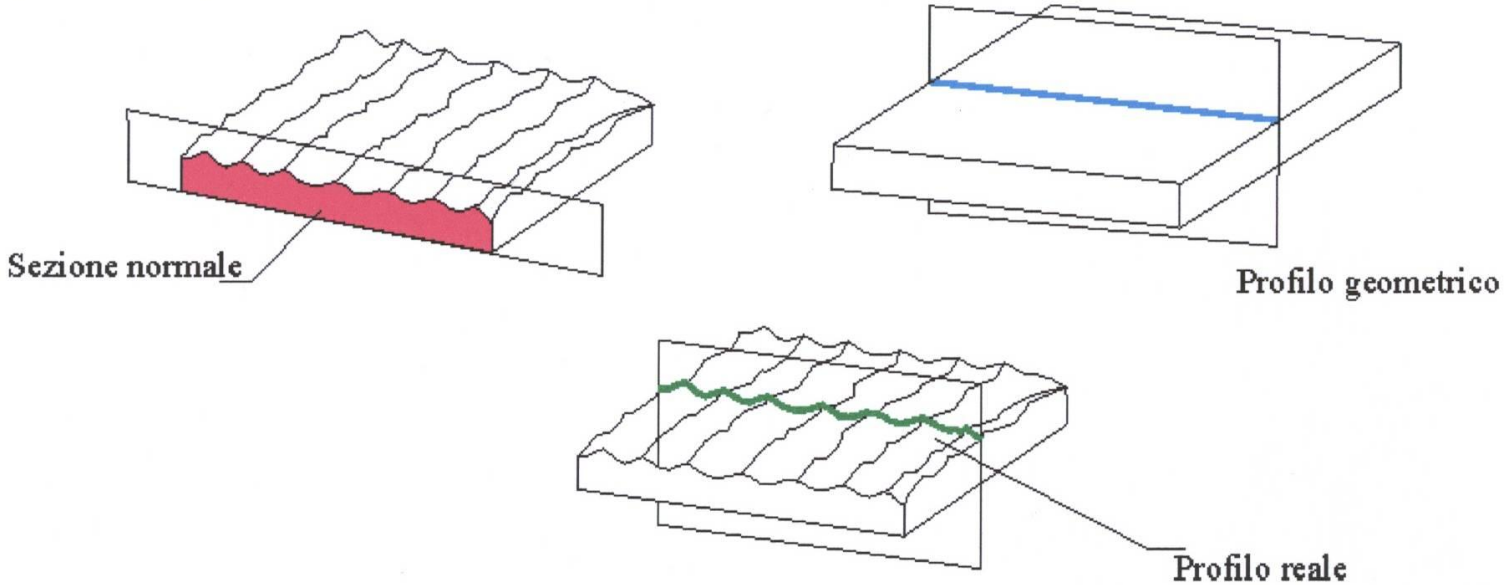
RUGOSITA'

La ***rugosità*** ha notevole influenza su:

- durata
- resistenza a fatica
- resistenza alla corrosione
- lubrificazione

Rugosità: definizioni



➢***superficie real***e: superficie che delimita il corpo e lo separa dall'ambiente circostante.

➢***superficie nominal***e: superficie ideale la cui forma è definita dal disegno.

➢***piano di rilievo***: piano ortogonale alla superficie nominale con il quale si seziona idealmente la superficie stessa.

➢***direzione delle irregolarit***à: direzione prevalente dell'andamento delle Irregolarità

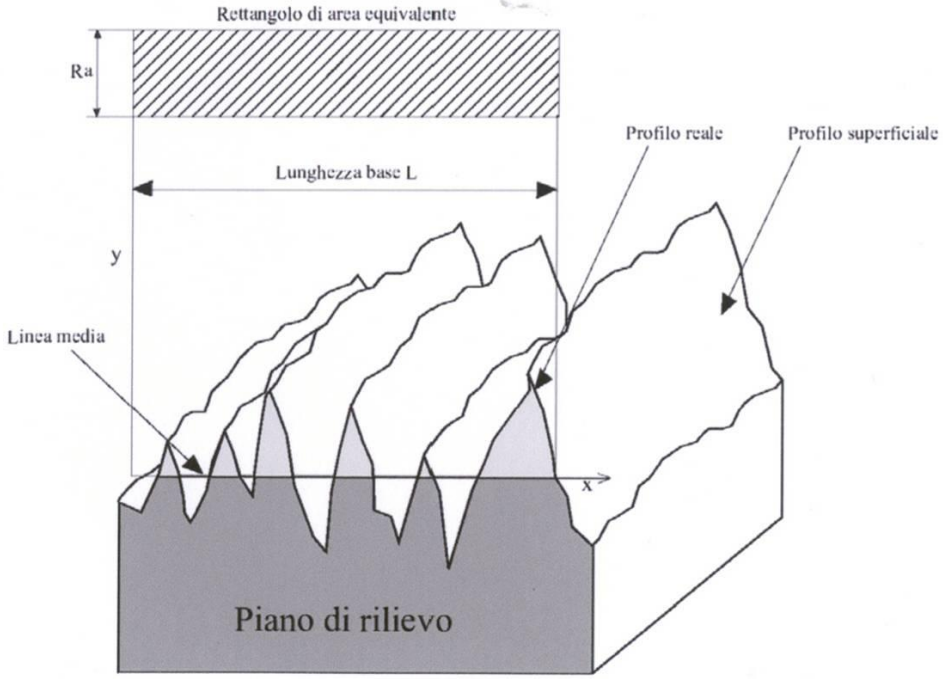
➢***profilo real***e: curva risultante dall'intersezione della superficie reale con il piano di rilievo.

➢***profilo nominal***e: curva risultante dall'intersezione della superficie nominale con il piano di rilievo.

➢***profilo misurat***o: approssimazione del profilo reale rilevato con opportuni strumenti di misura

Rugosità : definizioni

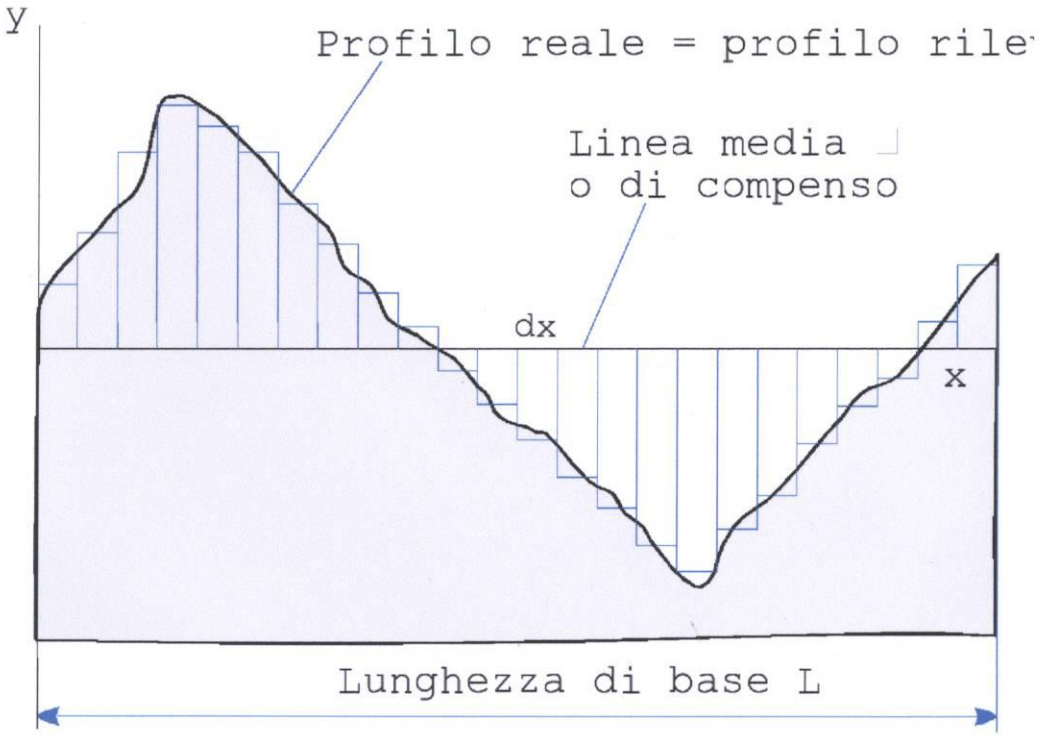
➢ ***linea media***: linea di riferimento, avente la forma del profilo nominale, tale che, all'interno della lunghezza di base, la somma dei quadrati degli scostamenti a partire da questa linea sia minima.



➢ ***linea centrale***: linea avente la forma del profilo nominale, tale da rendere uguali la somma delle aree delle valli e quelle dei picchi. È praticamente corrispondente alla linea media.

➢ ***lunghezza di base*** L: tratto della linea media utilizzato per la valutazione della rugosità.

RUGOSITA' Ra: parametro assunto come misura della rugosità, cioè dell'insieme delle irregolarità superficiali lasciate dal processo di lavorazione

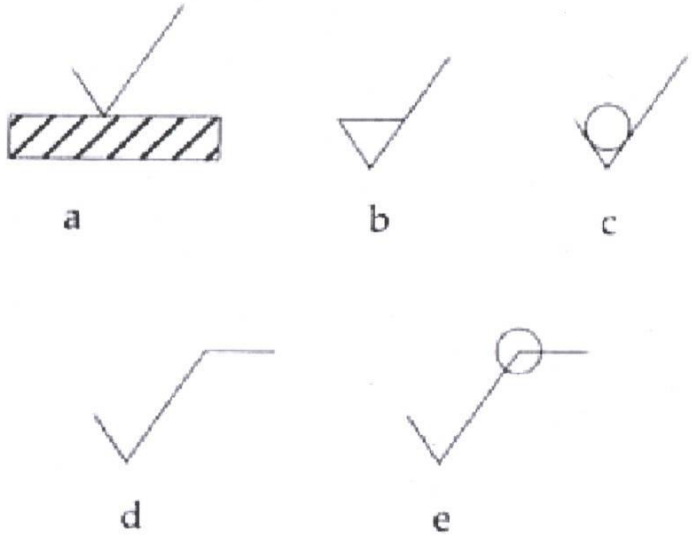


Altre definizioni:

- ***R***p: altezza massima di picco
- ***R***v: profondità massima di valle
- ***R***y: altezza massima del profilo

$$Ra = \frac{1}{L}\int_0^L |y|\,dx$$

Rugosità : rappresentazione



Dare indicazione della rugosità sui disegni solo quando è indispensabile alla funzionalità dei pezzi:

a) segno grafico di base

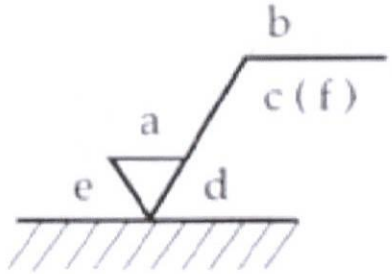
b) superficie ottenuta per asportazione di truciolo

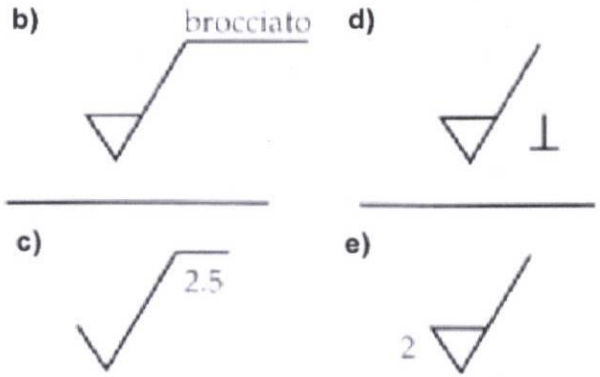
c) asportazione di truciolo non consentita

d) trattino per indicare caratteristiche aggiuntive delle superfici

e) tutte le superfici si trovano nelle stesse condizioni

Rugosità : rappresentazione





a) rugosità

b) tipo di lavorazione

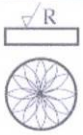
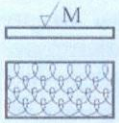
c) lunghezza di base (mm)

d) orientamento dei solchi (tabella)

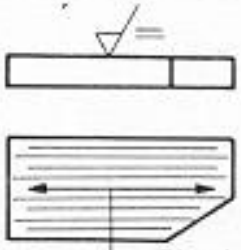
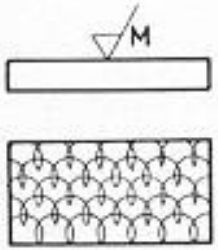
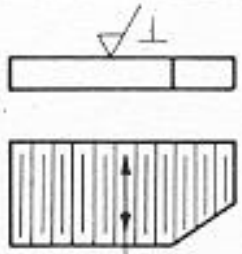
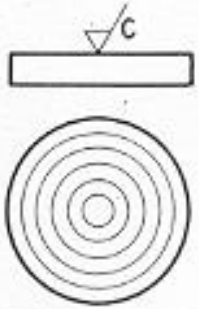
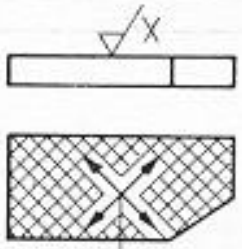
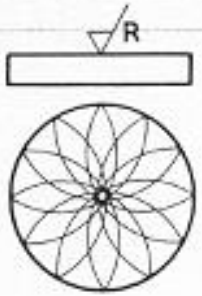
e) sovrametallo di lavorazione

f) altre informazioni

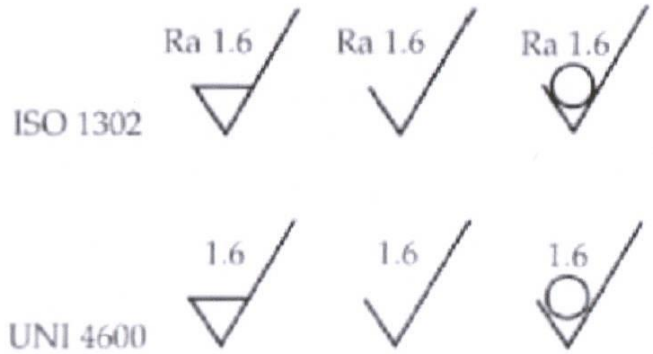
Segni grafici per l'indicazione dei solchi di rugosità

=	Solchi paralleli al piano di proiezione della vista sulla quale è applicato il segno grafico	
⊥	Solchi perpendicolari al piano di proiezione della vista sulla quale è applicato il segno grafico	
x	Solchi incrociati in due direzioni oblique rispetto al piano di proiezione della vista sulla quale è applicato il segno grafico	
C	Solchi approssimativamente circolari rispetto al centro della superficie alla quale è applicato il segno grafico	
R	Solchi approssimativamente radiali rispetto al centro della superficie alla quale è applicato il segno grafico	
M	Solchi multidirezionali	
P	Solchi senza direzioni particolari e non sporgenti	

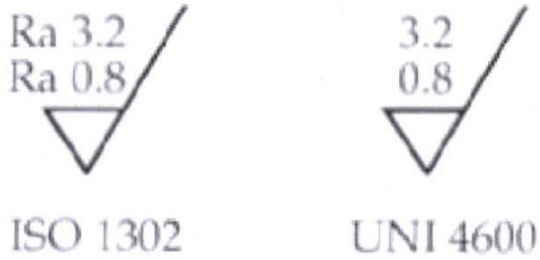
INDICAZIONE SUI DISEGNI

Segno grafico	Interpretazione	Segno grafico	Interpretazione
=	I solchi devono essere orientati parallelamente al piano di proiezione della vista sulla quale è applicato il segno grafico. 	M	I solchi devono essere orientati secondo molteplici direzioni generiche. 
⊥	I solchi devono essere orientati perpendicolarmente al piano di proiezione della vista sulla quale è applicato il segno grafico. 	C	I solchi devono essere ad andamento approssimativamente circolare rispetto al centro della superficie alla quale il segno grafico si riferisce. 
X	I solchi devono essere orientati secondo due direzioni incrociantisi ed oblique rispetto al piano di proiezione della vista sulla quale è applicato il segno grafico. 	R	I solchi devono essere orientati secondo direzioni approssimativamente radiali rispetto al centro della superficie alla quale il segno grafico si riferisce. 

Rugosità : rappresentazione

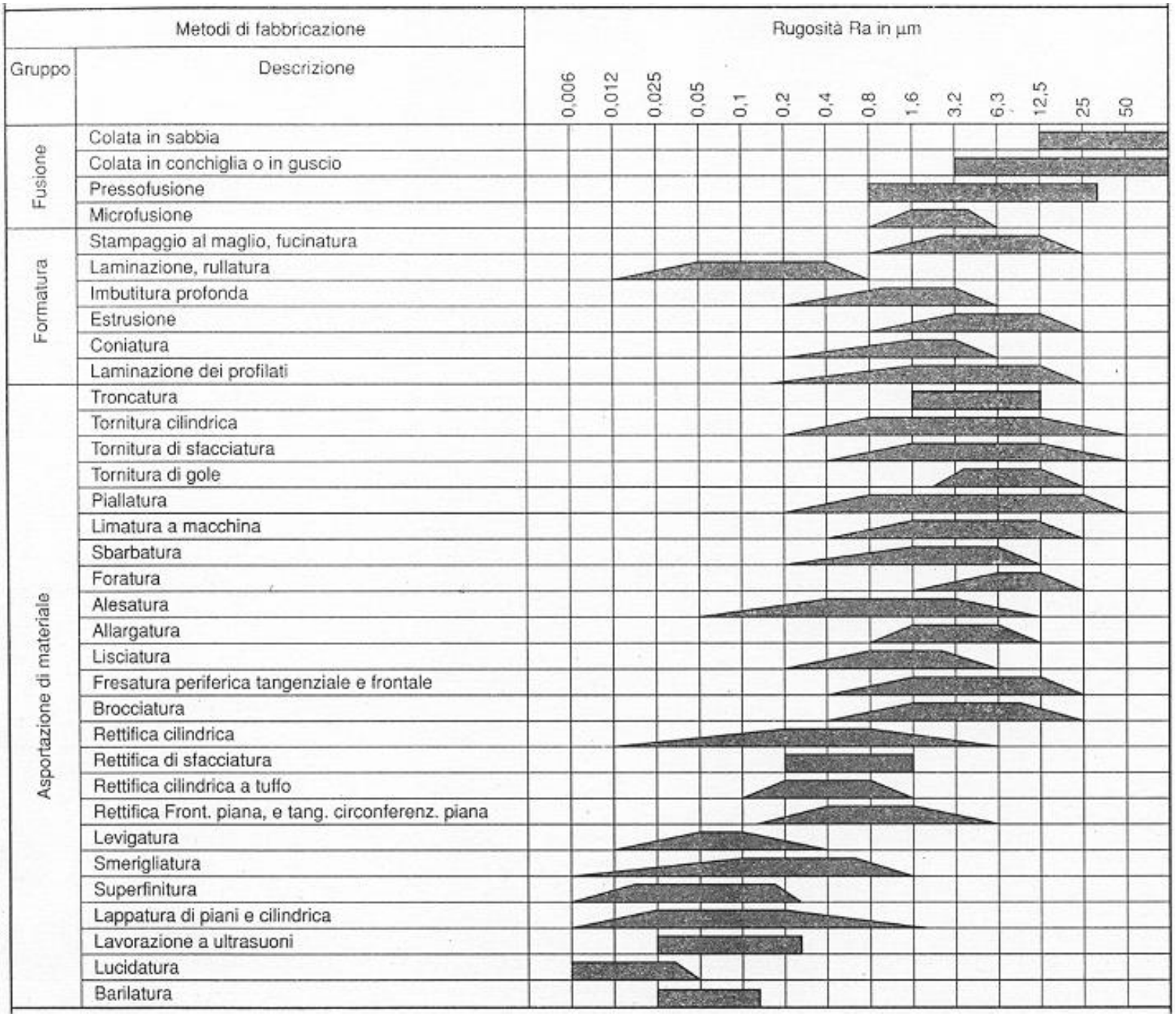


- Indicazioni della rugosità secondo UNI e ISO



- Indicazioni del valore massimo e minimo della rugosità

VALORI IN BASE ALLA FABBRI-CAZIONE



VALORI IN BASE ALL'APPLICAZIONE

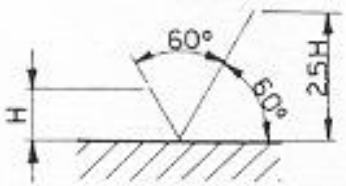
Rugosità Ra µm	APPLICAZIONI (a titolo indicativo)
0,025	Piani di appoggio di micrometri - Specchi - Blocchi di riscontro.
0,05	Facce calibri officina - Piani di appoggio comparatori.
0,1	Facce calibri a corsoio - Perni d'articolazione - Utensili di precisione - Cuscinetti superfiniti - Accoppiamenti stagni ad alta pressione in moto alternato - Superfici accoppiate di parti in moto alternativo, a tenuta di liquido sottopressione - Superfici levigate di tenuta senza guarnizione.
0,2	Sopporti alberi a gomito e alberi a camme - Perno di biella - Superfici camme - Diametro cilindri pompe idrauliche - Cuscinetti lappati - Perni turbine - Accoppiamenti stagni mobili a mano - Guide tavole macchine utensili - Reggispinta alte velocità - Perni di alberi di rotori di turbine, di riduttori, ecc.
0,4	Alberi scanalati - Cuscinetti alberi motore - Diametro esterno stantuffi - Diametro cilindri - Perni grandi macchine elettriche - Accoppiamenti alla pressa - Gambo valvola - Superfici di tenuta delle valvole - Superfici di tenuta di seggi ed otturatori di valvole, saracinesche, ecc. - Perni di alberi a gomito e portate di linee d'alberi - Cuscinetti di metallo bianco - Superfici di parti scorrevoli, come pattini e relative guide.
0,8	Tamburi freni - Fori brocciati - Cuscinetti bronzo - Parti di precisione - Denti ingranaggi - Cuscinetti rettificati - Superfici di tenuta di flange senza guarnizione - Perni di alberi a gomito e portate di linee d'alberi - Cuscinetti di metallo bianco - Superfici di parti scorrevoli, come pattini e relative guide - Superfici di tenuta dei seggi valvole motori.
1,6	Facce particolari di ingranaggi - Alberi e fori ingranaggi - Teste cilindro - Scatole ingranaggi di ghisa - Faccia pistone - Superfici di tenuta di flange con guarnizioni metalliche.
3,2	Perni e cuscinetti per trasmissioni a mano - Superfici di accoppiamento di parti fisse smontabili (flange di accoppiatoi, imposte di centramento, ecc.).
6,3	Superfici di tenuta di flange con guarnizioni comuni.

VALORI IN BASE ALLE TOLLERANZE SUL PEZZO

Tolleranza fondamentale ISO	Superfici cilindriche con diametro in mm										Superfici • piane
	fino a 3		oltre 3 fino a 18		oltre 18 fino a 80		oltre 80 fino a 250		oltre 250		
	Tolleranze e rugosità Ra max (μm)										
	Toll.	Ra	Toll.	Ra	Toll.	Ra	Toll.	Ra	Toll.	Ra	Ra
IT 6	6	0,2	8÷11	0,32	13÷19	0,5	22÷29	0,8	32÷40	1,25	1,25
IT 7	10	0,32	12÷18	0,5	21÷30	0,8	35÷46	1,25	52÷63	2	2
IT 8	14	0,5	18÷27	0,8	33÷46	1,25	54÷72	2	81÷97	3,2	3,2
IT 9	25	0,8	30÷43	1,25	52÷74	2	87÷115	3,2	130÷155	5	5
IT 10	40	1,25	48÷70	2	84÷120	3,2	140÷185	5	210÷250	8	8
IT 11	60	2	75÷110	3,2	130÷190	5	220÷290	8	320÷400	12,5	12,5
IT 12	100	3,2	120÷180	5	210÷300	8	350÷460	12,5	520÷630	20	20
IT 13	140	5	180÷270	8	330÷460	12,5	540÷720	20	810÷970	32	32
IT 14	250	8	300÷430	12,5	520÷740	20	870÷1150	32	1300÷1550	50	50

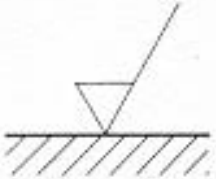
INDICAZIONE SUI DISEGNI

Segno grafico di base convenzionale per l'indicazione dello stato delle superfici.

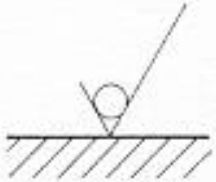


Dimensionamento approssimativo del segno grafico, che va tracciato a linea fine rispetto alla linea che rappresenta la traccia o la tangente della superficie considerata.

Quando si deve indicare sul disegno un procedimento di lavorazione richiedente asportazione o no di truciolo si completa il segno grafico nel modo seguente:

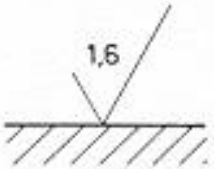


Segno grafico da impiegare per una superficie da ottenere **con** asportazione di truciolo.

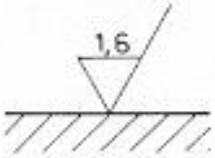


Segno grafico da impiegare per una superficie da ottenere **senza** asportazione di truciolo, oppure per indicare che una superficie deve rimanere quale è stata ottenuta, con o senza asportazione di truciolo, in una precedente fase del ciclo di lavorazione.

La rugosità Ra (μ m) deve essere scritta nell'interno del segno grafico.

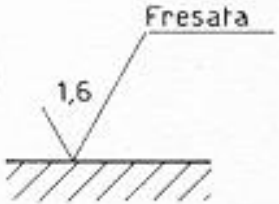


lavorazione qualunque



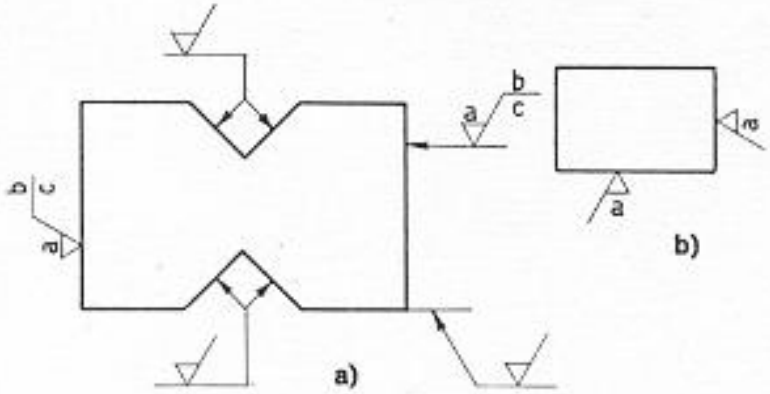
lavorazione con asportazione di truciolo

lavorazione senza asportazione di truciolo

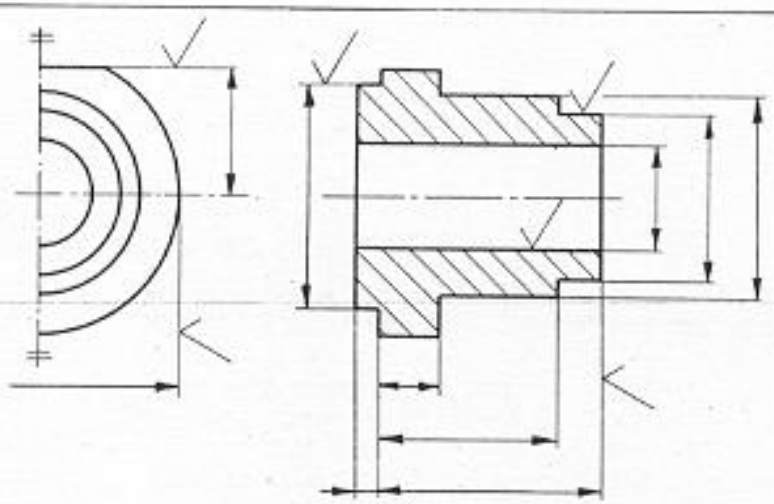


Se è necessario fornire indicazioni complementari si prolunga il tratto più lungo del segno grafico con un tratto orizzontale.

INDICAZIONE SUI DISEGNI

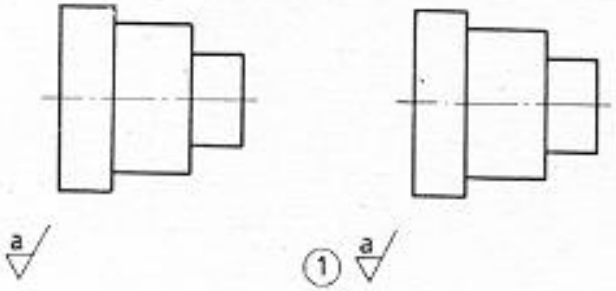


Il segno grafico, come pure le relative scritte, devono essere disposti in modo da essere leggibili dalla base e dal lato destro del disegno (a). Se ciò risulta difficile, il segno grafico, con la sola indicazione della rugosità, può essere disegnato con un orientamento qualunque (b) mentre il valore della rugosità deve sempre essere scritto conformemente alla regola generale.



Conformemente al principio generale di quotatura, il segno grafico deve figurare una sola volta per la medesima superficie e, se possibile, su quella vista nella quale compaiono le quote che definiscono le dimensioni o la posizione di detta superficie.

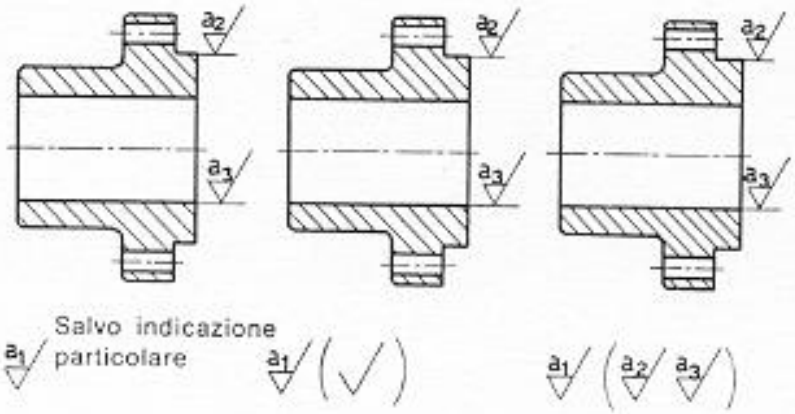
INDICAZIONE SUI DISEGNI (IV)



Se per tutte le superfici di un oggetto è richiesto il medesimo stato superficiale, l'indicazione può essere fatta:

— con nota posta presso la vista del pezzo o in prossimità del riquadro per le iscrizioni o nello spazio riservato alle note generali;

— di fianco al numero distintivo del pezzo.



Se un medesimo stato della superficie è richiesto per la maggior parte delle superfici dell'oggetto, il corrispondente segno grafico deve essere scritto come indicato in precedenza ed essere inoltre seguito:

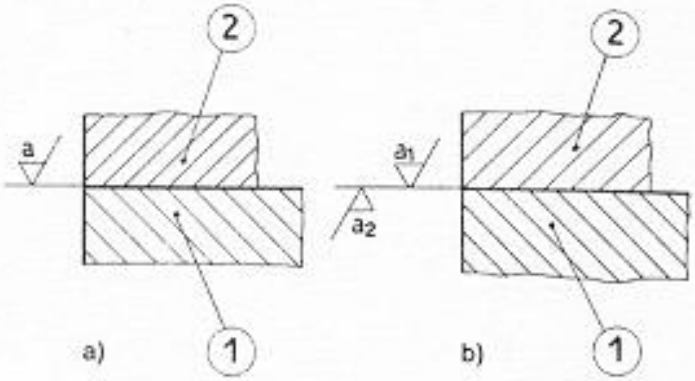
— o dalla nota: « Salvo indicazione particolare »;

— o da un segno grafico di base (entro parentesi) senza alcun'altra indicazione;

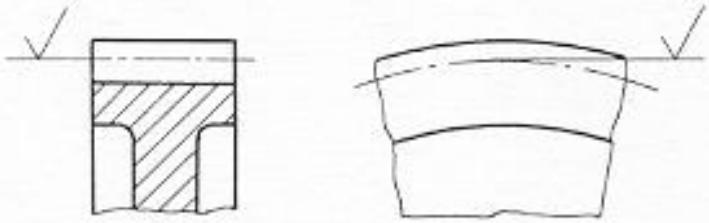
— o da uno o più segni grafici (entro parentesi) relativi alle particolari caratteristiche delle rimanenti superfici.

I segni grafici degli stati superficiali diversi da quello generale devono essere riportati sulle tracce che rappresentano le superfici interessate.

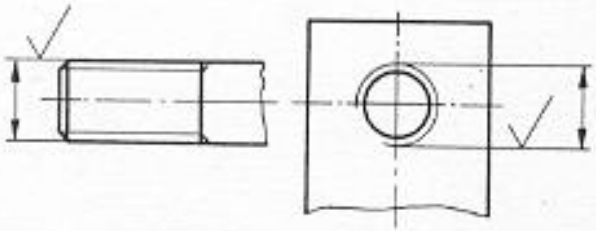
INDICAZIONE SUI DISEGNI



Nei complessivi, qualora non si disegnino i particolari, l'indicazione per le due superfici di contatto aventi lo stesso stato superficiale si deve riportare una sola volta (a). Se per le due superfici di contatto è richiesto invece un diverso stato superficiale, le relative indicazioni si devono riportare per ciascuna delle superfici dal lato opposto del particolare al quale esse si riferiscono (b).



Per l'indicazione dello stato delle superfici dei fianchi dei denti di ruote dentate che non sono rappresentati sul disegno, si mettono i segni grafici sulla circonferenza primitiva o nella sezione assiale o nella vista.



Per le filettature l'eventuale indicazione dello stato delle superfici dei fianchi del filetto deve essere posta in corrispondenza del diametro di filettatura. In questi casi lo stato delle superfici non deve essere inteso riferito anche ad eventuali porzioni non filettate di ugual diametro che rimangono dopo l'esecuzione della filettatura.

INDICAZIONE SUI DISEGNI: ESEMPIO

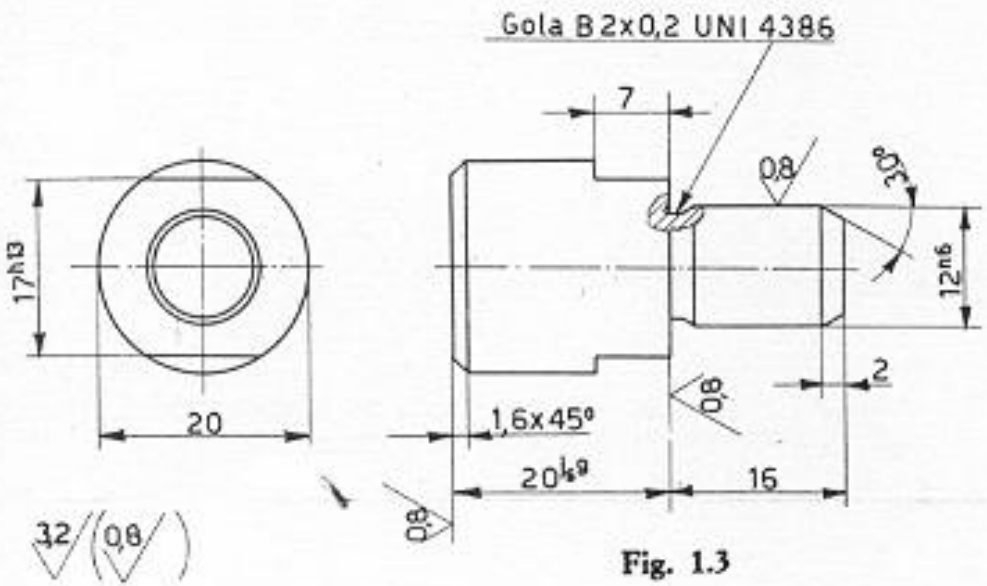


Fig. 1.3

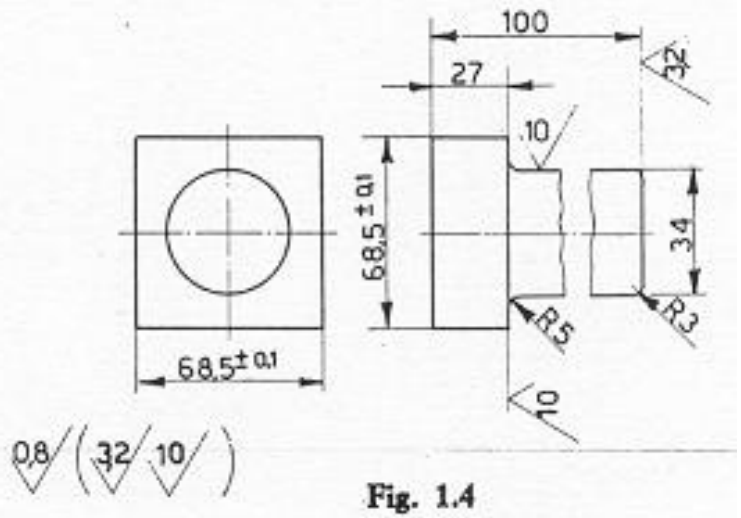
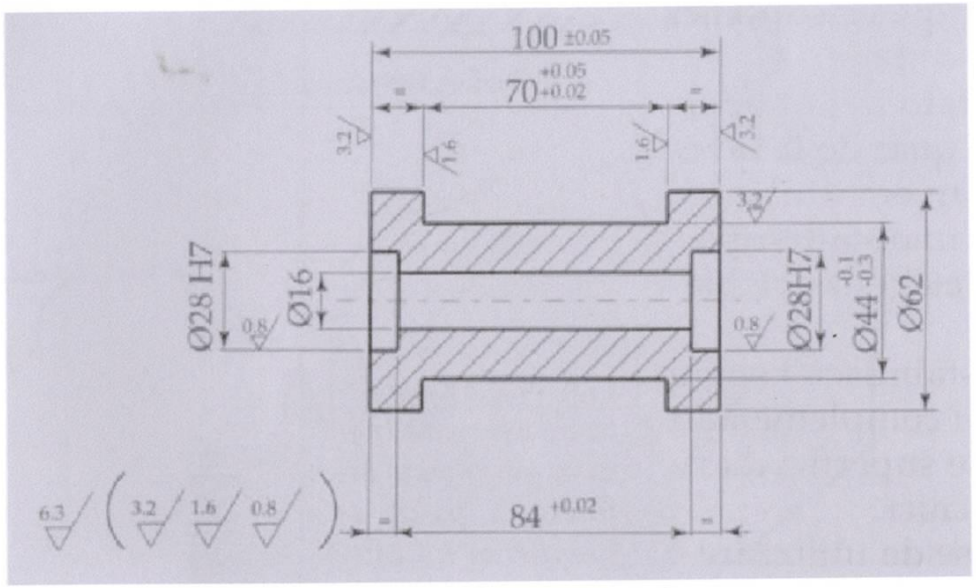


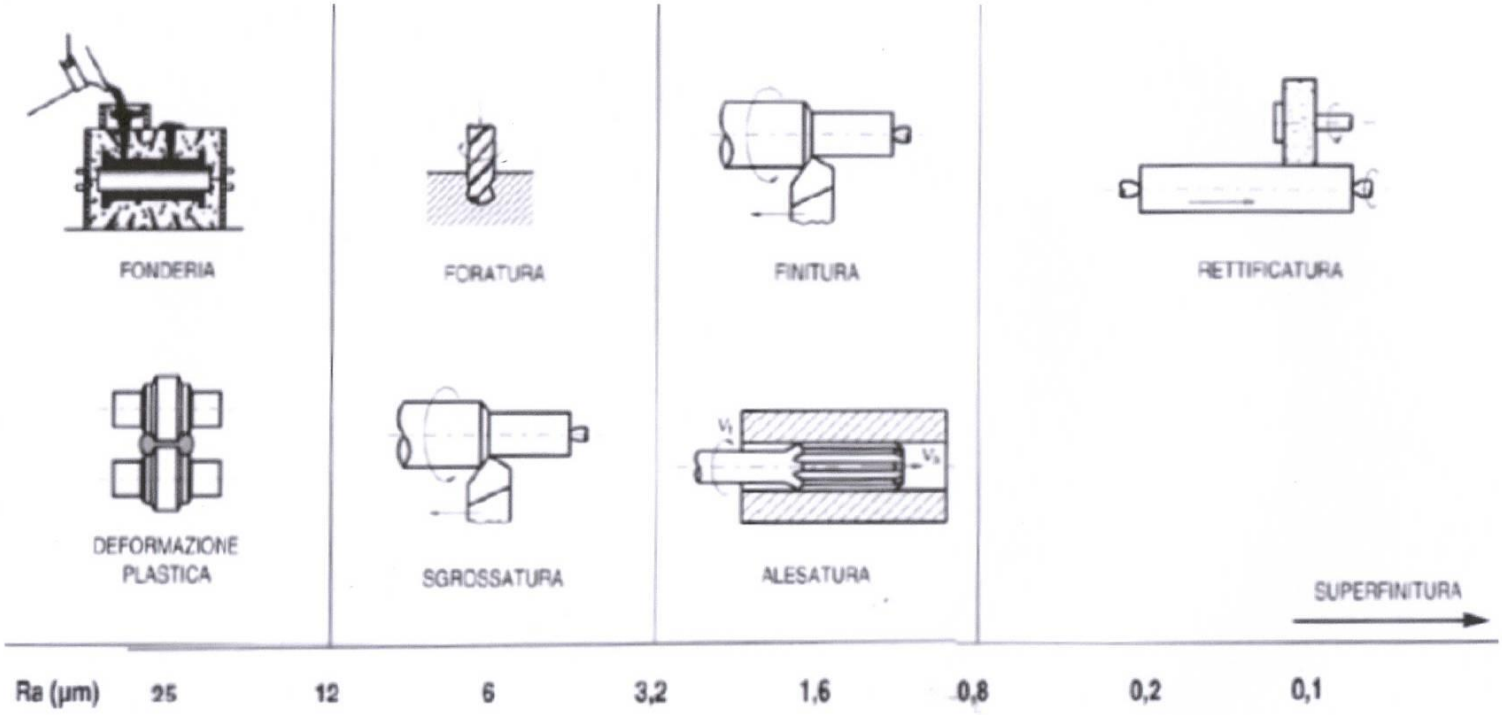
Fig. 1.4

Rugosità : rappresentazione



Se molte superfici hanno lo stesso grado di finitura, questo va indicato nel riquadro delle iscrizioni o in vicinanza. Tra parentesi si possono riportare gli altri valori di rugosità impiegati

Rugosità e lavorazione

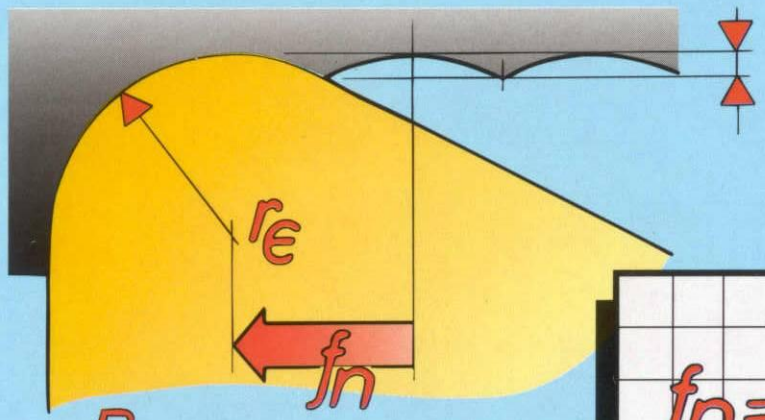


Relazione tra lavorazione e rugosità

Rugosità e lavorazione

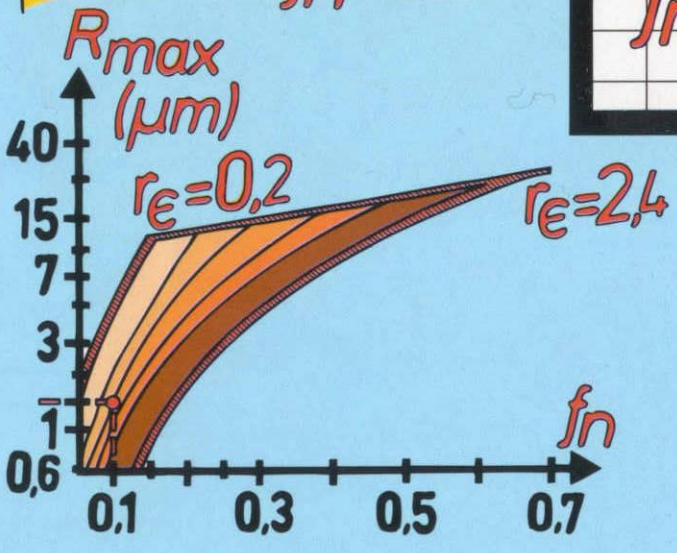
LAVORAZIONI	GRADO MEDIO DI RUGOSITÀ *Ra* (μm)		
	min.	medio	max.
Fusione in sabbia	4	8 ÷ 25	50
Fusione a guscio	1	2 ÷ 4	8
Microfusione	0,4	1,5 ÷ 3	6
Fusione in conchiglia	0,8	1,5 ÷ 4	7
Fusione sotto pressione	0,4	0,8 ÷ 1,5	4
Fucinatura	–	8 ÷ 25	–
Stampaggio a caldo	–	4 ÷ 12	–
Laminazione a caldo	6	10 ÷ 25	50
Estrusione a caldo	0,5	0,8 ÷ 12	20
Trafilatura a caldo	–	12	–
Alesatura	0,25	0,5 ÷ 4	7
Brocciatura	0,2	0,4 ÷ 1,5	3
Fresatura	0,5	0,8 ÷ 6	12
Lappatura	0,01	0,05 ÷ 0,4	0,8
Rettificatura	0,025	0,1 ÷ 1,5	6
Segatura	–	5 ÷ 18	–
Stozzatura	2	4 ÷ 8	10
Tornitura	0,5	0,8 ÷ 6	12
Trapanatura, foratura	0,8	1,5 ÷ 6	12

Rugosità ottenibile con le diverse lavorazioni



$$R_{max} = \frac{f_n^2}{8 \times r_\epsilon} \times 1000 \ (\mu m)$$

$$f_n = \sqrt{\frac{R_{max} \times 8 \times r_\epsilon}{1000}} \ (mm/r)$$



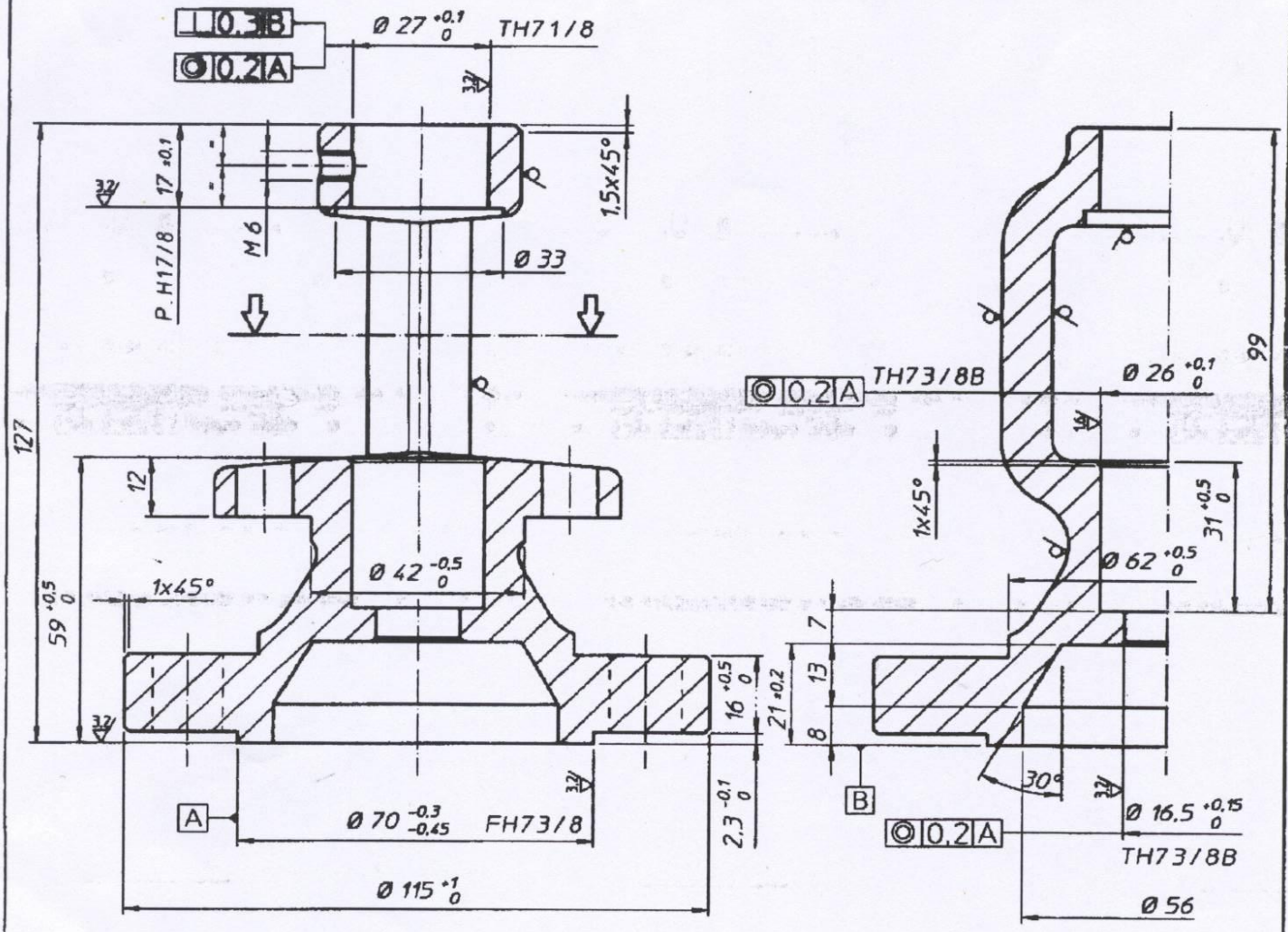
$R_{max} = 1,6$

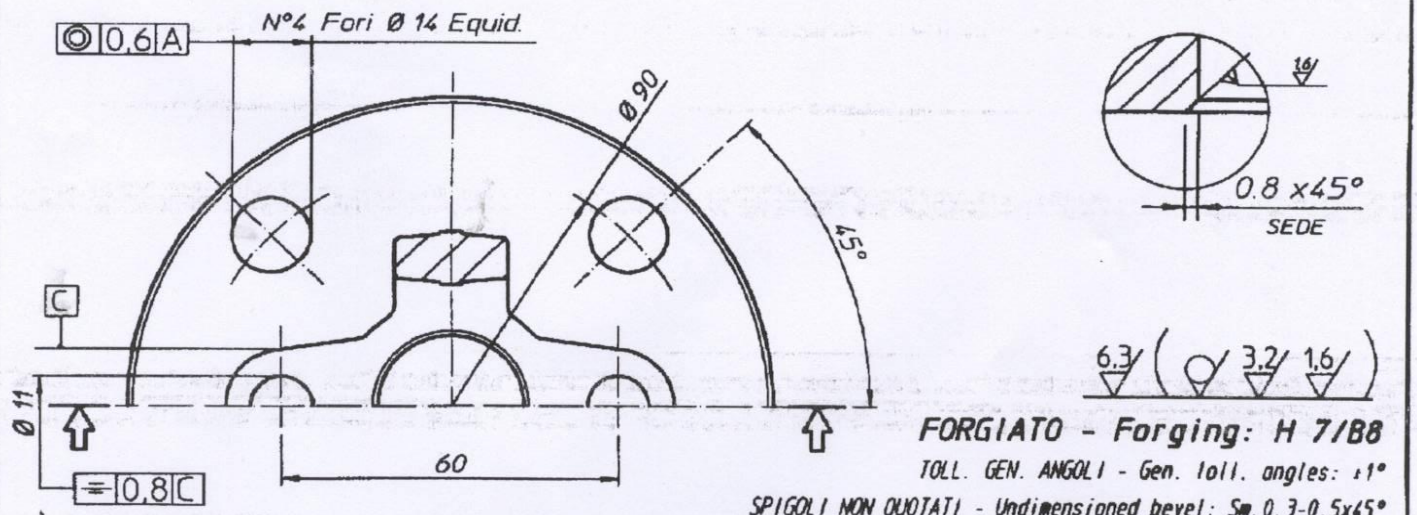
$r_\epsilon = 0,8$

$$f_n = \sqrt{\frac{1,6 \times 8 \times 0,8}{1000}} = 0,1 \ (mm/r)$$

CMS-97-A14

SANDVIK Coromant





FORGIATO - Forging: H 7/B8

TOLL. GEN. ANGOLI - Gen. toll. angles: ±1°

SPIGOLI NON QUOTATI - Undimensioned bevel: Sm. 0,3-0,5x45°

B.F.E. S.p.A.
BONNEY FORGE
VALVE LICENSEE

Rev.	Date	Description	Sign.

Gen. Toll.: ± 0,3 | Scale.: 1 : 1,25

Object: COPERCHIO per VALVOLA a SARACINESCA Ø1. 1/2" Cl. 800 lbs Full Bore

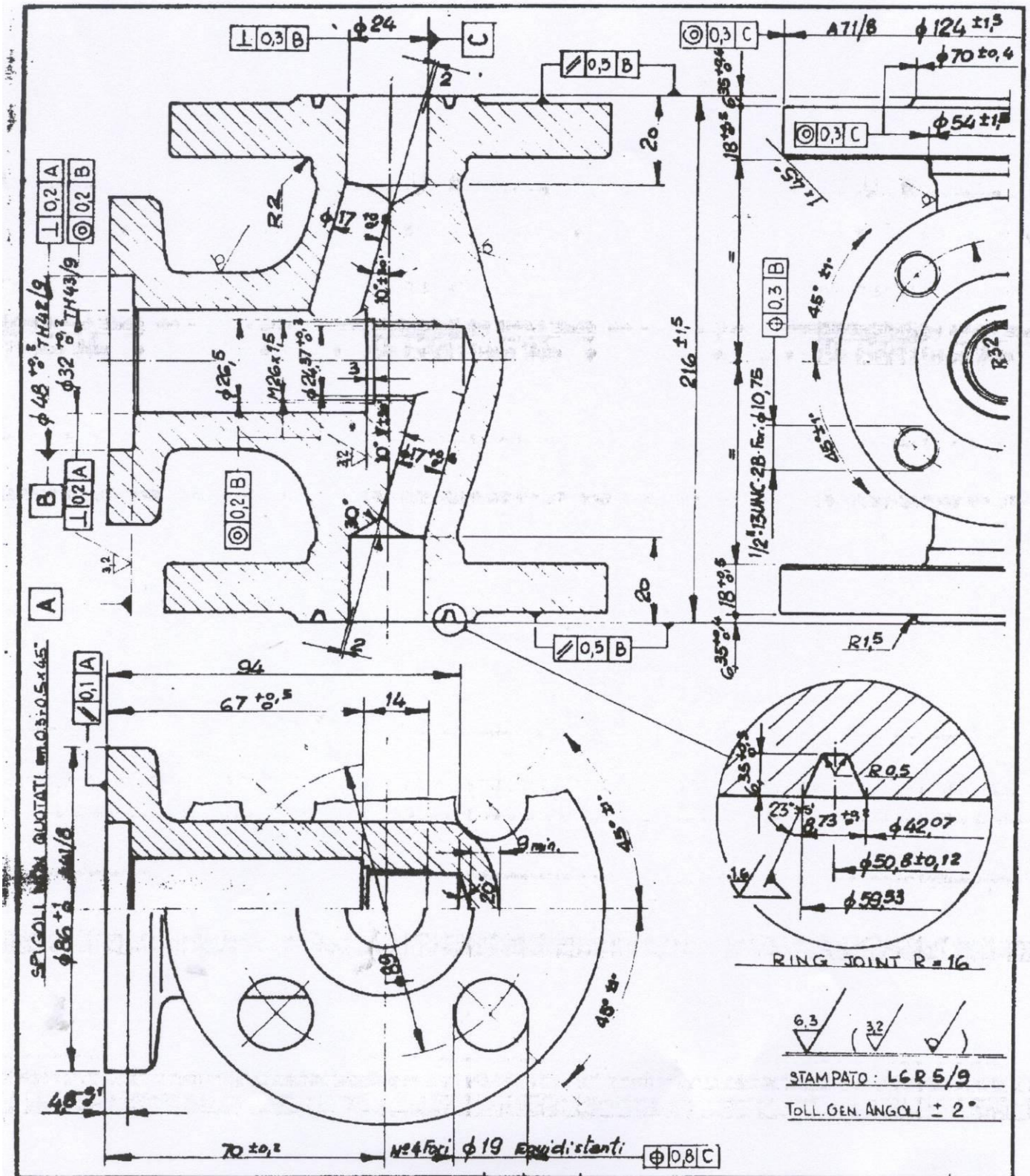
Draw :	T.Carsano	02.02.00
Checked :	S.Sarti	02.02.00
Appr. :	S.Sarti	02.02.00

	12,5	3,2	0,8	0,2
Rough Grezza	Roughshaped Sgross.	Finished Finita	Ground Rettif.	Lapped Luc.Lapp

CODE:

DWG N.: **H 17/C8-I**

Proprieta' riservata. -Riproduzione vietata. - La Ditta BFE S.p.A. , tutela i propri diritti sul disegno a termine di legge



B.F.E. S.P.A.
BONNEY FORGE VALVE LICENSEE

Rev.	Data	Descrizione	Firma

VALVE PLANT ☒ FITTING PLANT ☐ FORGING PLANT ☐

Cliente:

Dis.: Data: 30/8/95

Control.: Approvato:

Grezzo | Sgrosso | Finito | Rett. | Luc. Lapp.

Oggetto: CORPO per VALV. DISCO e RIT. B.B. att. Flange Integrali ϕ 1" sf. Gomba. Red. Bore

Sostituisce il:

Sostituito dal:

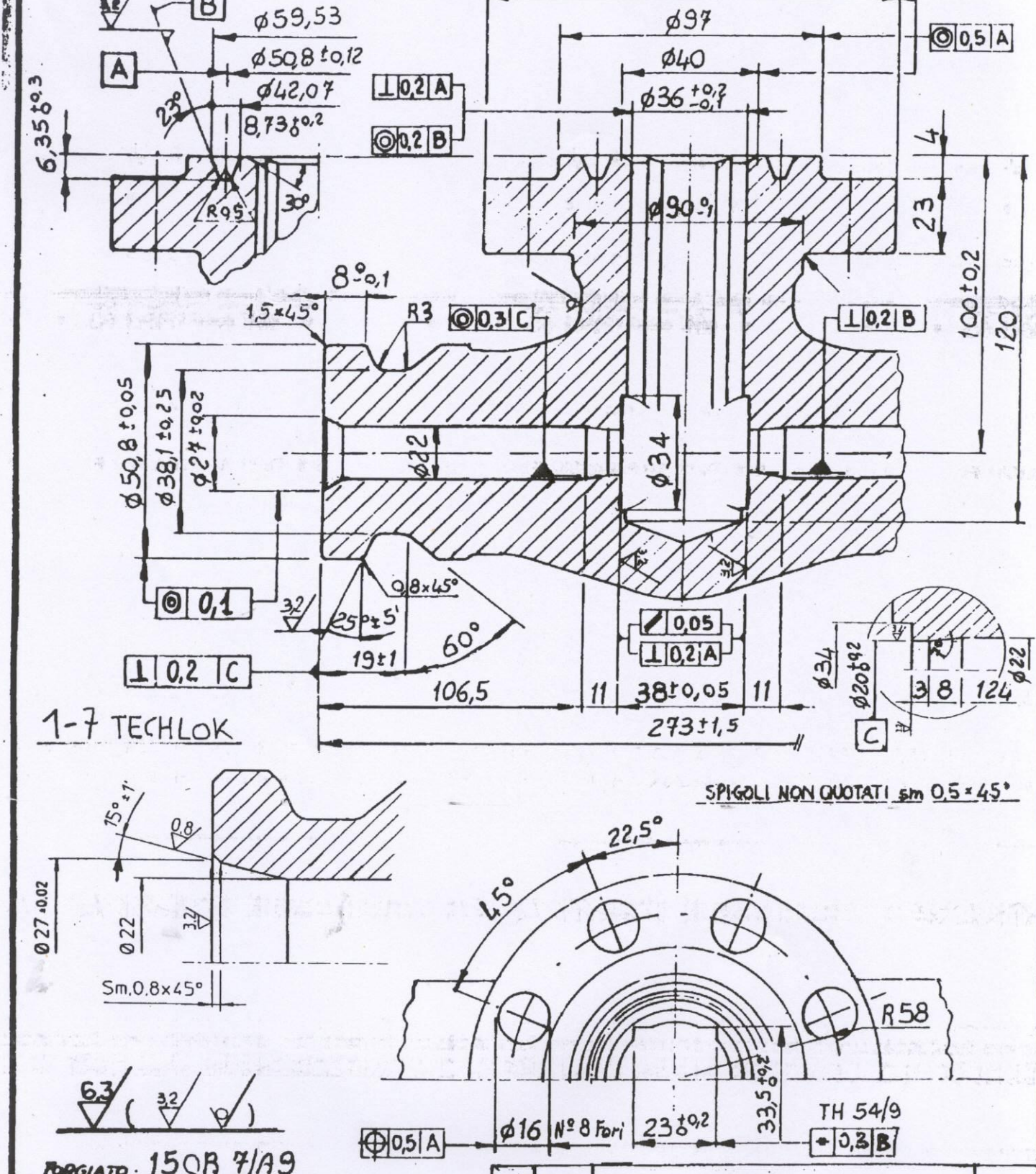
Scala: 1/1

Toll. gen.: ±0,3

DIS.: L6R 25/A9

CODICE:

Proprietà riservata. - Riproduzione vietata. - La Ditta Bonney Forge Europe, tutela i propri diritti sul disegno a termine di legge.



B.F.E. S.P.A.
BONNEY FORGE VALVE LICENSEE

Rev.	Data	Descrizione	Firma

VALVE PLANT ☒ | FITTING PLANT ☐ | FORGING PLANT ☐

Cliente:

Dis.: Beloti | Data: 01/08/03

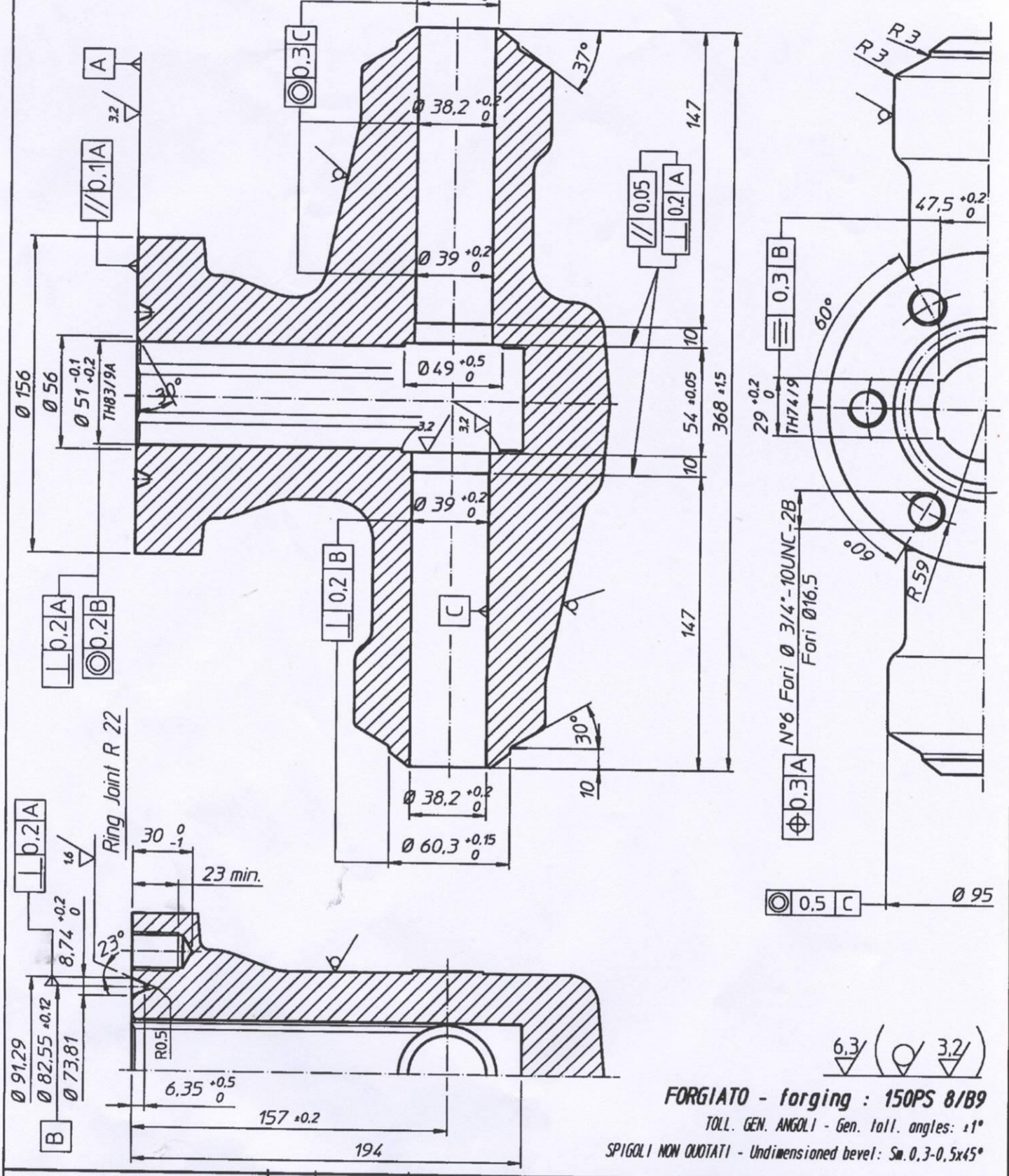
Control.: Sforti | Approvato:

Oggetto: CORPO per SARACINESCA B.B. Attacco CLAMP END ø 3/4" e 1 3000 lbs Full Bore

Sostituito il:

Sostituito dal:

Scala: | DIS.:



FORGIATO - forging : 150PS 8/B9

TOLL. GEN. ANGOLI - Gen. toll. angles: ±1°

SPIGOLI NON QUOTATI - Undimensioned bevel: Sm.0,3-0,5x45°

B.F.E. S.p.A.
BONNEY FORGE
VALVE LICENSEE

Rev.	Date	Description	Sign.

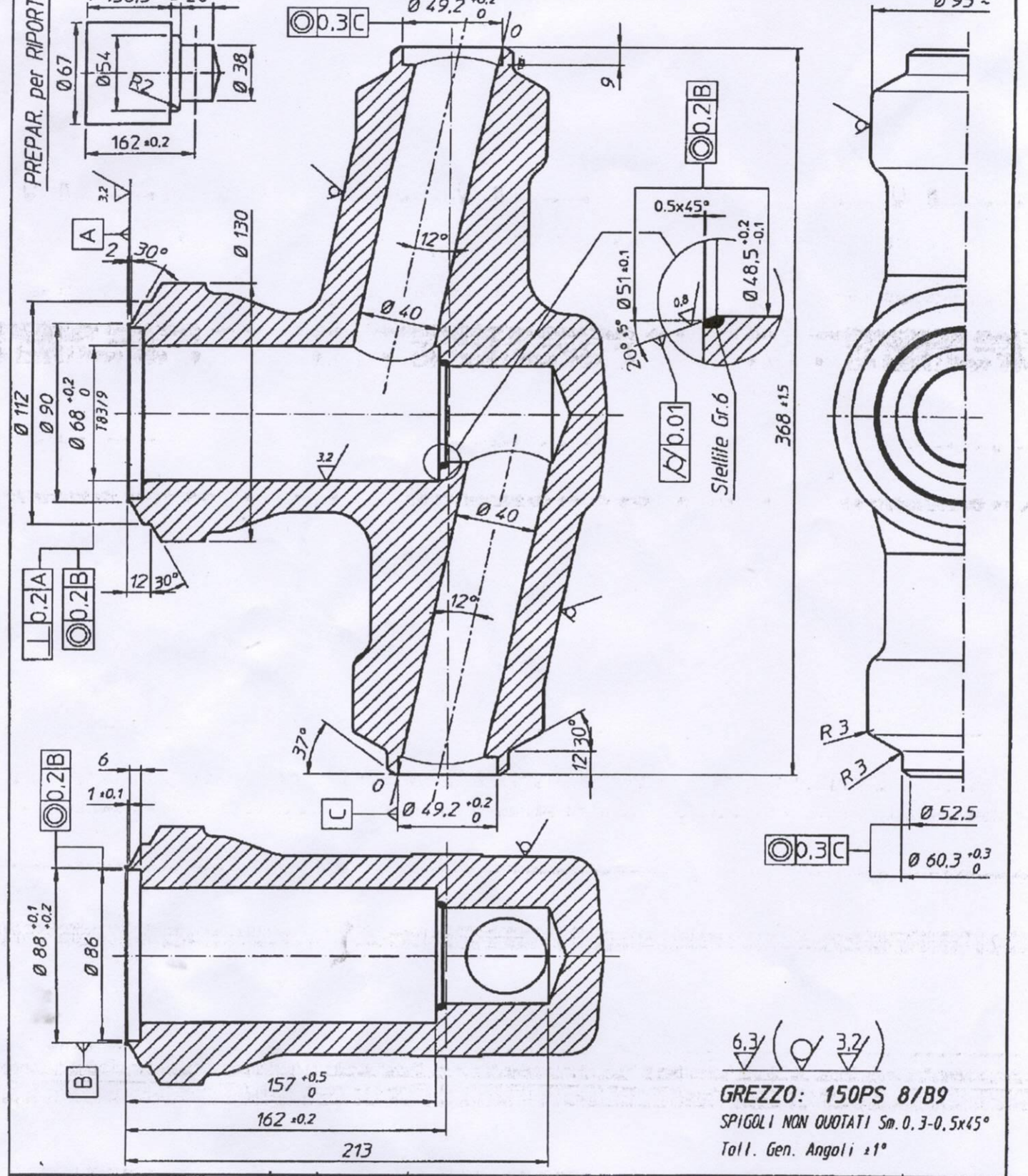
Gen. Toll.: ±0,3 | Scale: 1:2,5

Object: CORPO per VALVOLA a SARACINESCA B.W.
BODY for GATE VALVE B.W.
Ø 2" Cl. 1500 lbs Full Bore

Draw :	R.Belotti	26.09.00
Checked :	S.Sarti	26.09.00

12,5 | 3,2 | 0,8 | 0,2

CODE:



B.F.E. S.p.A. BONNEY FORGE VALVE LICENSEE	1	23/11/99	Superato il forgiato 150PS 8/A9		Beletti
	Rev.	Data	Descrizione		Firma
	Toll. Gen.: ±0,3		Scala: 1:2,5	Oggetto: CORPO per DISCO e RITEGNO W.B. attacco BUTT WELD Ø2" Classe 1500 lbs Full Bore	
Dis.: R.Beloti Beletti 27.05.99	Grezza	Sgross.	Finita	Rettif.	Luc.Lapp.
Contr.: S.Sarli 27.05.99	12,5	3,2	0,8	0,2	
Appr.: S.Sarli 27.05.99					
	CODICE:		DIS: 15X 20.000 DW00		