

SOLUZIONE

La presente soluzione verrà redatta facendo riferimento al manuale:

Caligaris, Fava, Tomasello

Manuale di Meccanica (N.E)

Hoepli

Nella presente trattazione si cercherà di utilizzare il più possibile quanto messo a disposizione dai manuali e di semplificare al massimo la risoluzione.

PRIMA PARTE

Dimensionamento di massima del sistema Vite senza fine - Ruota coniugata e calcolo della potenza del motore

Non essendo agevole calcolare la forza di frantumazione necessaria, dato che non si conosce la forma dei coltelli ed è difficile modellizzare la resistenza meccanica alla frantumazione di un toner per stampate, si preferisce procedere in modo indiretto calcolando il massimo momento trasmissibile dalla dentatura, dati i parametri indicati dal tema ministeriale.

Facendo riferimento alla formula di Lewis applicata alla ruota dentata, si calcola il massimo momento torcente trasmissibile dalla ruota dentata.

Ipotizzando che il materiale scelto per la ruota dentata sia una lega di bronzo G CuAl 10 Fe 3 ($R_m=650 \text{ N/mm}^2$), $V=1 \text{ m/s}$, $\lambda=10$ e $y=0,395$ (tab. I-89) si calcola il massimo momento torcente trasmissibile dalla ruota dentata:

$$M_{tr}=(m_n^3 \cdot \lambda \cdot \sigma_{amm} \cdot y \cdot z)/(2 \cdot \cos\beta)=(7^3 \cdot 10 \cdot 104 \cdot 0,395 \cdot 42)/(2 \cdot \cos 6)=2.975.291 \text{ Nmm}.$$

Essendo la velocità periferica inferiore a 1 m/s , non è necessario fare ulteriori considerazioni sulla resistenza della ruota dentata.

Si calcola il rendimento della coppia vite-ruota: $\eta_v=[\tan\beta/\tan(\beta+\phi)]=0,75$ e quindi, considerando un rendimento dei cuscinetti pari a $0,97$, si ottiene un rendimento della trasmissione pari a $0,72$.

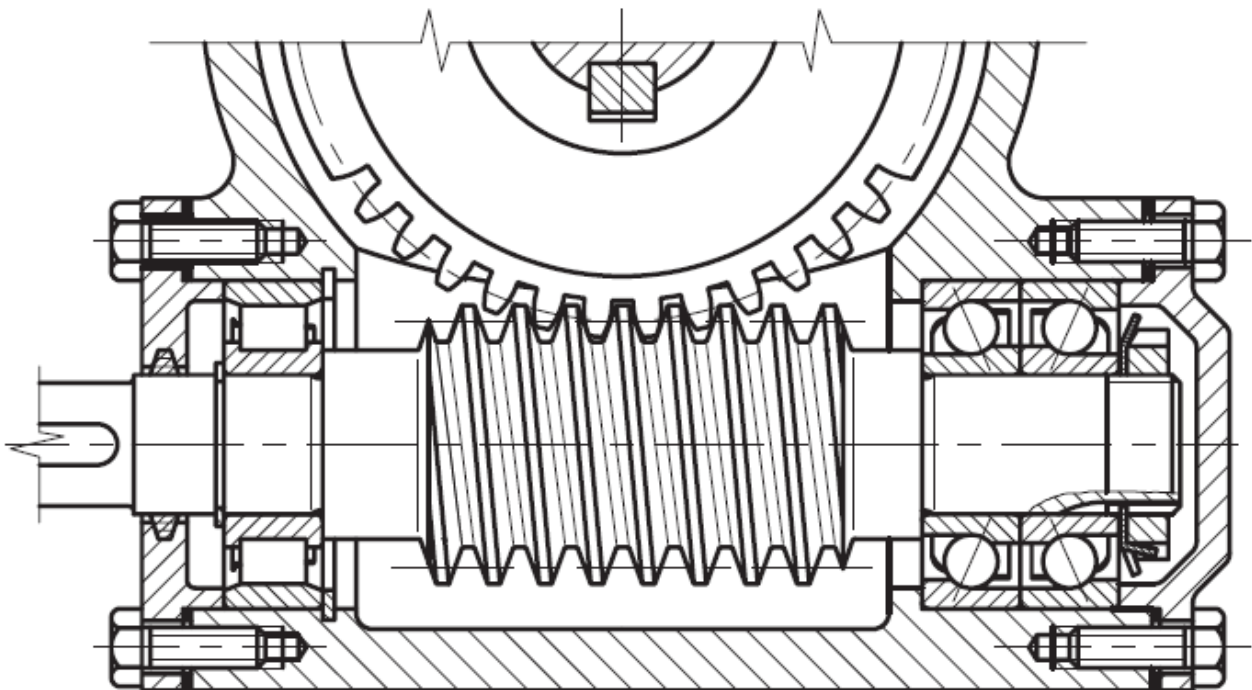
Si può calcolare il momento torcente agente sulla vite senza fine. Dato che la vite senza fine ha un solo principio, il rapporto di ingranamento diventa $u=42$, di conseguenza si ottiene: $M_{tv}=M_{tr}/\eta \cdot u=98.389 \text{ Nmm}$.

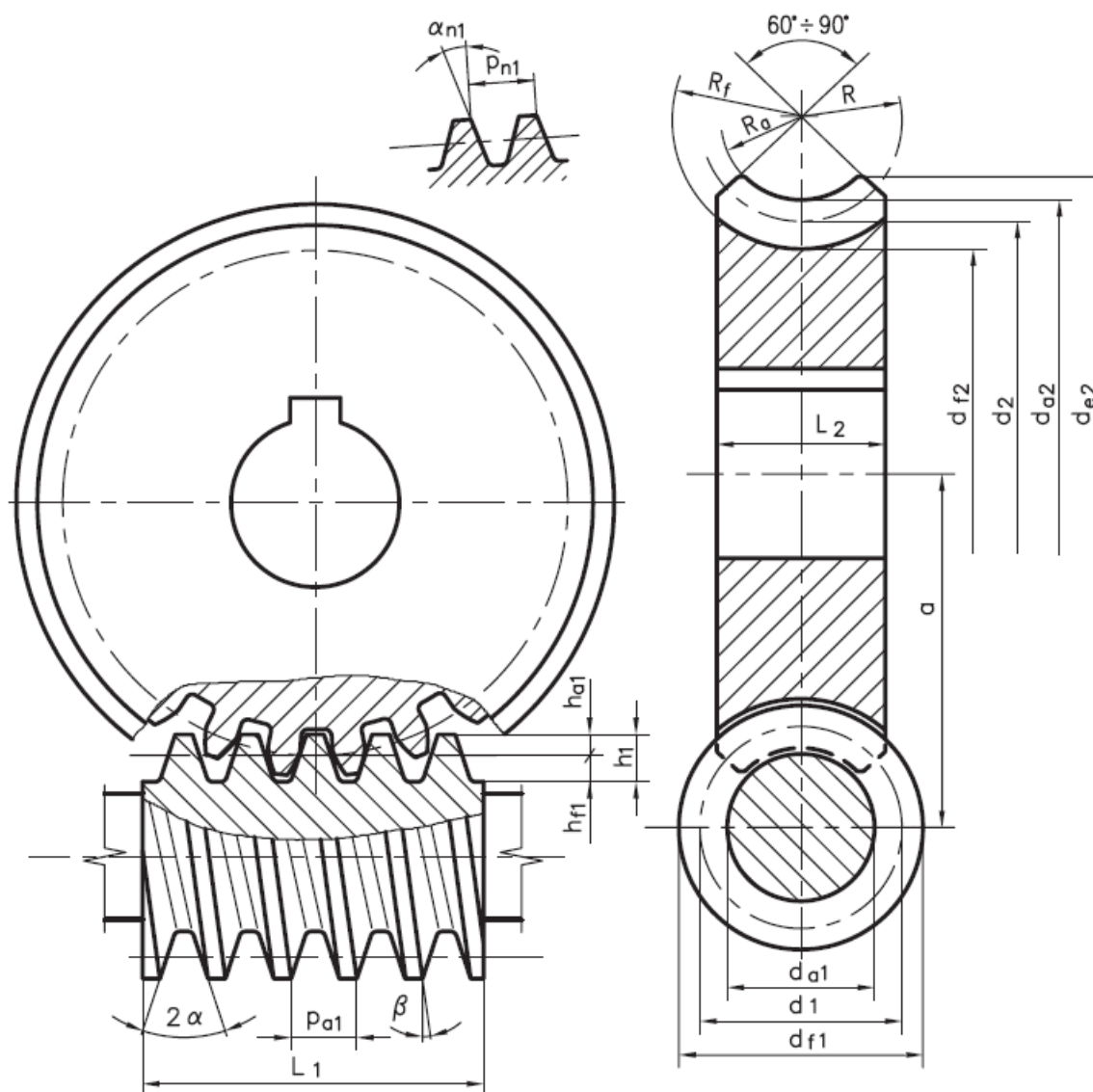
La potenza richiesta al motore può essere semplicemente calcolata con:

$P=M_{tv} \cdot \omega=98389 \cdot 131,9=12.975 \text{ W} \sim 13 \text{ kW}$, essendo $\omega=(2 \cdot \pi \cdot n)/60=131,9 \text{ rad/s}$.

Da una prima analisi, la potenza e i momenti torcenti in gioco, potrebbero sembrare elevati visto che il sistema deve frantumare dei toner usati costituiti soprattutto da plastica. Tuttavia va considerato che: la forma stessa dei toner è piuttosto rigida, sono presenti anche elementi di metallo e la tramoggia fa confluire più toner insieme e quindi tutti questi fattori fanno aumentare di molto la forza necessaria per garantire un funzionamento continuo della macchina anche a vario carico.

Si prende come riferimento progettuale l'assieme seguente e si procede ora al proporzionamento del sistema come da tabella allegata e figura I-107.





	Ruota		Vite	
moduli trasversali	m_{t2}	7,04 mm	m_{t1}	67 mm
moduli assiali	m_{a2}	67 mm	m_{a1}	7,04 mm
passi trasversali	p_{t2}	22,1 mm	p_{t1}	210 mm
passi assiali	p_{a2}	210 mm	p_{a1}	22,1 mm
diametri primitivi	d_2	295,7 mm	d_1	67 mm
diametri di testa	d_{a2}	302,7 mm	d_{a1}	81 mm
diametri di piede	d_{f2}	286,9 mm	d_{f1}	58,25 mm
addendum e dedendum	h_a	7 mm	h_f	8,75 mm
larghezza dentatura	L_2	70 mm	L_1	110,5 mm
Angolo di pressione	α	20°		

Per il calcolo della lunghezza della vite senza fine vanno fatte delle considerazioni: il testo impone 15 volte il modulo, pari a 105 mm. Tale misura corrisponde a 4,75 passi. Approssimando a 5 passi, si ottiene una lunghezza della dentatura della vite pari a 110,5 mm.

Per il corretto disegno della ruota dentata, occorre effettuare il dimensionamento di massima dell'albero che metta in rotazione i coltelli frantumatori.

Ipotizzando un acciaio legato bonificato con $R_m=1000 \text{ N/mm}^2$ e procedendo a un dimensionamento a sola torsione con coefficiente di sicurezza elevato (non è possibile effettuare l'analisi tensionale dell'albero in quanto non è conosciuta la geometria della tramoggia), si ottiene in prima approssimazione un diametro di 59 mm.

Inserendo per il calettamento una linguetta di 20x12x63, si può maggiore il diametro dell'albero a 68 mm.

In allegato i disegni della ruota dentata e della vite senza fine.

Ciclo di lavorazione della vite senza fine

<u>FASE</u>	<u>LAVORAZIONE</u>	<u>MACCHINA</u>	<u>UTENSILI</u>
10	Taglio spezzone $\Phi 85$ x 360	Seghetto a disco	Sega 250 x 3
20	Sfacciatura e centratura	Tornio	Utensile 16 x 16 Center Type A UNI 3220 -74
30	Sgrossatura $\Phi 82$ x 180 Finitura $\Phi 81$ x 180	Tornio	Coroturn TR-VB1312-F Coroturn TR-C4-D13JCL-27050 Calibro 1/50
40	Sgrossatura $\Phi 52$ x 69.5 Finitura $\Phi 50$ x 69.5	Tornio	Coroturn TR-VB1312-F Coroturn TR-C4-D13JCL-27050 Calibro 1/50
50	Esecuzione cava anello elastico	Tornio	Corocut N123E2-0224-0002-GF 1105
60	Girare il pezzo		
70	Sgrossatura $\Phi 52$ x 175 Finitura $\Phi 50$ x 175	Tornio	Coroturn TR-VB1312-F Coroturn TR-C4-D13JCL-27050 Calibro 1/50
80	Esecuzione cava anello elastico	Tornio	Corocut N123E2-0224-0002-GF 1105
90	Esecuzione principio vite senza fine	Tornio	Coro Tread 266RFG-1616-16
100	Cava per linguetta	Fresatrice	Fresa a disco R331.32C-080Q27EM
110	Rettifica del principio	Rettificatrice	
120	Controllo dimensionale		Micrometro

SECONDA PARTE

Quesito n. 1

Essendo la lunghezza totale della vite pari a 355 mm, si considera per il taglio una perdita di 5 mm a pezzo. La lunghezza quindi per il calcolo del fabbisogno diventa 360 mm.

Ipotizzando l'utilizzo di barre commerciali da 6000 mm (alle quali vanno comunque asportati circa 25 mm alle estremità perché inutilizzabili), per ogni barra è possibile fabbricare $5975/360=16,6$ pezzi e quindi 16 pezzi completi.

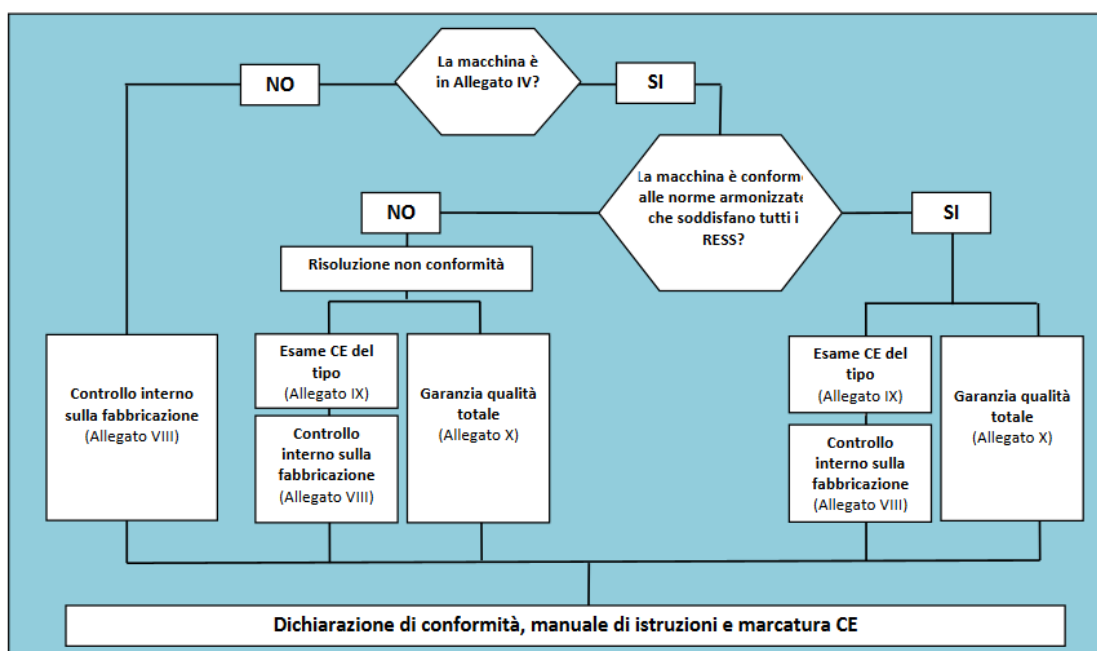
Per ogni barra si perdono circa 320 mm di materiale (compresi i 25 millimetri iniziali).

Considerando la produzione con tornio semiautomatico, i 150 pezzi richiedono $150/16=9,375$ barre (con la frazione di barra si fabbricano 6 viti), da approssimare a 10 barre. Lo spezzone che avanza può essere utilizzato per altri lotti (ipotesi più conservativa) o considerato sfrido. Nel caso più conservativo lo sfrido totale diventa $320*9+5*6+25=2935$ mm di barra.

Considerando la produzione con tornio parallelo, i 50 pezzi richiedono $50/16=3,125$ barre (con la frazione di barra si fabbricano 2 viti), da approssimare a 4 barre. Lo spezzone che avanza può essere utilizzato per altri lotti o considerato sfrido. Nel caso più conservativo lo sfrido totale diventa $320*3+2*5+25=995$ mm di barra.

Quesito n. 2

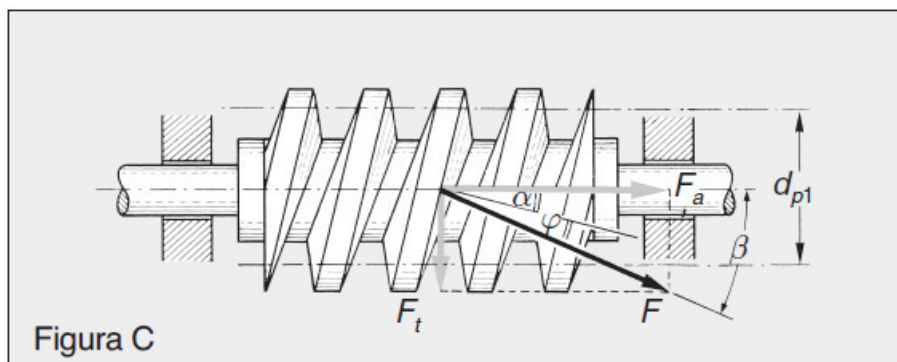
L'iter da seguire per poter ottenere la certificazione CE è indicato nel seguente diagramma di flusso:



La direttiva prevede le seguenti distinzioni sostanziali:

- macchine incluse nell'Allegato IV (ritenute particolarmente pericolose): è previsto l'intervento dell'Organismo Notificato;
- macchine non rientranti nell'Allegato IV: non è previsto l'intervento dell'Organismo Notificato. È comunque possibile per un Costruttore di macchine, siano esse o meno appartenenti all'Allegato IV, sottoporre volontariamente ad un Organismo Notificato il prodotto per ottenere un Attestato di Rispondenza o un Attestato di Approvazione. Il costruttore verificata l'appartenenza del prodotto o meno all'Allegato IV potrà scegliere il percorso certificativo, secondo una delle procedure ammesse dalla direttiva. Nell'ambito delle procedure di certificazione, gli Allegati IX e X sono gli unici che richiedono l'intervento di un Organismo Notificato (Notified Body). Il ruolo dell'Organismo può essere così sinteticamente riassunto:
- Allegato IX (modulo B) ovvero esame di tipo: l'Organismo esamina e valuta la documentazione, verifica che il tipo sia stato fabbricato secondo la documentazione; svolge o fa svolgere le prove necessarie.
- Allegato X (modulo H): l'Organismo esegue una verifica del sistema di qualità adottato dal Costruttore per stabilire se esso risponde ai requisiti previsti.

Quesito n. 3



Riguardo al materiale il testo ministeriale indica un acciaio bonificato, si può quindi ipotizzare l'uso di un acciaio C60 ($R_m=800 \text{ N/mm}^2$).

La forza di contatto F tra vite e ruota dentata può essere scomposta in tre componenti: F_r (radiale), F_a (assiale), e S (dovuta all'angolo di pressione dell'evolvente).

$$F=2 \cdot M_{tv}/d_1=2 \cdot 98389/67=2937 \text{ N},$$

$$F_t=F \cdot \cos(\alpha+\varphi)=2908 \text{ N}$$

$$F_a=F \cdot \sin(\alpha+\varphi)=409 \text{ N}$$

$$S=F \cdot \tan \alpha=1069 \text{ N}.$$

Ognuno produrrà dei momenti flettenti:

$$F_t \rightarrow M_{t1}=145400 \text{ Nmm}$$

$$F_a \rightarrow M_{t2}= 98389 \text{ Nmm}$$

$$S \rightarrow M_{t3}= 53449 \text{ Nmm}.$$

Sommando i due momenti coassiali M_{f1} e M_{f2} , si ottiene un momento $M_f'=243789 \text{ Nmm}$.

Questo momento va composto con il perpendicolare M_{f3} tramite il teorema di Pitagora e si ottiene: $M_f=249579 \text{ Nmm}$.

Il nucleo è sollecitato anche dal momento torcente M_{tv} quindi il momento flettente ideale risulta: $M_{fid}=263724 \text{ Nmm}$.

Il modulo di resistenza a flessione del nucleo è $W_{fv}=19394 \text{ mm}^3$.

La tensione ideale conseguente diventa: $\sigma_{id}=263724/19394=13,6 \text{ N/mm}^2$, abbastanza esigua da non richiedere confronti.

Quesito n. 4

Si richiede di calcolare la forza massima di lacerazione dei coltelli. L'ultima parte del testo non è chiarissimo: si è interpretato che la lunghezza dei coltelli per la quale si ha la massima efficienza di lacerazione, è pari a 1/3 del diametro della ruota dentata e quindi 98,6 mm.

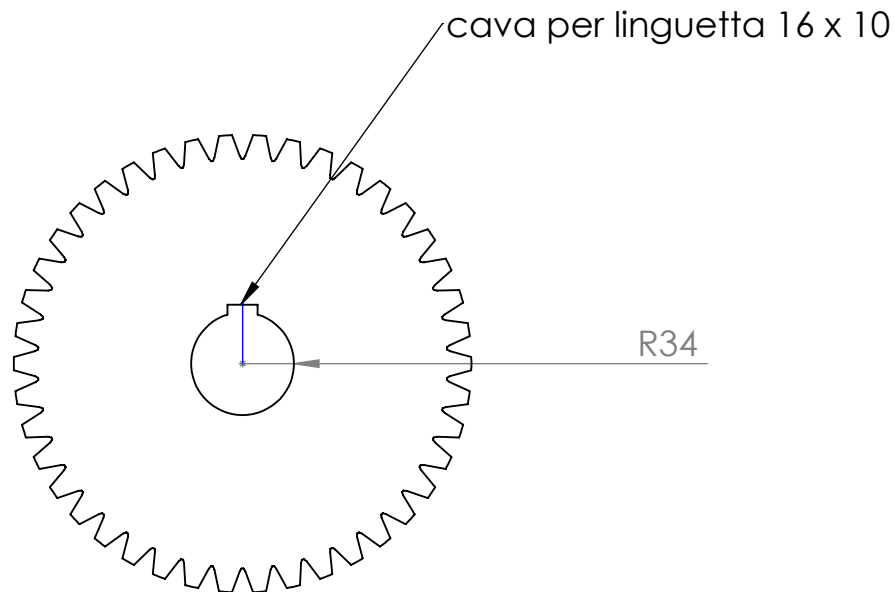
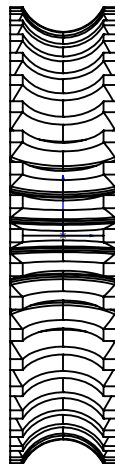
Essendo il momento torcente uscente dall'albero della ruota dentata pari a circa 2975 Nm e ipotizzando un rendimento della trasmissione ruota-coltelli pari all'85% (considerando attriti e trasmissione a catena) si ottiene un momento torcente agente sui coltelli pari a circa 2530 Nm.

La forza di lacerazione può essere quindi approssimata a $F=2530/0,0986=25.659 \text{ N}$.

Prof. Alberto Ariotti e Prof. Alessandro Bacigalupo (IIS "Natta-Deambrosis" di Sestri Levante)

B

	Ruota	
moduli trasversali	m_{t2}	7,04 mm
moduli assiali	m_{a2}	67 mm
passi trasversali	p_{t2}	22,1 mm
passi assiali	p_{a2}	210 mm
diametri primitivi	d_2	295,7 mm
diametri di testa	d_{a2}	302,7 mm
diametri di piede	d_{f2}	286,9 mm
addendum e dedendum	h_a	7 mm
larghezza dentatura	L_2	70 mm
Angolo di pressione	α	20°



B

A

PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL
THE INFORMATION CONTAINED IN THIS DRAWING IS THE SOLE PROPERTY OF <INSERT COMPANY NAME HERE>. ANY REPRODUCTION IN PART OR AS A WHOLE WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF <INSERT COMPANY NAME HERE> IS PROHIBITED.

		UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:		NAME	DATE	IIS Natta Deambrosis		
		DIMENSIONS ARE IN INCHES		DRAWN		TITLE: RUOTA DENTATA		
		TOLERANCES:		CHECKED				
		FRACTIONAL \pm		ENG APPR.				
		ANGULAR: MACH \pm BEND \pm		MFG APPR.				
		TWO PLACE DECIMAL \pm		Q.A.				
		THREE PLACE DECIMAL \pm		COMMENTS:				
		INTERPRET GEOMETRIC TOLERANCING PER:				SIZE	DWG. NO.	REV
		MATERIAL				A		
	NEXT ASSY	USED ON	FINISH			SCALE: 1:10		
	APPLICATION		DO NOT SCALE DRAWING			SHEET 1 OF 1		

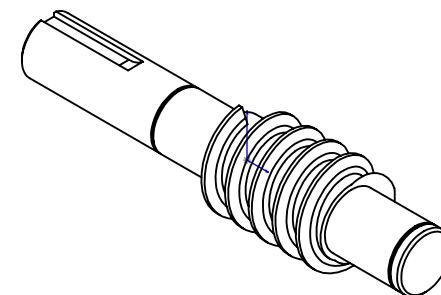
A

2

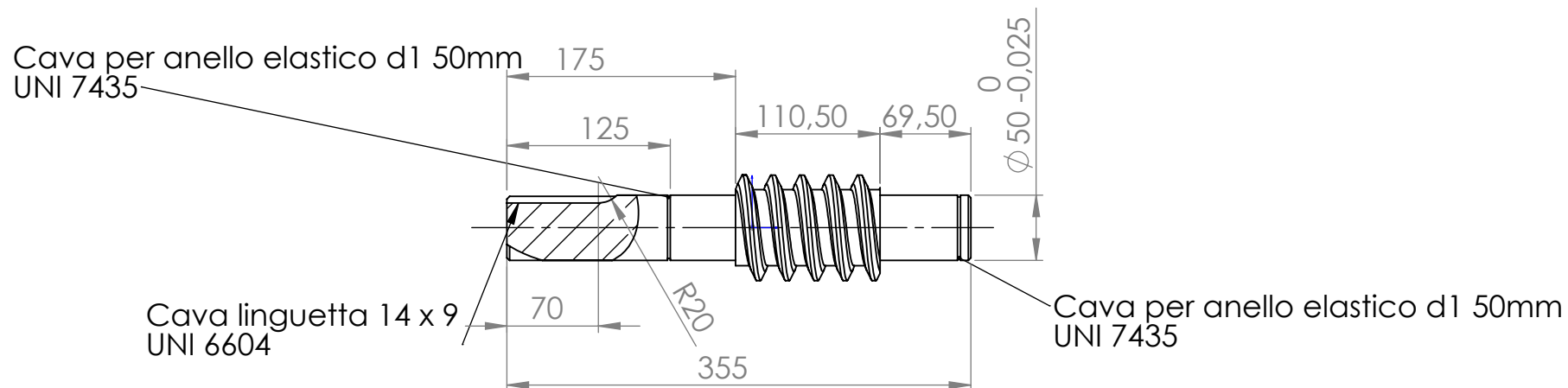
1

B

Vite		
moduli trasversali	m_1	67 mm
moduli assiali	m_{a1}	7,04 mm
passi trasversali	p_1	210 mm
passi assiali	p_{a1}	22,1 mm
diametri primitivi	d_1	67 mm
diametri di testa	d_{a1}	81 mm
diametri di piede	d_f	58,25 mm
addendum e dedendum	h	8,75 mm
larghezza dentatura	L_1	110,5 mm
Angolo di pressione		



B



A

A

PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL
THE INFORMATION CONTAINED IN THIS
DRAWING IS THE SOLE PROPERTY OF
<INSERT COMPANY NAME HERE>. ANY
REPRODUCTION IN PART OR AS A WHOLE
WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF
<INSERT COMPANY NAME HERE> IS
PROHIBITED.

		UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:		NAME	DATE	IIS NattaDeambrosis		
		DIMENSIONS ARE IN INCHES TOLERANCES: FRACTIONAL ± ANGULAR: MACH ± BEND ± TWO PLACE DECIMAL ± THREE PLACE DECIMAL ±	DRAWN			TITLE: VITE SENZA FINE		
			CHECKED					
			ENG APPR.					
			MFG APPR.					
		INTERPRET GEOMETRIC TOLERANCING PER:	Q.A.			DWG. NO.		
		MATERIAL	COMMENTS:					
NEXT ASSY	USED ON	FINISH						
APPLICATION		DO NOT SCALE DRAWING				SCALE: 1:5		

2

1