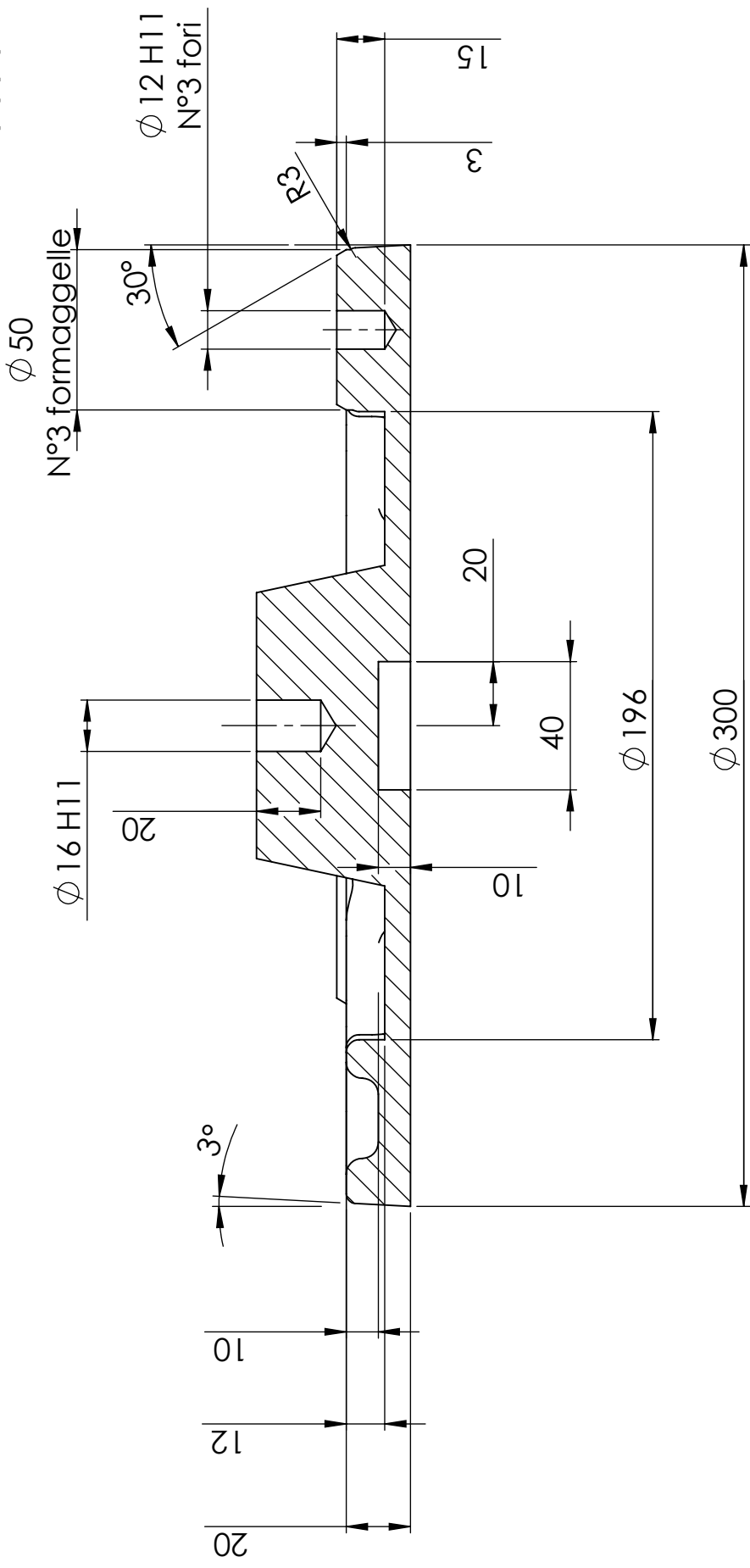


DESCRIZIONE: Semimodello Inferiore					
DISEGNO N°: F01			MATERIALE: Legno		
COMPLESSIVO: Modello					
MODIFICHE	DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE: Uni En 22768-m	RUGOS. GENER: 3,2/√
	...	...	...	AUTORE:	DATA:
	...	...	...	...	11/07/13
		SCALA: 1:5	FORMATO: A4	FOGLIO: 1 di 1	RACCORDI NON QUOTATI R3



DESCRIZIONE: Semimodello superiore					
DISEGNO N°: F02			MATERIALE: Legno		
GRUPPO: Modello					
MODIFICHE	DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE:	RUGOS. GENER: 3.2/√
	...	...	...	Uni En 22768-m	
	...	...	...	AUTORE:	DATA:
				...	11/07/13
		SCALA: 1:2	FORMATO: A4	FOGLIO: 1 di 3	RACCORDI NON QUOTATI R3

A-A



DESCRIZIONE: Semimodello superiore

DISEGNO N°:

F02

MATERIALE:

Legno

GRUPPO: Modello

DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE:	RUGOS. GENER:
...	Uni En 22768-m	3.2/
...	AUTORE:	DATA:
...	11/07/13



SCALA:

1:2

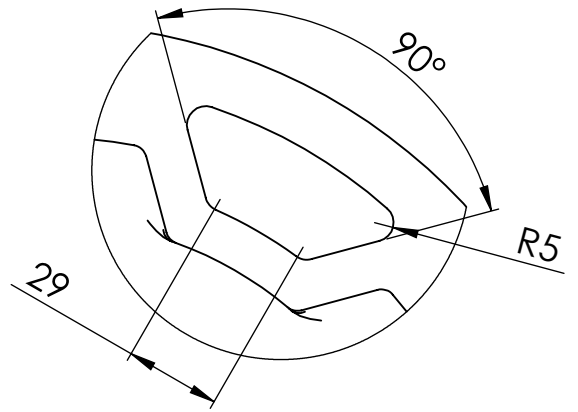
FORMATO:

A4

FOGLIO:

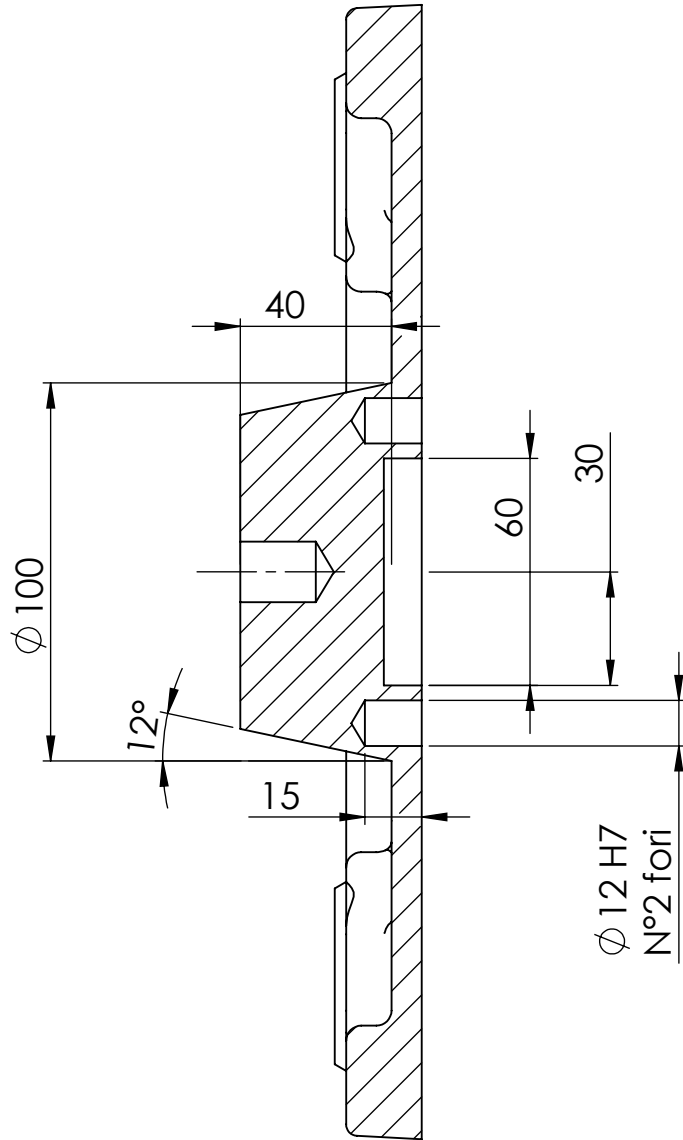
2 di 3

RACCORDI NON QUOTATI R3

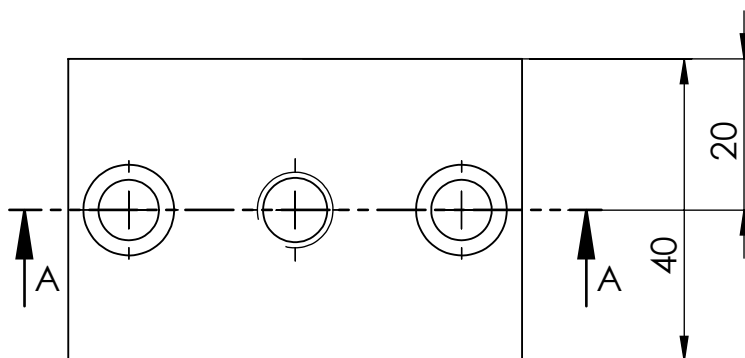
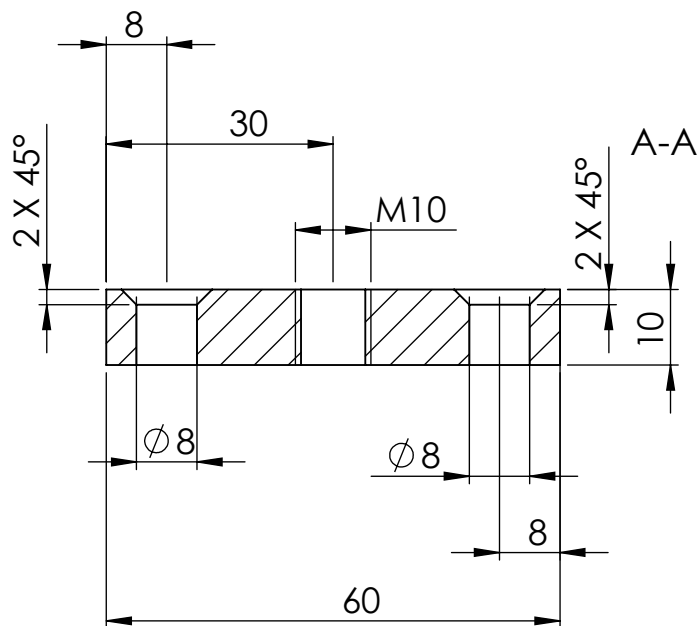


DETTAGLIO D

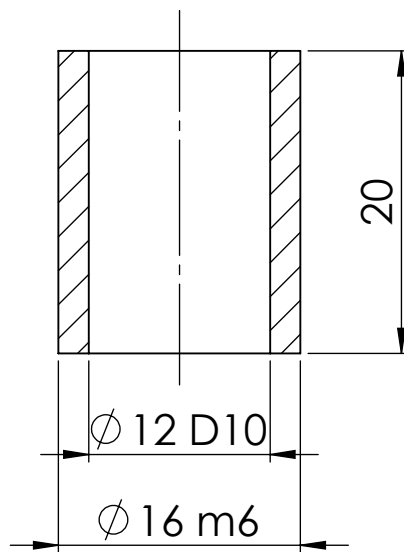
B-B



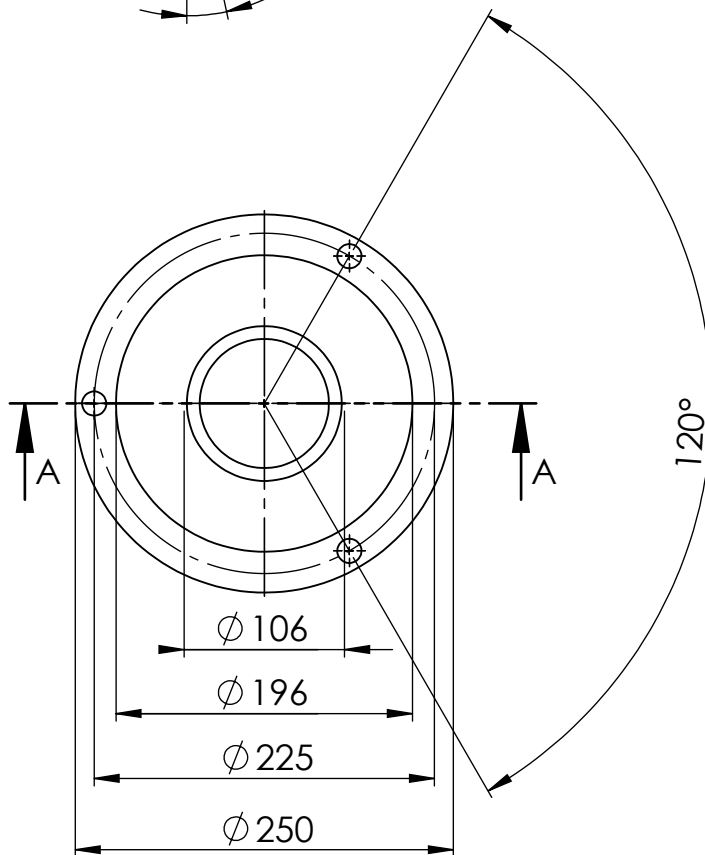
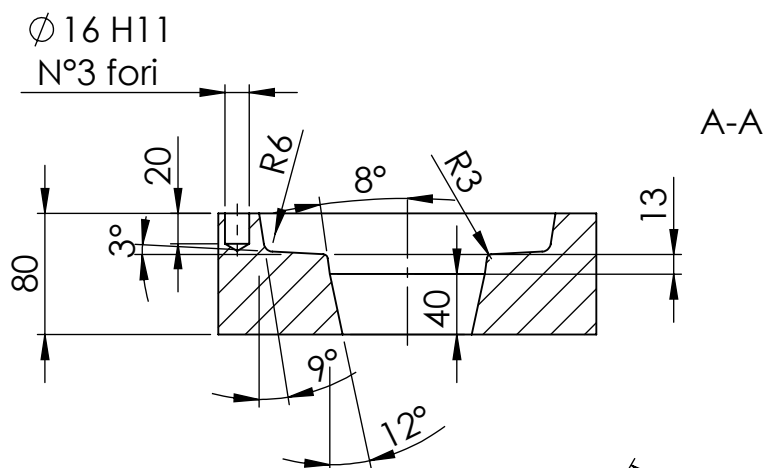
DESCRIZIONE: Semimodello superiore					
DISEGNO N°: F02				MATERIALE: Legno	
GRUPPO: Modello					
MODIFICHE	DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE:	RUGOS. GENER: 3.2/√
	...	...	...	Uni En 22768-m	
	...	...	...	AUTORE:	DATA: 11/07/13
		SCALA: 1:2	FORMATO: A4	FOGLIO: 3 di 3	RACCORDI NON QUOTATI R3



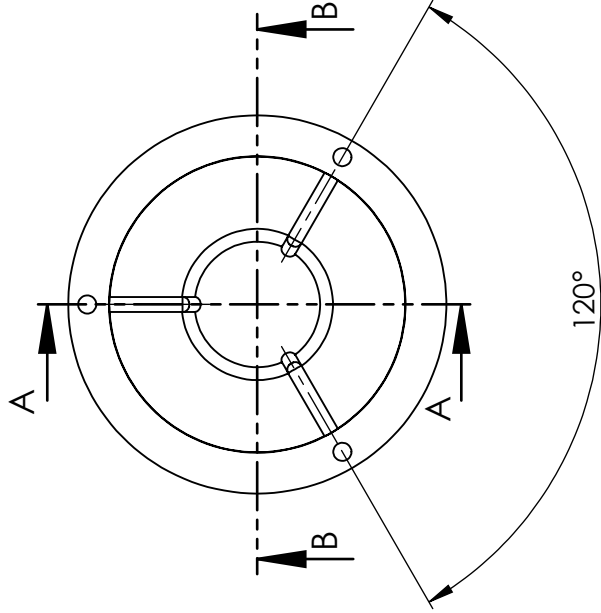
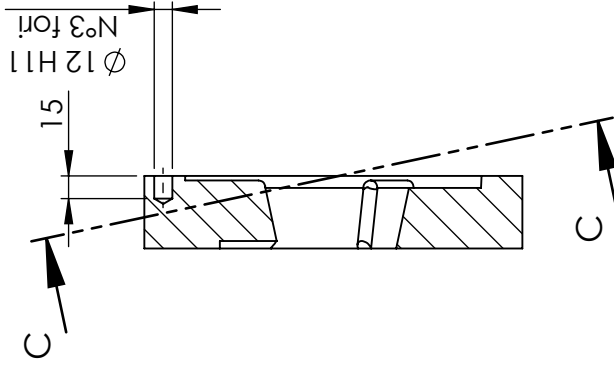
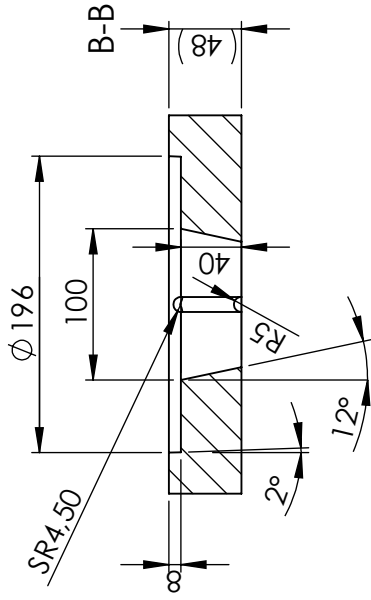
DESCRIZIONE: Piastrina di scampanatura					
DISEGNO N°: F03				MATERIALE: C10 UNI 5332	
GRUPPO: Modello					
MODIFICHE	DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE: Uni En 22768-m	RUGOS. GENER: 25 / ∇
	...	...	...	AUTORE:	DATA:
	...	...	...	...	11/07/13
		SCALA: 1:1	FORMATO: A4	FOGLIO: 1 di 1	ARCHIVIO: ...



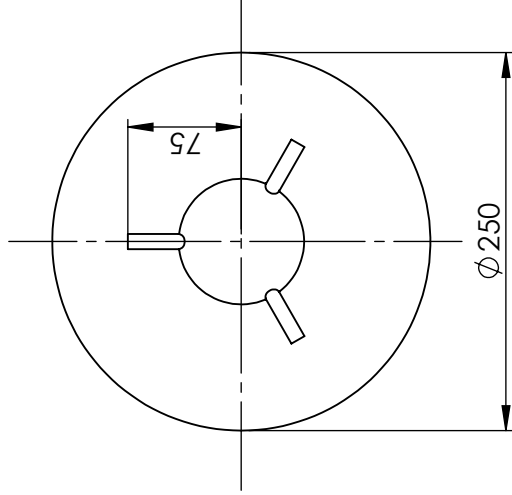
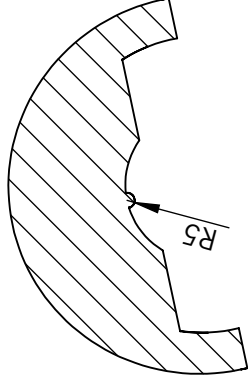
DESCRIZIONE: Boccola					
DISEGNO N°: F04				MATERIALE: C10 UNI 5332	
GRUPPO: Modello					
MODIFICHE	DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE:	RUGOS. GENER: 3.2/
	...	...	...	Uni En 22768-m	∇
	...	...	...	AUTORE:	DATA:
	...	...	...	...	11/07/13
		SCALA: 1:1	FORMATO: A4	FOGLIO: 1 di 1	RACCORDI NON QUOTATI R3



DESCRIZIONE: Cassa d'anima superiore					
DISEGNO N°: F05				MATERIALE: Legno	
GRUPPO: Modello					
MODIFICHE	DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE: Uni En 22768-m	RUGOS. GENER: 3.2/ ▽
	...	...	...	AUTORE:	DATA:
	...	...	...	...	11/07/13
		SCALA: 1:5	FORMATO: A4	FOGLIO: 1 di 1	ARCHIVIO: ...



C-C



DESCRIZIONE: **Cassa d'anima inferiore**

DISEGNO N°:

F06

MATERIALE:

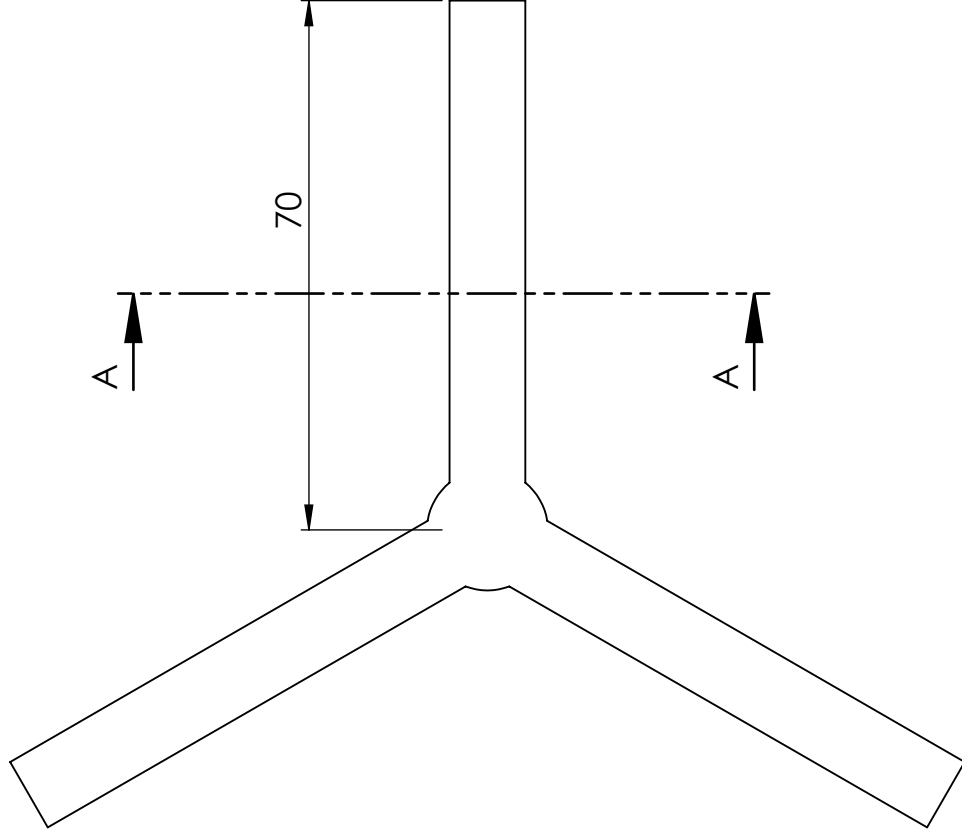
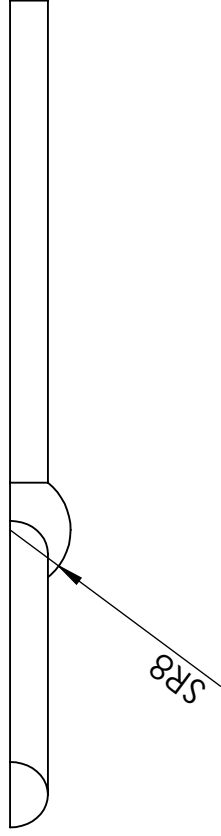
Legno

GRUPPO:

Modello

DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE:	RUGOS. GENE:
...	Uni En 22768-m	3.2 /
...	AUTORE:	DATA:
...	11/07/13
MODIFICHE		FOGLIO:	ARCHIVIO:	...
SCALA:		FORMATO:	...	
1:5		A4	1 di 1	





A-A



R5

DESCRIZIONE: Tribolo

DISEGNO N°:

F07

MATERIALE:

Legno

GRUPPO: Modello

DESCRIZIONE

MODIFICHE

TOLLERANZA GENERALE:

Uni En 22768-m

RUGOS. GENER:

3.2

DATA:

11/07/13

DATA

...

AUTORE

...

DATA

...

AUTORE

...

DATA

...



SCALA:

1:1

FORMATO:

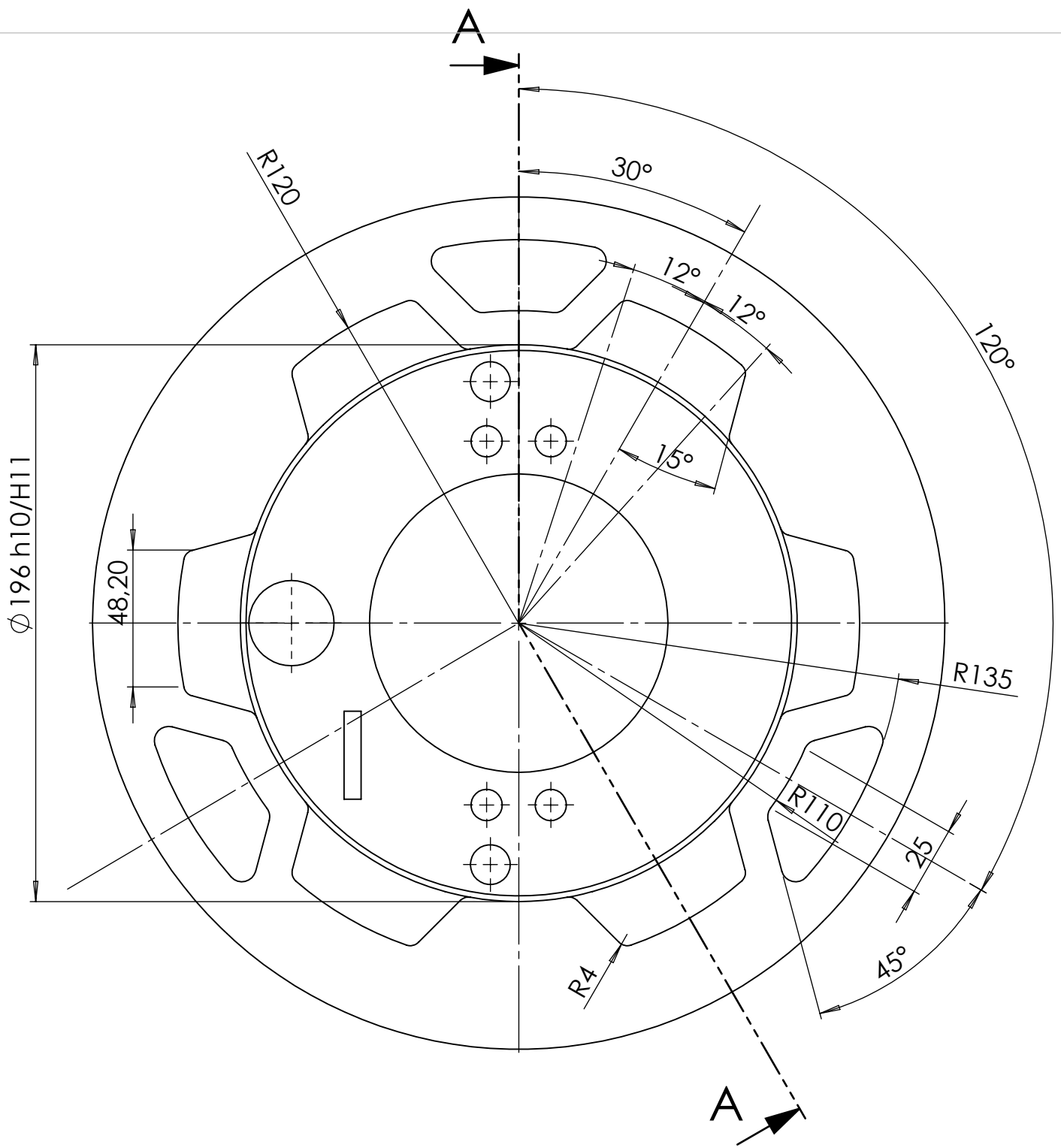
A4

FOGLIO:

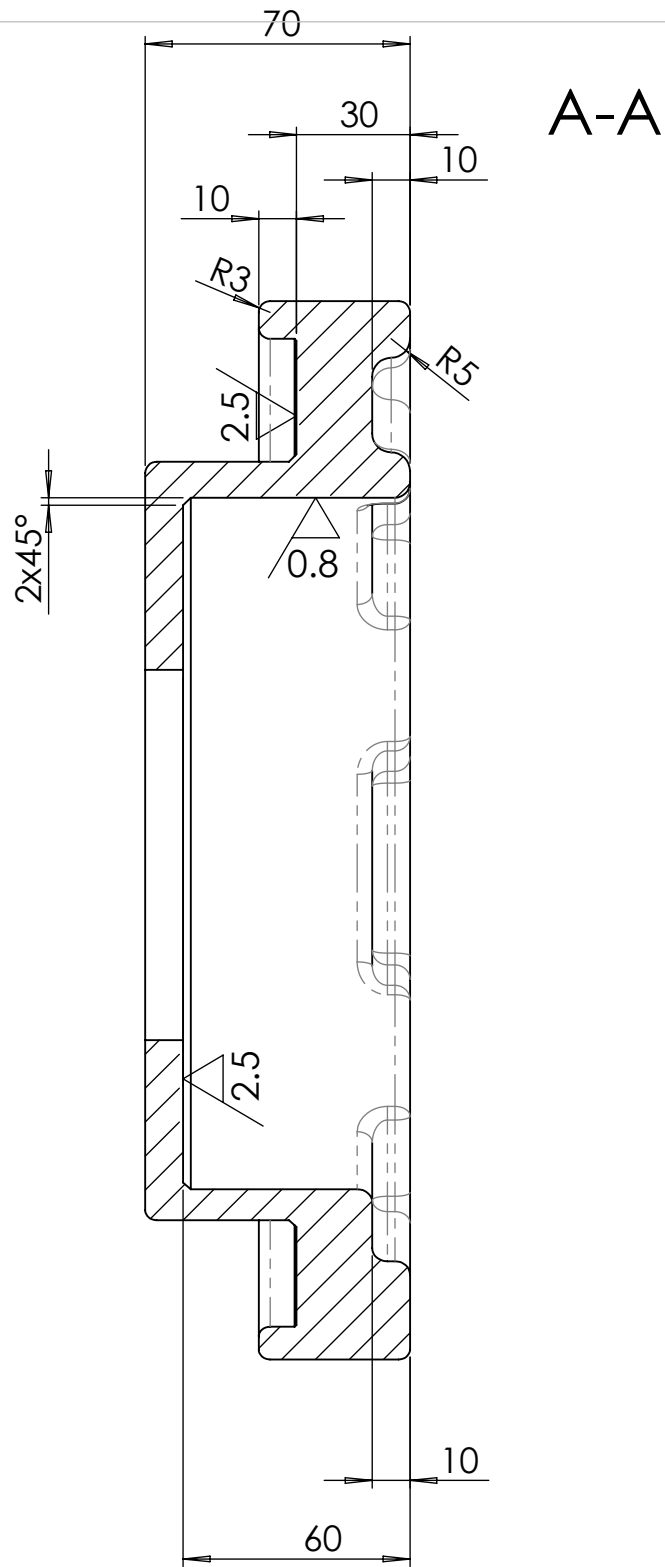
1 di 1

ARCHIVIO:

...



DESCRIZIONE: Disco d'ancoraggio					
PARTICOLARE N°: 1			MATERIALE: G 20		
COMPLESSIVO: Freno a tamburo					
MODIFICHE	DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE:	RUGOS. GENER: $\sqrt[0.8]{\sqrt[2.5]{\sqrt[1]{\dots}}}$
	...	...	...	Uni En 22768-m	
	...	...	...	AUTORE:	DATA:
/..
		SCALA: 1:2	FORMATO: A4	FOGLIO: 1 di 3	ARCHIVIO: ...



RACCORDI NON QUOTATI R3

DESCRIZIONE: Disco d'ancoraggio					
PARTICOLARE N°: 1				MATERIALE: G20	
COMPLESSIVO: Freno a tamburo					
MODIFICHE	DESCRIZIONE	AUTORE	DATA	TOLLERANZA GENERALE:	RUGOS. GENER: $\sqrt{\text{0.8} / \text{2.5}}$
	...	...	...	Uni En 22768-m	
	...	...	...	AUTORE:	DATA:
			/..
		SCALA: 1:2	FORMATO: A4	FOGLIO: 3 di 3	ARCHIVIO: ...

4 Disco per ancoraggio

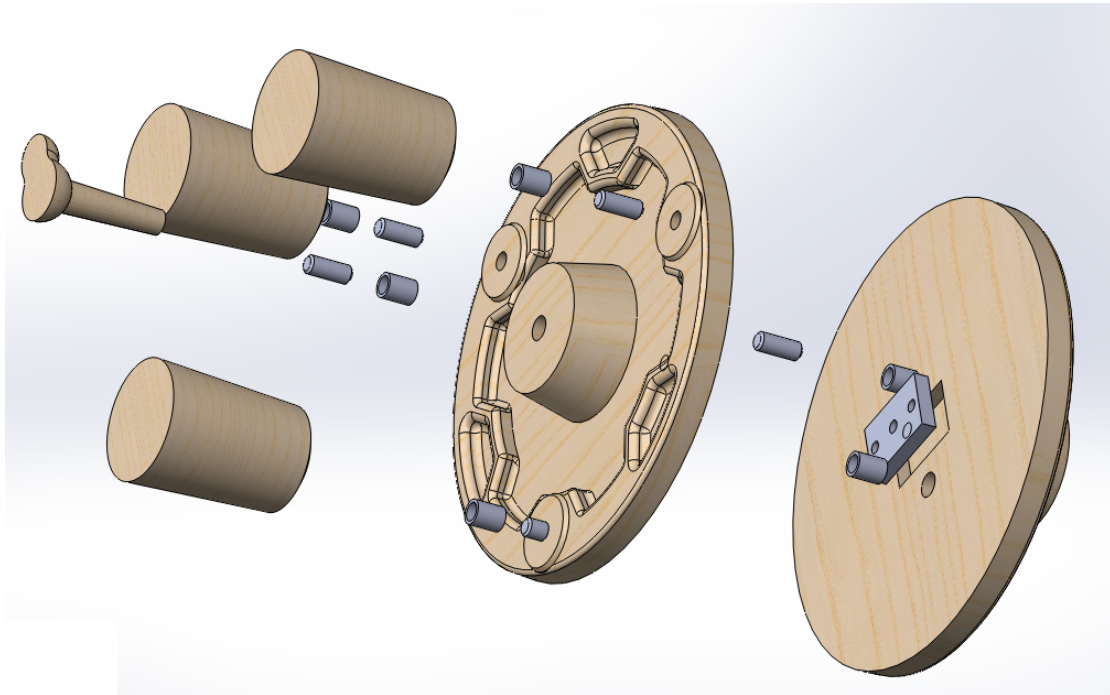


Figura 4.14: Esploso modello, vista dall'alto

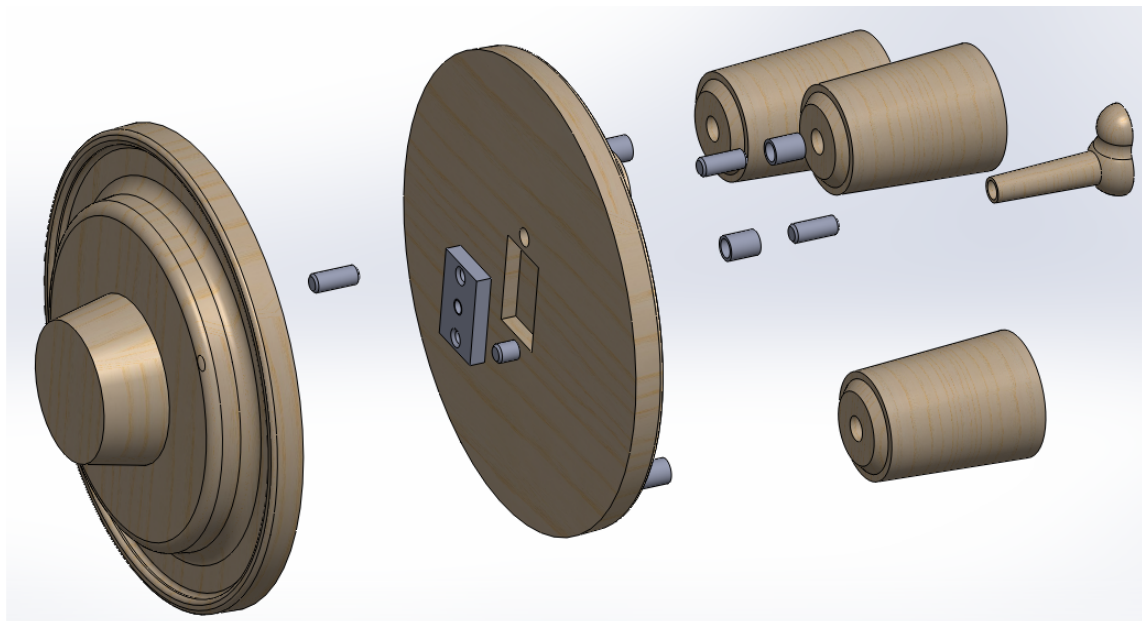


Figura 4.15: Esploso modello, vista dal basso

4 Disco per ancoraggio

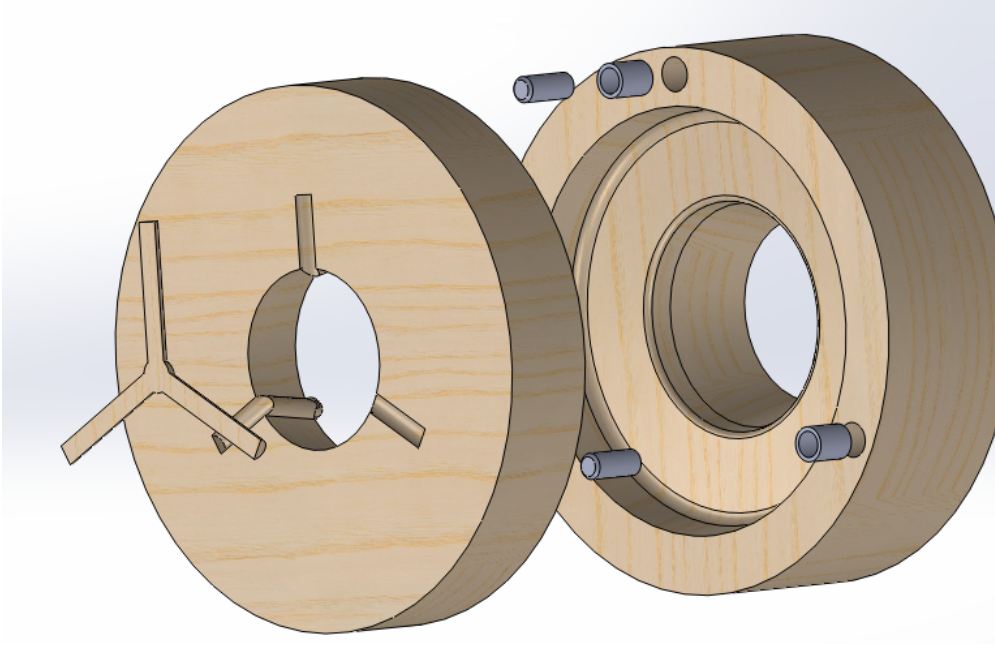


Figura 4.16: Esploso casse d'anima

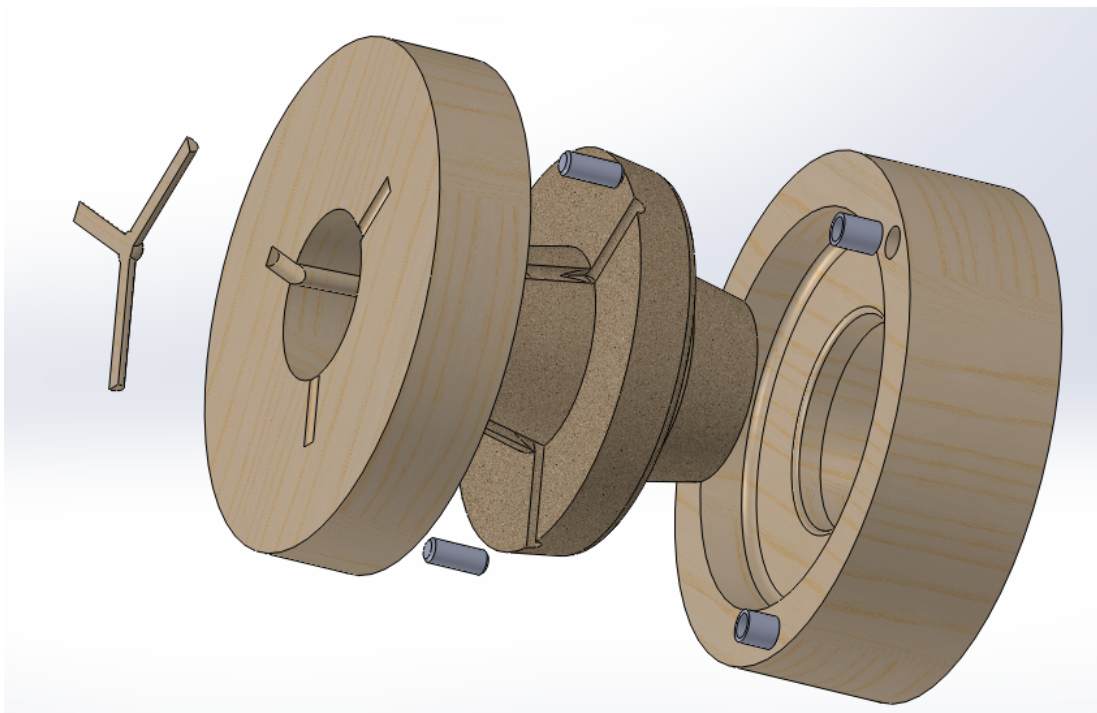


Figura 4.17: Esploso casse d'anima con anima

4 Disco per ancoraggio

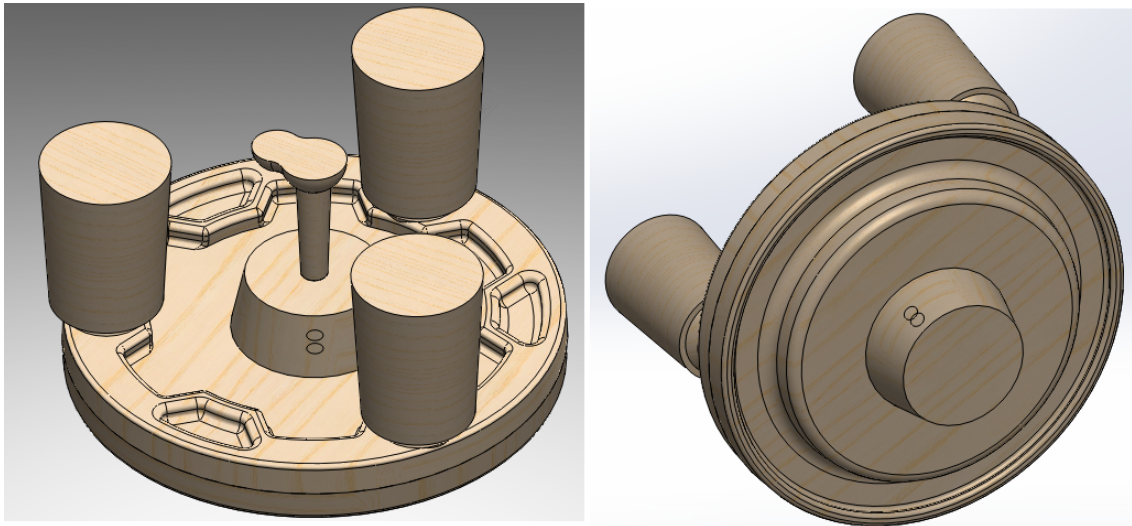


Figura 4.18: Modello montato

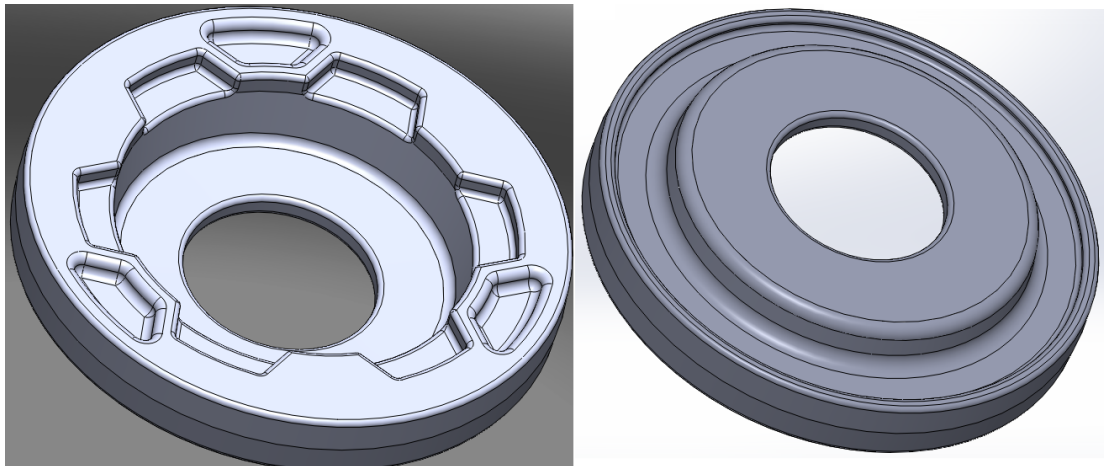
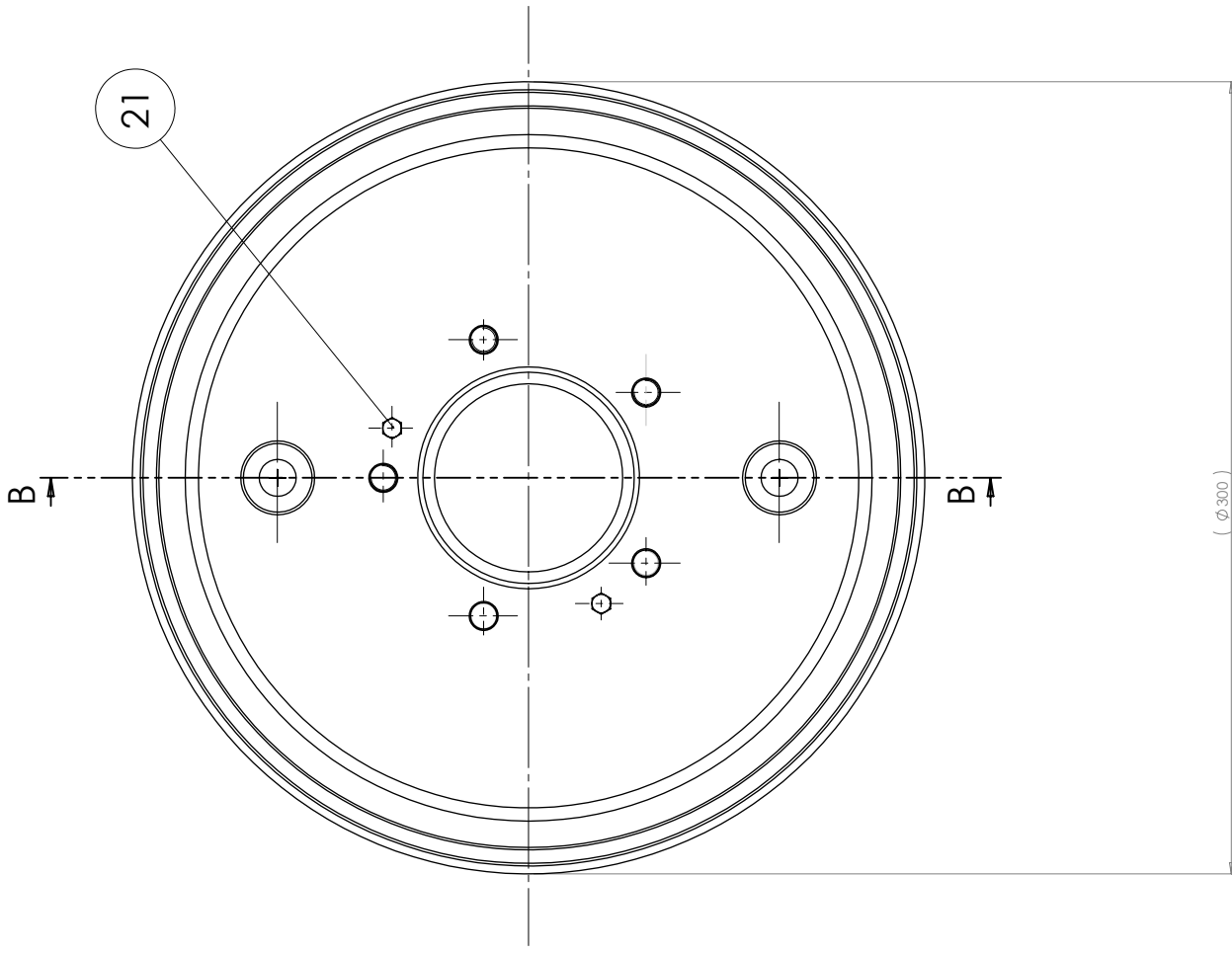
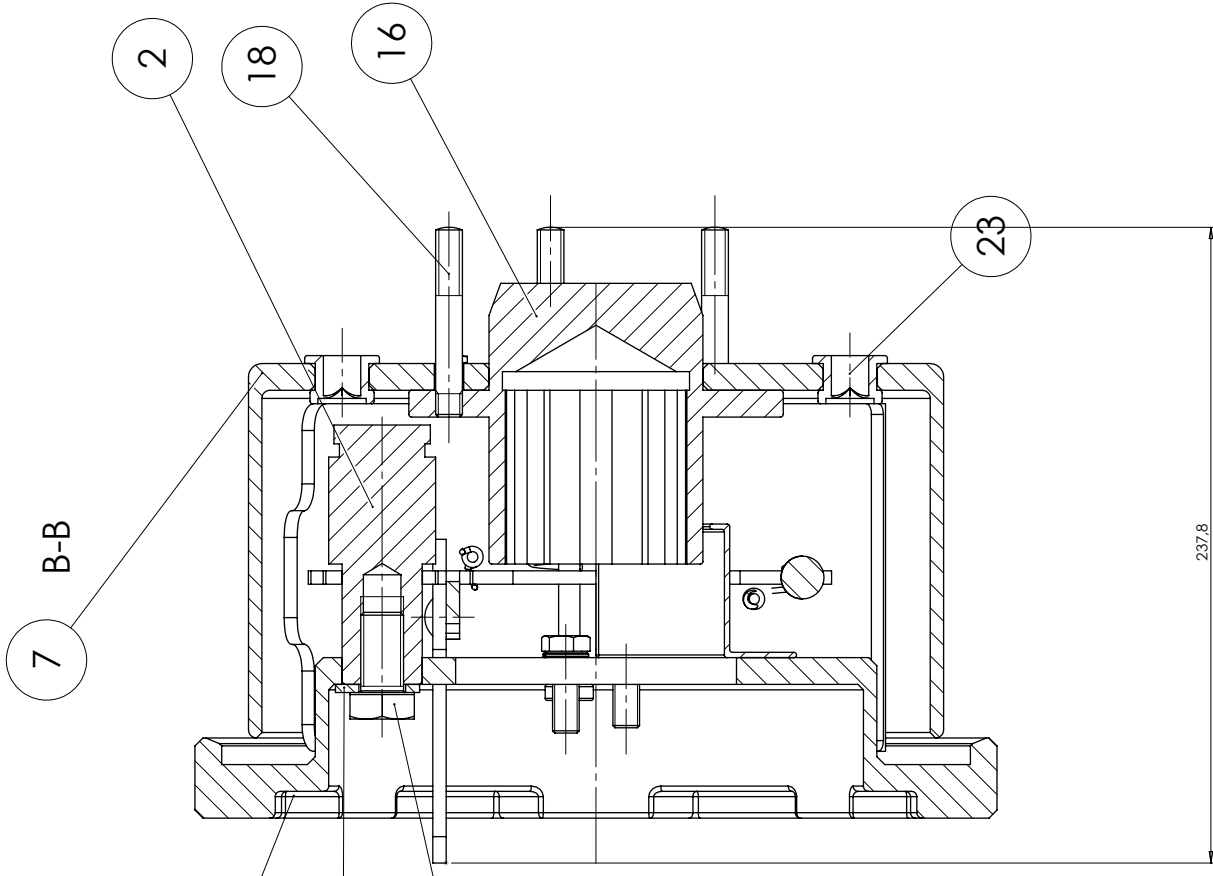


Figura 4.19: Grezzo di fusione

5 Appendici

5.1 Complessivo



5.2 Riferimenti bibliografici

- M.Santochi, F.Giusti: Tecnologia Meccanica e studi di fabbricazione, Casa Editrice Ambrosiana, Milano (edizione 2000)
- G. Dini: Elementi di programmazione delle macchine utensili a CN, Tipografia Editrice Pisana
- G. Carlo Barsotti, Sergio Barsali, Ugo Rosa: Lezioni di disegno di macchine, Editore San Marco Litotipo