

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04 - Lauree Vecchio Ordinamento)

SEZIONE A - Prima sessione 2024

PROVA SCRITTA DEL 25 LUGLIO 2024

SETTORE INDUSTRIALE

Classi di laurea appartenenti al settore:

LM/25 – Ingegneria dell'automazione industriale

LM/30 – Ingegneria Energetica

LM/31 – Ingegneria Gestionale

LM/33 – Ingegneria Meccanica

Tema n. 1 (classe LM/25-Ingegneria dell'automazione industriale, classe LM/31-Ingegneria Gestionale, classe LM/30-Ingegneria Energetica e classe LM/33-Ingegneria Meccanica)

PARTE A

La progettazione di sistemi automatici di controllo prevede, tra le altre, la definizione di sistemi di misura per l'identificazione dello stato generale del sistema. I sistemi di misura sono composti (principalmente) da trasduttori per la misura delle grandezze fisiche utilizzate all'interno dei loop di controllo.

Il candidato elenchi e descriva (anche con esempi applicativi) quali sono le principali caratteristiche (statiche e dinamiche) dei trasduttori di misura.

PARTE B

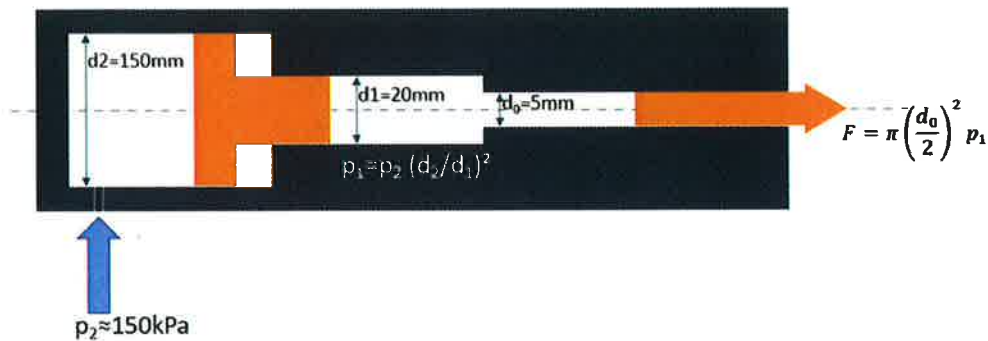
Lo sviluppo di sistemi di misura prevede, oltre che la scelta del trasduttore e del sistema di acquisizione più appropriato, la stima dell'incertezza del sistema di misura.

Si richiede di stimare l'incertezza legata alla misura del carico in un banco prova per la misura dell'attrito. Il carico è generato grazie ad un attuatore meccanico che tramite un moltiplicatore di pressione carica il disco di misura. In figura è riportato uno schema semplificato del banco prova.

La pressione in ingresso p_2 viene moltiplicata dal moltiplicatore idraulico in p_1 , la quale genera un carico F proporzionale ad essa. I rapporti tra i diametri del moltiplicatore generano il carico come indicato dalle formule indicate in figura.

Sapendo che i diametri sono stati misurati con un calibro avente una risoluzione di $1/20$ di mm e che la pressione p_2 è stata misurata tramite un trasduttore di pressione avente range di lavoro (FS) pari a 200kPa e incertezza pari $0.5\%_{FS}$, stimare l'incertezza associata alla misura del carico F estesa al 95%.

Per completezza si riportano le formule per la stima e la propagazione dell'incertezza di misura.



Incetenza categoria A (misure ripetute)

Valore di stima

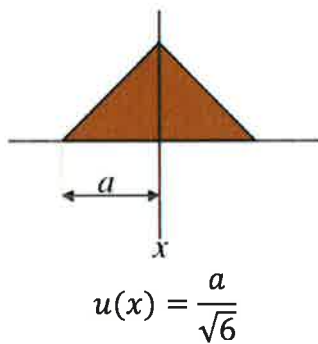
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j$$

Incetenza

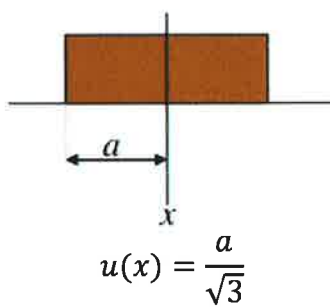
$$u^2(x) = \frac{1}{n} \frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2$$

Incetenza categoria B (valutazione esperienziale)

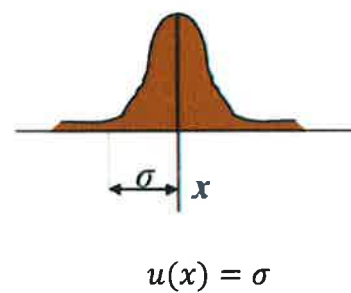
Distribuzione triangolare



Distribuzione uniforme



Distribuzione normale



Propagazione dell'incetenza

$$y = f(x_1, \dots, x_n)$$

$$u^2(y) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial y}{\partial x_i}\right)^2 u(x_i)^2$$

Fattore di copertura

Fattore di copertura	K
60%	0.84
95%	1.96
99%	2.58

Incetenza estesa

$$U(y) = K u(y)$$

PARTE A

Si descrivano le principali tecnologie per la cogenerazione rappresentandone i relativi schemi di impianto. Si discutano inoltre i parametri di prestazione energetica più utilizzati per la valutazione degli impianti cogenerativi.

PARTE B

- 1) Si consideri un sistema cogenerativo costituito da un motore a combustione interna in grado di produrre potenza elettrica e di riscaldare una portata di acqua, impiegata per scopi di processo industriale, recuperando il calore dai fumi, dal fluido di raffreddamento del motore e dell'olio lubrificante.

Per il cogeneratore sono noti i seguenti parametri:

- Combustibile: 100% CH₄;
- Potenza elettrica prodotta: 5 MW;
- Rendimento elettrico: 38%;
- Temperatura mandata/ritorno dell'acqua calda cogenerata: 80°C/95°C;
- Concentrazione NO_x nei fumi: 48ppm;
- Temperatura di scarico in ambiente fumi: 150°C;
- Altre perdite termiche del motore: 1% (riferite alla potenza termica entrante con il combustibile).

Si richiede di:

- a) Rappresentare uno schema dell'impianto cogenerativo.
- b) Nell'ipotesi di una combustione stechiometrica completa in aria, determinare la portata di combustibile, la portata di gas combusti e la portata di acqua riscaldata.
- c) Determinare il rendimento di primo principio, il rendimento di secondo principio e l'exergia persa nei fumi.
- d) Tracciare i diagrammi di flusso energetico ed exergetico.
- e) Indicare se la concentrazione di NO_x nei fumi risulta accettabile nel caso la normativa di riferimento prescriva un valore massimo di detto inquinante pari a 60 ppm riferiti a fumi con il 3% di O₂.

Ulteriori dati necessari per la risoluzione del quesito:

- PCI combustibile: 802.3 KJ/mole; Exergia combustibile: 830.2 KJ/mole;
- Peso Molecolare (PM) delle specie coinvolte nella reazione di combustione: PM_{CH₄}=16 kg/kmole; PM_{H₂O}=18 kg/kmole; PM_{CO₂}=44 kg/kmole; PM_{N₂}=28 kg/kmole; PM_{O₂}=32 kg/kmole;
- Composizione aria: 21%O₂ – 79%N₂;
- $cp_{fumi}=1.16 \text{ kJkg}^{-1}\text{K}^{-1}$; $cp_{acqua}=4.18 \text{ kJkg}^{-1}\text{K}^{-1}$;
- Condizioni di riferimento ambiente: T=25°C, p=1 bar.

2) Si ipotizzi infine di realizzare un sistema cogenerativo alternativo al precedente, in grado di soddisfare il medesimo carico elettrico e termico, basato sulla tecnologia del turbogas in ciclo semplice (ciclo Joule-Brayton), caratterizzato dai seguenti parametri di funzionamento:

- Rapporto di compressione: $\beta = 12$;
- Rendimento isoentropico compressore e turbina: $\eta_{is, compr} = 0.85$, $\eta_{is, turbina} = 0.9$;
- Rendimento organico albero: $\eta_{org} = 0.98$;
- Rendimento elettrico alternatore: $\eta_{org} = 0.95$;
- Parametri relativi all'aria in ingresso al compressore: $c_{p, aria} = 1 \text{ kJkg}^{-1}\text{K}^{-1}$; $\gamma_{aria} = 1.4$;
- Parametri relativi al gas in uscita dal combustore: $c_{p, gas} = 1.148 \text{ kJkg}^{-1}\text{K}^{-1}$; $\gamma_{gas} = 1.333$;
- Temperatura ingresso in turbina = $1100 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Perdita termica combustore = 0.4% ;
- Perdite di pressione nell'impianto trascurabili;
- PCI combustibile = 45 MJ/kg .

Si richiede di:

- a) Rappresentare lo schema d'impianto.
- b) Rappresentare il ciclo termodinamico nel piano temperatura-entropia.
- c) Determinare la portata di aria aspirata dal compressore e il rendimento elettrico dell'impianto.

Tema n. 3 (classe LM/25-Ingegneria dell'automazione industriale, classe LM/31-Ingegneria Gestionale, classe LM/30-Ingegneria Energetica e classe LM/33-Ingegneria Meccanica)

PARTE A

Descrivere i principi dell'Ingegneria Tessutale e le Tecnologie per la manipolazione delle cellule staminali autologhe facendo riferimento alle nozioni di Biocompatibilità che sono differenziate in relazione all'applicazione finale e alle esigenze meccaniche del tessuto dei vari distretti anatomici di riferimento.

PARTE B

Descrivere i parametri di funzionamento dei processi di Bioprinting che sono attualmente utilizzati per la produzione di supporti polimerici naturali. Descrivere il funzionamento e i parametri di processo relativi alle tecniche di estrusione, ink jet e laser assisted bioprinting. Progettare un intervento di ingegneria biomeccanica per diagnosi malattia degenerativa del tessuto connettivo con riferimento al tendine con volontà di ricostruzione del tendine con supporto formato da cellule staminali riprogrammate.

Tema n. 4 (classe LM/25-Ingegneria dell'automazione industriale, classe LM/31-Ingegneria Gestionale, classe LM/30-Ingegneria Energetica e classe LM/33-Ingegneria Meccanica)

Un'azienda metalmeccanica deve produrre un quantitativo annuo di 100 000 (centomila) flange per tubi ad alta pressione ASTM B16.5 in acciaio inossidabile AISI 304.

Si chiede di rispondere ai quesiti 1,2,3 (PARTE A) e ad almeno un quesito a scelta tra il 4 ed il 5 (PARTE B).

PARTE A

1. Descrivere le strategie di ottimizzazione della dimensione del lotto produttivo.
2. Selezionare il processo di produzione dei grezzi tra fonderia e stampaggio, ipotizzando lotti da 1000 pezzi e giustificando la scelta.
3. In base alla scelta effettuata al punto 2.:
 - a. Nel caso in cui si sia scelto di utilizzare il processo di fonderia, descrivere brevemente le principali tecniche di processi fusorie utilizzabili per il pezzo;
 - b. Nel caso in cui si sia scelto di utilizzare il processo di stampaggio a caldo, descrivere brevemente le principali tipologie di presse.

PARTE B

4. In base alla scelta effettuata al punto 2., progettare le attrezzature necessarie per l'esecuzione del processo e inoltre:
 - a. nel caso in cui si sia scelto di utilizzare il processo di fonderia, si calcoli la spinta metallostatica e il dimensionamento dei canali di colata;
 - b. nel caso in cui si sia scelto di utilizzare il processo di stampaggio a caldo, si calcoli la forza e l'energia di stampaggio;
5. Utilizzando lo schema allegato,
 - a. progettare il ciclo di lavorazione ed elencare le condizioni di taglio ottimali per ciascuna operazione;
 - b. calcolare i tempi e costi di lavorazione del singolo pezzo;
 - c. verificare che la macchina utensile proposta sia adeguata ad eseguire l'operazione più gravosa.

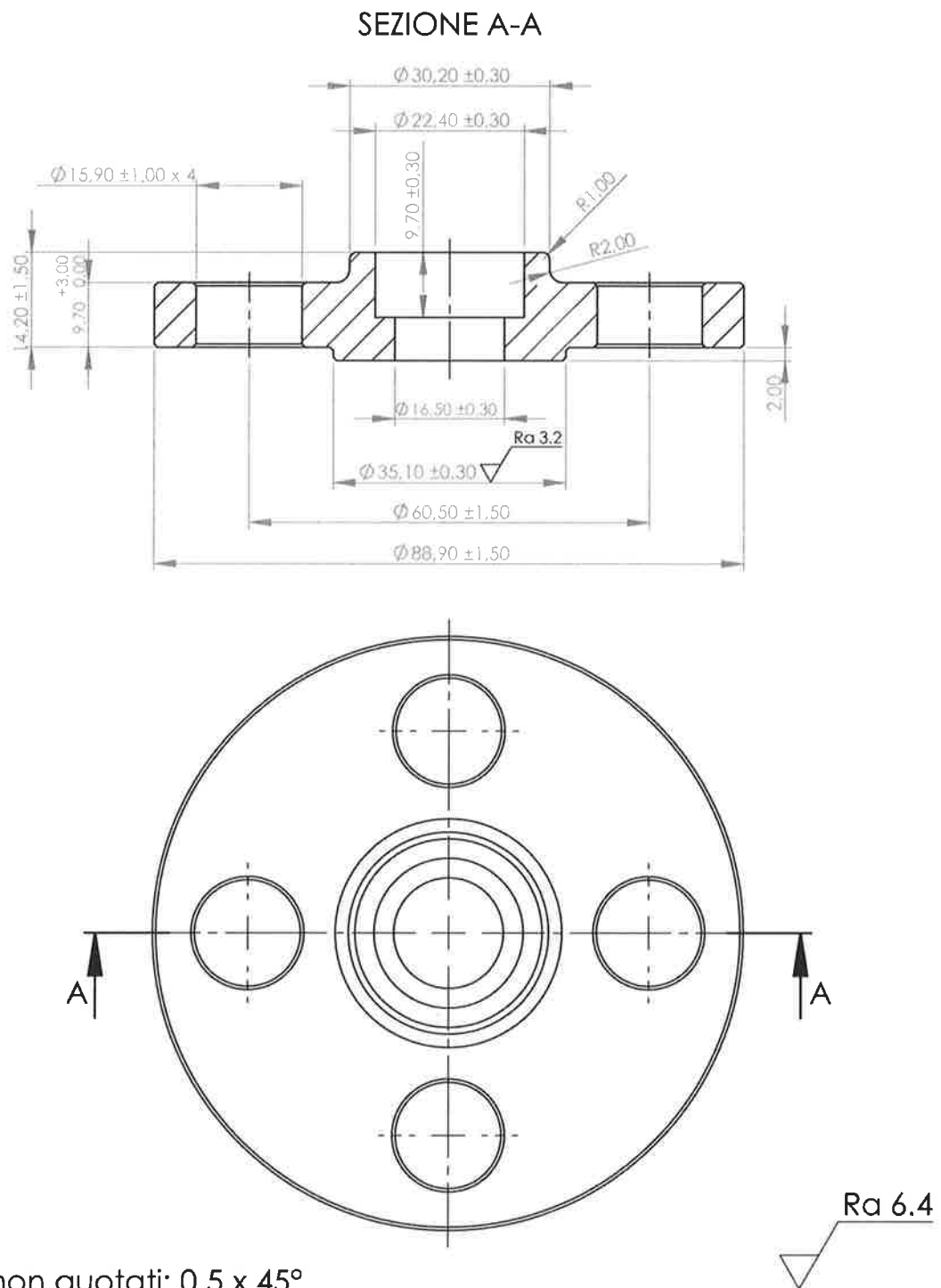
Per la risoluzione del Tema, si utilizzino i dati (a), il disegno (b), l'elenco delle equazioni (c), l'elenco delle tabelle (d), l'estratto del catalogo utensili di tornitura (e), il modello di ciclo di lavorazione (f).

Si ipotizzi qualsiasi ulteriore dato ritenuto utile per la risoluzione del tema.

(a) **Dati** utili per la risoluzione della traccia:

- Coefficiente k per determinare il raggio di influenza: $k = 4$;
- Perdite di carico del metallo fuso a contatto con stampi $c = 0.6$;
- Peso specifico acciaio: 7.8 kg/dm^3 ;
- Peso specifico terra: 1.6 kg/dm^3 ;
- Pressione specifica di taglio K_{s0} acciai inossidabili: 2000 N/mm^2 ;
- Coefficiente $1/n$ acciai inossidabili: 0.197 ;
- Velocità di deformazione pari a 10 s^{-1} per la zona massiva dello stampato e 85 s^{-1} per la zona della bava;
- Potenza di targa del tornio P_T : 7.5 kW ;
- Rendimento del tornio η : 0.90 ;
- Fattore correttivo di sicurezza per il calcolo della potenza assorbita in tornitura: 1.30 .

(b) **Disegno della flangia ASTM B16.5:**



(c) **Equazioni** utili per la risoluzione della traccia, divise per processo:

Fonderia

Modulo Termico:	Volume max alimentabile	Raggio di influenza:	Sezione di strozzatura
$M = \frac{V}{S}$	$V_{\max} = V_m \left(\frac{14-b}{b} \right)$ Dove b è il coefficiente di ritiro volumetrico; Dove Vm è vol. materozza.	$R = k \cdot S$	$S_s = \frac{Q_m}{v} = \frac{V}{t_r \cdot v}$
Velocità fluido:	Spinta Metallostatica:		
$v = c \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_m}$	$Fv = \gamma \cdot V$		
Calcolo Tempi:			
$t_r = 3.2 \sqrt{Q}$ oppure $t_r = 0.32 \cdot s \cdot Q^{0.4}$	$t_s = k_M \cdot M^{1.71} [s]$	$t_s = k_S \cdot S^{1.71} [s]$	t critico = 15 / 25 s

Stampaggio

Spessore camera scarta bave:	Forza massima:	Sforzo in campo plastico:
$s = 0.07 \cdot \frac{S}{p}$	$F_{MAX} = \sigma_m \cdot S \cdot \left(1 + 2 \cdot f \cdot \frac{b}{s} \right) \cdot \eta$	$\sigma = K' \cdot \dot{\epsilon}^m$

Asportazione truciolo

Forza di tornitura:
$F_z = k_{s0} \cdot S^{(1-1/n)}$

(d) Tabelle:

Coefficiente ritiro lineare

Materiale	Ritiro (%)	Materiale	Ritiro (%)
Acciai non legati	1,80	Ghise malleabili nere	0,50
Acciai legati (esclusi quelli al Mn e inossid.)	1,80	Leghe Al (basso Si)	1,35
Acciai al manganese	2,30	Leghe Al (alto Si)	1,20
Acciai inossidabili	2,00	Leghe Cu-Sn	1,50
Ghise grigie	1,00	Leghe Cu-Zn	1,20
Ghise sfer., perlitiche	1,20	Leghe Cu-Sn-Zn	1,30
Ghise sfer., ferritiche	0,50	Leghe Cu-Zn (Mn, Fe, Al)	2,00
Ghise austenitiche	2,00	Leghe Cu-Al (Ni, Fe, Mn)	1,90
Ghise bianche	2,00	Leghe di Zn	1,30
Ghise malleabili bianche	1,60	Leghe antifrizione (me-talli bianchi)	0,50

Angoli di sforno Fonderia/Stampaggio

Altezza (mm)	Mod. in legno	Mod. metall.
≤ 20	4° 00' - 7,0%	2° 00' - 3,5%
20 + 50	3° 00' - 5,0%	1° 30' - 2,8%
50 + 80	2° 00' - 3,5%	1° 00' - 1,7%
80 + 120	1° 30' - 2,8%	0° 45' - 1,3%
120 + 220	1° 00' - 1,7%	0° 40' - 1,1%
≥ 220	1° 00' - 1,7%	0° 30' - 0,8%

Dimensione staffe

a	b	H															
250	315	50	63	80	100	125	160	200									
280	355	50	63	80	100	125	160	200	250								
315	400	50	63	80	100	125	160	200	250	300							
355	450	--	--	80	100	125	160	200	250	300							
400	500	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355						
450	560	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355						
500	630	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355	400					
560	710	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355	400					
630	800	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355	400					
710	900	--	--	--	--	125	160	200	250	300	355	400	500				
800	1000	--	--	--	--	125	160	200	250	300	355	400	500				
900	1100	--	--	--	--	--	160	200	250	300	355	400	500				
1000	1200	--	--	--	--	--	--	200	250	300	355	400	500				
1100	1400	--	--	--	--	--	--	200	250	300	355	400	500				
1200	1500	--	--	--	--	--	--	--	250	300	355	400	500				
1300	1800	--	--	--	--	--	--	--	250	300	355	400	500				
1400	1700	--	--	--	--	--	--	--	--	300	355	400	500				
1500	1800	--	--	--	--	--	--	--	--	300	355	400	500				

Dimensioni camera scarta bava

s	b	r	H	L
0,6	6	1	3,3	18
0,8	6	1	3,4	20
1	7	1	3,5	22
1,6	8	1	4,3	22
2	9	1,5	5	25
3	10	1,5	6,5	28
4	11	2	8	30
5	12	2	9,5	32
6	13	2,5	11	35
8	14	3	14	38
10	15	3	17	40

Coefficienti d'attrito

Materiale	f
acciai	0,20 ÷ 0,25
ottoni	0,12 ÷ 0,17
leghe Al	0,30 ÷ 0,35

Valori sovrametallo Fonderia/Stampaggio

Quota nominale [mm]	Dimensione massima del getto [mm]		
	< 200	200÷1000	> 1000
<20	0,5	1	1,5
20÷40	1	1,5	2
40÷80	1,5	2	2,5
80÷100	2	2,5	3
100÷150	2,5	3	3,5
150÷500	3	3,5	4

Coefficienti per il calcolo di ts

Materiale	Surriscaldamento							
	50°C		100°C		150°C		200°C	
	k _M	k _S	k _M	k _S	k _M	k _S	k _M	k _S
Acciai	2,0	0,6	8,0	3,0	18,0	6,0	30,0	10,0
Ghise malleabili e bronzi	3,0	0,9	12,0	3,5	25,0	7,5	45,0	14,0
Ghisa grigia e sferoidale	4,0	1,3	15,0	5,0	38,0	12,0	65,0	20,0

Coefficiente correttivo per Fmax stampaggio

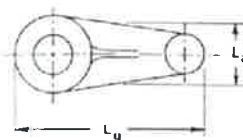


Tabella 16 - Valori di k

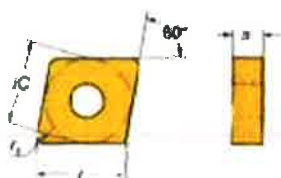
L _a /L _u	k
1	1,00
2	1,08
5	1,20
10	1,30

Costanti legge di flusso dei materiali

Materiale	Temperatura [°C]	K'	m
Alluminio	450	22,1	0,150
	500	17	0,170
Ottone	750	51	0,100
	900	32	0,130
CuZn7	750	48	0,310
	800	38	0,320
C16	900	158	0,102
	1000	123	0,121
	1100	86	0,147
	1200	59	0,185
C20	900	145	0,130
	1000	105	0,140
	1100	80	0,170
	1200	52	0,200
38 NCD 4	900	158	0,085
	1000	130	0,100
	1100	80	0,140
	1150	51	0,160

(e) **Estratto catalogo utensili**

Inserti negativi - T-MAX P



Per le dimensioni,
vedere la chiave
dei codici a
pagina A 10

Qualità Coromant

Per i campi di applicazione ISO, vedere in fondo alla pagina.
Per la descrizione delle qualità, consultare la sezione K.

OC = Metallo di rivestimento (ISO = IC)
CC = Ceramica (ISO = CA, CM, CN, CI)
CT = Cermet (ISO = HT)
- = Metallo duro non rivestito (ISO =
CB = Nitruro di boro (ISO=BN)

[illegible]

Rombico 80°

Per le dimensioni,
vedere la chiave
dei codici a
pagina A 10.

f_a

Per la descrizione delle qualità, consultare la sezione X.

GC = Metallo duro/cermet rivestiti (ISO = HC)
CC = Ceramica (ISO = CA, CM, CN, CC)
CT = Cermet (ISO = HT)
- = Metallo duro non rivestito (ISO = HW)
CB = Nitrato di boro (ISO = BN)

[illegible]

Esempio di ordinazione: 10 pezzi CNMG 12 04 08-WM 4015

Inserti negativi - T-MAX P

Rombico 80°

Per le dimensioni,
vedere la chiave
dei codici a
pagina A 10.

Base

WR

Inserto Wiper

Per migliore produttività a
profondità di taglio medie
ad elevati avanzamenti.
Inserto unilaterale e. Vedere
pagina A 12

Wiper

PR

Linea -P

Per sgrossatura
leggera di acciaio.

PR

Linea -P

Scelta prioritaria
per sgrossature di
acciaio. Inserto
unilaterale.

MR

Linea -M

Per sgrossatura
leggera di acciaio
inossidabile.

MR

Scelta prioritaria
per sgrossatura
di acciaio
inossidabile.
Inserto unilaterale.

Qualità Coromant

Per i campi di applicazione ISO, vedere in fondo
alla pagina.

Per la descrizione delle qualità, consultare la
sezione K.

GC = Metallo duro/cermet rivestiti (ISO = HC)

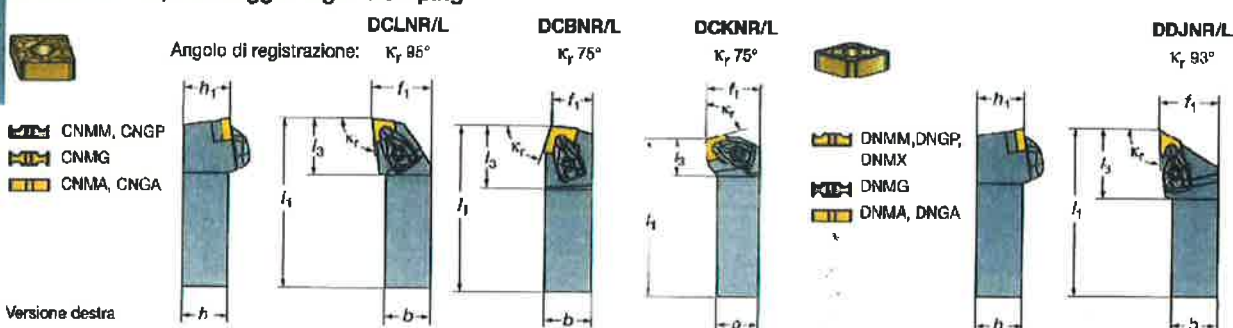
CC = Ceramica (ISO = CA, CM, CN, CC)

- = Metallo duro non rivestito (ISO = HW)

P		M				K				S			
GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC
4015	4026	4035	1025	2015	2025	2035	235	3005	3015	3025	H13A	620	1690
4015	4026	4035											
★	★							★	★				
★	★							★	★				
★	★							★	★				
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												
★	★												

Utensili a stelo cilindrico

CoroTurn™ RC, bloccaggio Rigid Clamping



		Codice di ordinazione	Dimensioni, mm										
			b	f ₁	h	h ₁	l ₁	l ₃	γ ¹⁾	λ _s ²⁾	Inseri campione	Coppia Nm	
 κ _r 95°		12 DCLNR/L2020K12	20	25	20	20	125	32,1	-6°	-6°	CNM. 12 04 08	3,9	
		2525M12	25	32	25	25	150	32,1	-6°	-6°			
		3225P12	25	32	32	32	170	32,1	-6°	-6°			
 κ _r 75°		16 DCLNR/L2525M16	25	32	25	25	150	39,1	-6°	-6°	CNM. 16 06 12	6,4	
		3225P16	25	32	32	32	170	39,1	-6°	-6°			
		3232P16	32	40	32	32	170	39,1	-6°	-6°			
 κ _r 75°		19 DCLNR/L3232P19	32	40	32	32	170	43,5	-6°	-6°	CNM. 19 06 12	6,4	
		12 DCBNR/L2525M12	25	22	25	25	150	34,1	-6°	-6°	CNM. 12 04 08	3,9	
		3225P12	25	22	32	32	170	34,1	-6°	-6°			
 κ _r 75°		16 DCBNR/L2525M16	25	22	25	25	150	41,5	-6°	-6°	CNM. 16 06 12	6,4	
		3225P16	25	22	32	32	170	41,5	-6°	-6°			
		19 DCBNR/L3232P19	32	27	32	32	170	46,1	-6°	-6°	CNM. 19 06 12	6,4	
 κ _r 75°		12 DCKNR/L2525M12	25	32	25	25	150	21,1	-6°	-6°	CNM. 12 04 08	3,9	
		3225P12	25	32	32	32	170	21,1	-6°	-6°			

		Codice di ordinazione	Dimensioni, mm										
			b	f ₁	h	h ₁	l ₁	l ₃	γ ¹⁾	λ _s ²⁾	Inseri campione	Coppia Nm	
 κ _r 93°		11 DDJNR/L2020K11	20	25	20	20	125	30,0	-6°	-7°	DNM. 11 04 08	1,7	
		2525M11	25	32	25	25	150	30,0	-6°	-7°			
		3225P11	25	32	32	32	170	30,0	-6°	-7°			
 κ _r 93°		15 DDJNR/L2020K15	20	25	20	20	125	39,3	-6°	-7°	DNM. 15 06 08	3,9	
		2525M15	25	32	25	25	150	39,3	-6°	-7°			
		3225P15	25	32	32	32	170	39,3	-6°	-7°			
 κ _r 93°		3232P15	32	40	32	32	170	39,3	-6°	-7°			

1) γ = Angolo di spoglia superiore (valido con inserto piano).
2) λ_s = Angolo di inclinazione.

Esempio di ordinazione: 2 pezzi DCLNR2020K12

Principali parti di ricambio

Dimensione inserto	Vite del supporto	Supporto	Chiave (Torx Plus)	Gruppo staffa completo	Chiave (Torx Plus)	Per ulteriori parti di ricambio e accessori, vedere l'elenco completo delle parti di ricambio.
12	5513 020-02	5322 234-01	5680 049-01 (15IP)	5412 028-021*	5680 049-01 (15IP)	* Per modificare gli utensili CoroTurn RC, per utilizzare altri inserti, vedere i gruppi staffa riportati a pagina A 236-A 237.
16	5513 020-07	5322 234-03	5680 043-14 (20IP)	5412 028-031*	5680 043-14 (20IP)	
19	5513 020-07	5322 236-01	5680 043-14 (20IP)	5412 028-041	5680 043-14 (20IP)	
11	5513 020-04	5322 267-01	5680 051-03 (9IP)	5412 028-011	5680 051-03 (9IP)	
15	5513 020-02	5322 266-02	5680 049-01 (15IP)	5412 028-021*	5680 049-01 (15IP)	

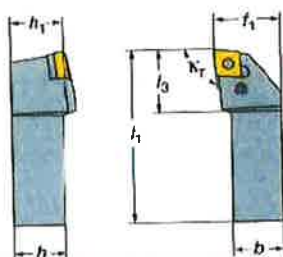
Utensili a stelo cilindrico T-MAX P, bloccaggio a leva



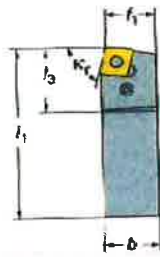
CNMM, CNGP
 CNMG
 CNMA, CNGA

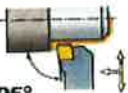
Versione destra

Angolo di registrazione: $\kappa_r 95^\circ$



$\kappa_r 75^\circ$



	Codice di ordinazione	Dimensioni, mm									Inserti campione	
				b	f ₁	h	h ₁	l ₁	l ₃	γ ¹⁾		λ _s ²⁾
 κ _r 95°	09 PCLNR/L 1616H09 2020K09 2525M09			16	20	16	16	100	25	-6°	-6°	CNM. 09 03 08
				20	25	20	20	125	27	-6°	-6°	
				25	32	25	25	150	27	-6°	-6°	
	12 PCLNR/L 1616H12-M 2020K12 2525M12 3225P12			16	20	16	16	100	26,1	-6°	-6°	CNM. 12 04 08
				20	25	20	20	125	29,4	-6°	-6°	
				25	32	25	25	150	30	-6°	-6°	
				25	32	32	32	170	30	-6°	-6°	
	16 PCLNR/L 2525M16 3225P16 3232P16			25	32	25	25	150	32,6	-6°	-6°	CNM. 16 06 12
				25	32	32	32	170	32,6	-6°	-6°	
				32	40	32	32	170	32,6	-6°	-6°	
	19 PCLNR/L 2525M19 3225P19 3232P19 4040S19			25	32	25	25	150	38	-6°	-6°	CNM. 19 06 12
				25	32	32	32	170	38	-6°	-6°	
			32	40	32	32	170	38	-6°	-6°		
			40	50	40	40	250	37	-6°	-6°		
25 PCLNR/L 4040S25 5050T25			40	50	40	40	250	47,0	-6°	-6°	CNM. 25 09 24	
			50	60	50	50	300	47,0	-6°	-6°		
 κ _r 75°	12 PCBNR/L 2525M12			25	22	25	25	150	29	-6°	-6°	CNM. 12 04 08
	16 PCBNR/L 2525M16 3225P16 3232P16			25	22	25	25	150	31,7	-6°	-6°	CNM. 16 06 12
				25	22	32	32	170	31,7	-6°	-6°	
				32	27	32	32	170	31,7	-6°	-6°	
	19 PCBNR/L 3232P19 4040S19			32	27	32	32	170	37,9	-6°	-6°	CNM. 19 06 12
				40	35	40	40	250	37,2	-6°	-6°	

¹⁾ γ = Angolo di spoglia superiore (valido con inserto piano).
²⁾ λ_s = Angolo di inclinazione.

Esempio di ordinazione: 2 pezzi PCLNR1616H

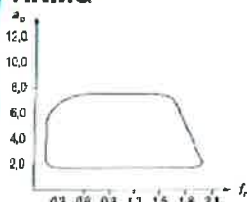
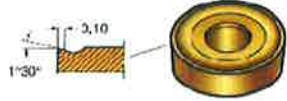
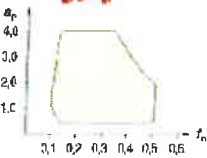
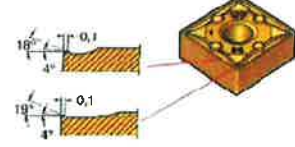
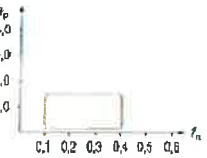
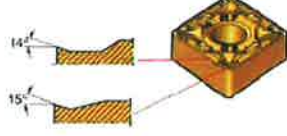
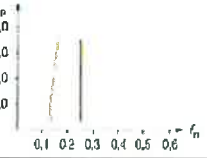
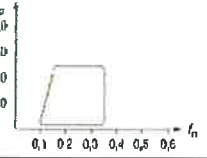
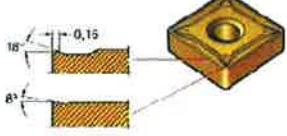
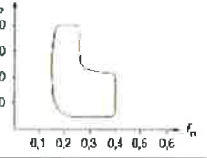
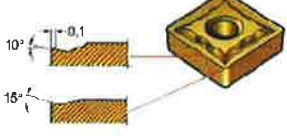
Principali parti di ricambio

Dimensione inserto

	Leva	Vite	Chiave (mm)	Supporto
09	174.3-840M	174.3-820M	170.3-860 (2,5)	5322 230-02
12-M	174.3-848M	174.3-858	174.1-864 (3,0)	171.3-850M
12	174.3-841M	174.3-821	174.1-864 (3,0)	171.3-850M
16	438.3-840	438.3-831	174.1-864 (3,0)	171.3-852
19	174.3-842M	174.3-822M	3021 010-040 (4,0)	171.31-851M
25	174.3-844M	174.3-827	3021 010-050 (5,0)	5322 230-01

Per ulteriori parti di ricambio e accessori, vedere l'elenco completo delle parti di ricambio

Inserti negativi - T-MAX P

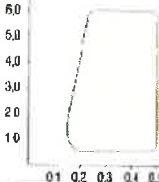
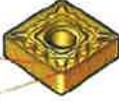
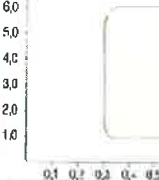
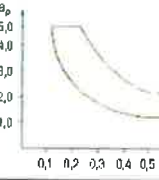
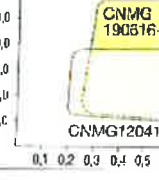
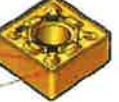
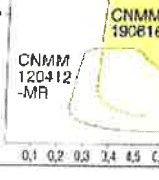
A	ISO	Geometria		Qualità	Dati di taglio consigliati per il gruppo di materiali CMC 02.1		
		Campo di controllo truciolo	Descrizione delle geometrie		a_p	f_n	v_c
Acciaio	P	RNMG 	RNMG 19 08 00 $a_p = 1,9 - 7,6 \text{ mm}$ $f_n = 0,2 - 2,0 \text{ mm/giro}$	Filo tagliente affidabile e prestazioni costanti.	GC4015 GC4025 GC4035	4,3	0,6
							
	M	WF 	CNMG 12 04 08-WF $a_p = 0,3 - 4,0 \text{ mm}$ $f_n = 0,1 - 0,5 \text{ mm/giro}$	Eccellente finitura superficiale con buon controllo truciolo	GC1025 GC2015	1,0	0,3
							
		MF Linea -M 	CNMG 12 04 08-MF $a_p = 0,1 - 1,5 \text{ mm}$ $f_n = 0,1 - 0,4 \text{ mm/giro}$	Il tagliente positivo vivo genera tagli "perfetti" e minimo rischio di formazione di tagliente di riporto.	GC1025 GC2015 GC2025	0,4	0,2
							
Acciaio inossidabile	M	23 	CNMG 12 04 08-23 $a_p = 0,35 - 3,6 \text{ mm}$ $f_n = 0,13 - 0,25 \text{ mm/giro}$	Il tagliente positivo vivo genera basse forze di taglio.	H10F	0,8	0,18
							
		QF 	CNMG 12 04 08-QF $a_p = 0,2 - 2,5 \text{ mm}$ $f_n = 0,1 - 0,35 \text{ mm/giro}$	Buon controllo truciolo a piccole profondità di taglio.	GC235	0,5	0,15
							
Acciaio inossidabile	M	MF 	CNMG 12 04 08-MF $a_p = 0,5 - 4,0 \text{ mm}$ $f_n = 0,15 - 0,4 \text{ mm/giro}$	Buon controllo truciolo con affidabile filo tagliente. Geometria dedicata (-MF)	GC235	1,0	0,2
							

Inserti negativi - T-MAX P

ISO	Geometria		a_p = Profondità di taglio, mm f_n = Avanzamento, mm/giro v_c = velocità di taglio, mm/min	Qualità	Dati di taglio consigliati per il gruppo di materiali CMC 05.21 a_p f_n v_0		
Campo di controllo truciolo		Descrizione delle geometrie					
M Finitura <							



Inserti negativi - T-MAX P

A	ISO	Geometria		Qualità	Dati di taglio consigliati per il gruppo di materiali CMC 05.21		
		Campo di controllo truciolo	Descrizione delle geometrie		a_p	f_n	v_c
M	Lavorazione Media	SM	CNMG 12 04 08-SM $a_p = 0,5 - 8,0 \text{ mm}$ $f_n = 0,17 - 0,5 \text{ mm/giro}$   Filo tagliente affidabile e robusto. Buone prestazioni in superfici con scaglie e passate a taglio interrotto. Buon controllo truciolo.	GC235	2,0	0,3	115
			KNMX 16 04 10R-71 $a_p = 1,0 - 6,0 \text{ mm}$ $f_n = 0,3 - 0,7 \text{ mm/giro}$   Ampio campo di controllo truciolo con buone prestazioni in condizioni difficili.	GC2025	3,0	0,35	175
			KNUX 16 04 10R12 $a_p = 1,5 - 6,0 \text{ mm}$ $f_n = 0,4 - 0,7 \text{ mm/giro}$   Ampio campo di controllo truciolo. Il tagliente affilato genera basse forze di taglio.	GC2025 GC235	4,0	0,5	150
			RCMX Unilaterale 12 04 00E $a_p = 1,2 - 4,6 \text{ mm}$ $f_n = 0,12 - 1,2 \text{ mm/giro}$   Tagliente robusto con angoli di spoglia superiore e inferiore positivi. Buona sicurezza in combinazione con buona affidabilità.	GC235	3,0	0,4	125
M	Sgrossatura	MR	Linea - M CNMG 12 04 12-MR $a_p = 2,0 - 7,6 \text{ mm}$ $f_n = 0,2 - 0,6 \text{ mm/giro}$ CNMG 19 06 16-MR $a_p = 2,0 - 11,4 \text{ mm}$ $f_n = 0,25 - 0,7 \text{ mm/giro}$   Rompitrucioli universale con ampio campo di controllo truciolo. Opera bene in sgrossatura e passate a taglio interrotto.	GC2015 GC2025 GC2035	3,0	0,35	175
			Unilaterale CNMM 12 04 12-MR $a_p = 1,0 - 7,5 \text{ mm}$ $f_n = 0,25 - 0,7 \text{ mm/giro}$ CNMM 19 06 16-MR $a_p = 1,8 - 12,0 \text{ mm}$ $f_n = 0,35 - 0,9 \text{ mm/giro}$   Tagliente efficace con azione di taglio dolce in combinazione con filo tagliente affidabile.	GC2015 GC2025 GC2035	3,0	0,4	165

A 300



Inserti negativi - T-MAX P

ISO	Geometria	Descrizione delle geometrie	Qualità	Dati di taglio consigliati per il gruppo di materiali CMC 05.21		
				a_p	f_n	v_c
M Sgrossatura	PR Linea -P	CNMG 12 04 12-PR $a_p = 1,0 - 7,0 \text{ mm}$ $f_n = 0,25 - 0,7 \text{ mm/giro}$ CNMG 19 08 16-PR $a_p = 1,5 - 10,0 \text{ mm}$ $f_n = 0,3 - 0,8 \text{ mm/giro}$ Rompitrucoli universale con ampio campo di controllo truciolo. Tagliente affidabile e rompitrucoli positivo.	GC2025	4,0	0,5	165
	MR	CNMG 16 06 16-MR $a_p = 2,0 - 10,7 \text{ mm}$ $f_n = 0,4 - 0,77 \text{ mm/giro}$ Filo tagliente robusto. Adatto per operazioni di sgrossatura in presenza di taglio interrotto ed inclusioni di sabbia. Geometria dedicata (-MR)	GC235	5,0	0,5	105
	QR Unilaterale	CNMG 12 04 12-QR $a_p = 2,0 - 8,0 \text{ mm}$ $f_n = 0,35 - 0,68 \text{ mm/giro}$ Ampio campo di controllo truciolo in combinazione con filo tagliente robusto e rompitrucoli positivo. Adatta per produzione mista.	GC2025 GC235	4,0	0,45	155
	HR Unilaterale	CNMG 19 08 16-HR $a_p = 2,4 - 13 \text{ mm}$ $f_n = 0,6 - 1,1 \text{ mm/giro}$ Tagliente estremamente robusto per sicurezza in operazioni di sgrossatura.	GC235	10	0,8	90
K Finitura	WF	CNMG 12 04 08-WF $a_p = 0,3 - 4,0 \text{ mm}$ $f_n = 0,1 - 0,5 \text{ mm/giro}$ Eccellente finitura superficiale con buon controllo truciolo	Qualità	Dati di taglio consigliati per il gruppo di materiali CMC 08.2		
	WG	CNMG 12 04 12 T01020WG $a_p = 0,5 - 5,0 \text{ mm}$ $f_n = 0,2 - 0,9 \text{ mm/giro}$ Migliore preparazione del tagliente per sfruttare la capacità del Wiper nella lavorazione di materiali innovativi. Eccellente finitura superficiale.	GC3005	1,0	0,3	240
Ghisa			CC650 CC6090	1,5	0,45	600
			CB7050	0,4	0,4	930



(f) **Modello di ciclo di lavorazione:**

		Ciclo di lavorazione		Ciclo n:
		Denominazione pezzo:		
N.:	Descrizione operazione (schizzo)	Macchina Utensile:	Codice Utensile	
10				
20				
...				

DESCRIZIONE DELLE OPERAZIONI	CONDIZIONI DI TAGLIO						Tempi macc. (s)
	v_c (m/min)	n (giri/min)	f (mm/giro)	a_p (mm)	n. pass.	corsa (mm)	
10							
20							
...							

Tema n. 5 (classe LM/25-Ingegneria dell'automazione industriale, classe LM/31-Ingegneria Gestionale, classe LM/30-Ingegneria Energetica e classe LM/33-Ingegneria Meccanica)

PARTE A

Il candidato discuta il ruolo della previsione della domanda nell'ambito del processo di pianificazione integrata dei materiali di una qualsivoglia azienda manifatturiera. In particolare, descriva: contesti di applicazione, principi di funzionamento, parametri chiave, modelli di previsione, indicatori di prestazione.

PARTE B

Il candidato illustri i principi generali, i criteri e i principali approcci metodologici utilizzabili per la pianificazione dei materiali in ambito industriale. Si distingua in particolare tra gestione a scorta e gestione a fabbisogno.

Relativamente alla gestione a fabbisogno, si consideri e risolva il seguente caso industriale.

SanGiacomo è un noto marchio di acqua minerale, la cui produzione è concentrata nello stabilimento di Sondrio. Per la pianificazione della produzione viene utilizzato un sistema software MRP, la cui elaborazione è lanciata giornalmente, con periodo di due giorni ed orizzonte di dieci (2 settimane lavorative da 5 gg cadauna). Tale sistema viene alimentato dagli ordini ricevuti dai clienti, integrati con le previsioni di vendita elaborate dalla funzione marketing dell'azienda.

Uno dei formati di punta è quello delle bottiglie da 50 cl, vendute in confezioni da sei, che si realizzano attraverso tre macro-fasi produttive.

- Una linea integrata di imbottigliamento & tappatura, che realizza le bottiglie finite, con un lead time complessivo di due periodi. Si consideri il fatto che l'imbottigliamento comporta una perdita media di 1 cl d'acqua per ogni bottiglia che viene riempita;
- Il controllo qualità, che scarta in media il 3% delle bottiglie prodotte dalla fase precedente, essenzialmente a causa della tappatura non ermetica;
- Il confezionamento, che interviene sulle sole bottiglie che superano il controllo qualità. Tale operazione viene realizzata attraverso una macchina impacchettatrice che utilizza 0,6 m² di film plastico per ogni confezione, e richiede un lead time di un periodo.

Considerando i dati nel seguito riportati, al candidato è richiesto di:

- Costruire la distinta base del prodotto finito immesso sul mercato;
- Eseguire il calcolo del piano d'ordini per tutti i codici della distinta base;

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Domanda confezioni acqua	400	200	300	500	250	400	600	400	700	800

Tabella 1: Fabbisogni confezioni 6 bottiglie acqua SanGiacomo da 0,5 l per i prossimi 10 periodi

Voce	Confezioni acqua [# conf.]	Bottiglie finite [# pezzi]	Film [m ²]	Tappi [# pezzi]	Bottiglie vuote [# pezzi]	Acqua [litri]
Scorta iniziale	400	800	200	5.000	0	2.500
Impegnato ad oggi	50	-	-	-	-	-
Ordini in corso (disponibili al periodo 1)	500	3.200	400	-	6.000	-
Scorta di sicurezza	200	600	300	400	400	300
Lotto di riordino	500	3.800	600	6.400	6.000	3.500
Lead time produzione o acquisto [# periodi]	1	2	1	1	2	1

Tabella 2: Dati gestionali relativi ai diversi codici

- c. Il candidato discuta inoltre le diverse possibili modalità di risoluzione delle eventuali infattibilità, anche nel caso in cui non dovessero presentarsi. Per ciascuna possibile leva, si faccia riferimento a: applicabilità pratica, impatti, costi attesi;
- d. Il candidato illustri infine per quale motivo, a suo avviso, tale scenario logistico-produttivo non potrebbe essere gestito con eguale efficacia attraverso politiche di gestione a scorta.

PARTE A

- 1) Il cedimento a fatica è la principale causa di rottura nei componenti meccanici in esercizio. Il candidato descriva:
 - a. i diagrammi utilizzati per la rappresentazione ed interpretazione della resistenza a fatica in regimi ad alto o basso numero di cicli e metodologie di indagine sperimentale.
 - b. i meccanismi di danneggiamento (es. nucleazione/propagazione) a livello microstrutturale, i principali fattori di influenza ed i trattamenti generalmente adottati per limitarne gli effetti nei metalli.
- 2) Il candidato spieghi l'importanza della definizione delle tolleranze dimensionali e geometriche nel disegno tecnico industriale, fornendo alcuni esempi pratici.

PARTE B

Si consideri il gruppo di rinvio di una trasmissione a ruote dentate riportato nell'ultima tavola allegata.

- 3) Si identifichino gli elementi che costituiscono l'assieme.
- 4) Si descriva in che modo è stata realizzata la configurazione isostatica.
- 5) Si traccino i diagrammi qualitativi delle azioni interne cui è sottoposto l'albero e si illustri una procedura per il dimensionamento dell'albero e dei cuscinetti.
- 6) Si descriva come eseguire la verifica delle ruote dentate.
- 7) Si analizzi il complessivo discutendo eventuali tolleranze di accoppiamento e/o catene di tolleranze.
- 8) Si esegua la messa in tavola in bozza con numero minimo di viste e sezioni e quotatura completa del supporto cerniera (base nella tavola allegata) completa di tolleranze dimensionali e geometriche.

Per la risoluzione del Tema si utilizzino le tabelle allegate.



Dimensione nominale mm		GRADI DI TOLLERANZA NORMALIZZATI																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
oltre	fino a	Tolleranza																	
		µm										mm							
-	3	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,60	1	1,4
3	6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30	50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120	180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180	250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500	630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630	800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800	1000	11	15	21	28	40	58	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1000	1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1250	1600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1600	2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2000	2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2500	3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33

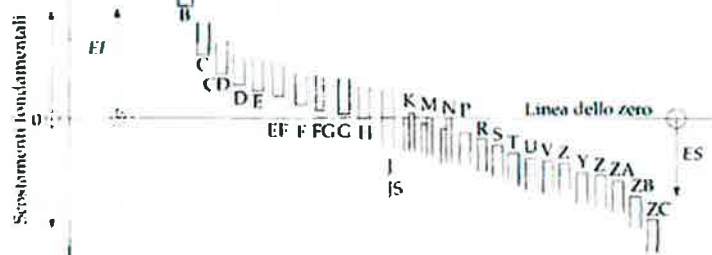
1

DIMENSIONE NOMINALE mm		SCOSTAMENTI SUPERIORI es												SCOSTAMENTI INFERIORI el																							
		GRADI DI TOLLERANZA: μm												GRADI DI TOLLERANZA: μm																							
oltre	fino a	js	jt	js	jd	js	jf	js	jg	js	jh	js	IT5 a IT6	IT7	IT8	IT9 a IT7	IT9 a IT7 o sopra a IT7	GRADI DI TOLLERANZA: μm																			
																		j	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc				
-	3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14		+18	+20	+26	+32	+40	+60								
3	6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0	-2	-4	+1	0	0	+4	+8	+12	+15	+19		+23	+28	+35	+42	+50	+80								
6	10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0	-2	-5	+1	0	0	+6	+10	+15	+19	+23		+28	+34	+42	+52	+67	+97								
10	14	-290	-150	-95		-50	-32		-16		-6	0	-3	-6	+1	0	0	+7	+12	+18	+23	+28		+33	+40	+50	+64	+90	+130								
14	18																							+39	+45	+60	+77	+108	+150								
18	24	-300	-160	-110		-65	-40		-20		-7	0	-4	-8	+2	0	0	+8	+15	+22	+28	+35		+41	+47	+54	+63	+98	+168								
24	30																							+48	+55	+64	+75	+88	+118	+218							
30	40	-310	-170	-120		-80	-50		-25		-9	0	-5	-10	+2	0	0	+9	+17	+26	+34	+43		+48	+60	+68	+80	+94	+112	+200	+274						
40	50	-320	-180	-130																				+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325					
50	65	-340	-190	-140		-100	-60		-30		-10	0	-7	-12	+2	0	0	+11	+20	+32				+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405					
65	80	-360	-200	-150																					+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480				
80	100	-380	-220	-170																						+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585			
100	120	-410	-240	-180		-120	-72		-36		-12	0	-9	-15	+3	0	0	+13	+23	+37					+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690				
120	140	-450	-260	-200																						+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800			
140	160	-520	-280	-210		-145	-85		-43		-14	0	-11	-18	+3	0	0	+15	+27	+43						+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900			
160	180	-580	-310	-230																							+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000		
180	200	-660	-340	-240																								+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150	
200	225	-740	-380	-260		-170	-100		-50		-15	0	-13	-21	+4	0	0	+17	+31	+50							+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250		
225	250	-820	-420	-280																								+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350	
250	280	-920	-460	-300																								+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550	
280	315	-1050	-510	-330		-190	-110		-56		-17	0	-16	-26	+4	0	0	+20	+34	+56								+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700	
315	355	-1200	-600	-360		-210	-125		-62		-18	0	-18	-29	+4	0	0	+21	+37	+62								+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900	
355	400	-1350	-680	-400																									+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100
400	450	-1500	-760	-440		-230	-135		-68		-20	0	-20	-32	+5	0	0	+23	+40	+68								+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400	
450	500	-1650	-840	-480																									+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600
500	560																												+400	+600							
560	630					-260	-145		-76		-22	0																	+450	+660							
630	710																												+500	+740							
710	800					-290	-160		-80		-24	0																	+560	+840							
800	900																												+620	+940							
900	1000					-320	-170		-86		-26	0																	+700	+1050							
1000	1120																												+780	+1150							
1120	1250					-350	-195		-98		-28	0																	+840	+1300							
1250	1400																												+960	+1450							
1400	1600					-390	-220		-110		-30	0																	+1050	+1600							
1600	1800																												+1150	+1750							
1800	2000					-430	-240		-120		-32	0																	+1260	+1850							
2000	2240																												+1370	+1950							
2240	2500					-480	-260		-130		-34	0																	+1480	+2050							
2500	2800																												+1590	+2150							
2800	3150					-520	-290		-145		-36	0																	+1690	+2250							

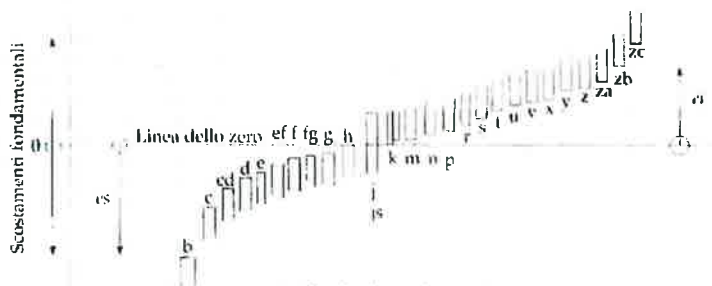
ORDINE NOMIALE mm	SCOSTAMENTI INFERIORI EI														SCOSTAMENTI SUPERIORI ES																
	GRADI DI TOLLERANZA: mm														GRADI DI TOLLERANZA SUPERIORI A IT7																
	oltre 0,005	0,005 a 0,01	0,01 a 0,015	0,015 a 0,02	0,02 a 0,03	0,03 a 0,04	0,04 a 0,05	0,05 a 0,06	0,06 a 0,08	0,08 a 0,1	0,1 a 0,15	0,15 a 0,2	0,2 a 0,3	0,3 a 0,5	IT6 a IT7	IT7 a IT8	IT8 a IT9	IT9 a IT10	IT10 a IT11	IT11 a IT12	IT12 a IT13	IT13 a IT14	IT14 a IT15	IT15 a IT16	IT16 a IT17	IT17 a IT18	IT18 a IT19	IT19 a IT20	IT20 a IT21	IT21 a IT22	
3	+270	+140	+80	+34	+28	+14	+10	+6	+4	+2	0				+2	+4	+6	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-22	-24	-26
6	+270	+140	+70	+48	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0				+5	+8	+10	-1+3	-4+3	-6	-8	-10+3	0								
10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0				+5	+8	+12	-1+3	-6+3	-8	-10+3	0									
14																															
18	+230	+150	+95		+50	+32		+16		+8	0				+6	+10	+15	-1+3	-7+3	-7	-12+3	0									
24																															
30	+300	+160	+110		+65	+40		+20		+7	0				+8	+12	+20	-2+3	-8+3	-8	-15+3	0									
40																															
50	+310	+170	+120		+80	+50		+25		+9	0				+10	+14	+24	-2+3	-9+3	-9	-17+3	0									
63	+320	+180	+130																												
80	+340	+190	+140																												
100	+360	+200	+150		+100	+60		+30		+10	0				+13	+18	+28	-2+3	-11+3	-11	-20+3	0									
125																															
160	+380	+220	+170		+120	+72		+36		+12	0				+16	+22	+34	-3+3	-13+3	-13	-23+3	0									
200	+410	+240	+180																												
250	+460	+260	+200		+145	+85		+43		+14	0				+18	+26	+41	-3+3	-15+3	-15	-27+3	0									
315	+520	+280	+210																												
400	+580	+310	+230		+170	+100		+50		+15	0				+22	+30	+47	-4+3	-17+3	-17	-31+3	0									
500	+640	+340	+240																												
630	+700	+380	+260		+190	+110		+56		+17	0				+25	+35	+55	-4+3	-20+3	-20	-34+3	0									
800	+760	+420	+280		+210	+125		+62		+18	0				+28	+39	+60	-4+3	-21+3	-21	-37+3	0									
1000	+830	+460	+300		+230	+135		+68		+20	0				+33	+43	+66	-5+3	-23+3	-23	-40+3	0									
1250																															
1600	+900	+500	+320		+250	+145		+75		+22	0																				
2000	+980	+550	+340		+270	+160		+80		+24	0																				
2500	+1060	+600	+360		+290	+170		+85		+26	0																				
3150	+1150	+650	+380		+320	+180		+90		+28	0																				
4000	+1250	+700	+400		+350	+195		+95		+30	0																				
5000	+1360	+760	+420		+380	+220		+110		+32	0																				
6300	+1480	+820	+440		+430	+240		+120		+34	0																				
8000	+1600	+880	+460		+480	+260		+130		+36	0																				
10000	+1730	+950	+480		+520	+280		+145		+38	0																				

Scostamenti fondamentali

Fori e Alberi



a) Fori (elementi interni)



b) Alberi (elementi esterni)

Accoppiamenti effettivamente usati

FORI

	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	J	JS	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC
IT01	A1	B1	C1	CD1	D1	E1	EF1	F1	FG1	G1	H1	J1	JS1	K1	M1	N1	P1	R1	S1	T1	U1	V1	X1	Y1	Z1	ZA1	ZB1	ZC1
IT02	A2	B2	C2	CD2	D2	E2	EF2	F2	FG2	G2	H2	J2	JS2	K2	M2	N2	P2	R2	S2	T2	U2	V2	X2	Y2	Z2	ZA2	ZB2	ZC2
IT03	A3	B3	C3	CD3	D3	E3	EF3	F3	FG3	G3	H3	J3	JS3	K3	M3	N3	P3	R3	S3	T3	U3	V3	X3	Y3	Z3	ZA3	ZB3	ZC3
IT04	A4	B4	C4	CD4	D4	E4	EF4	F4	FG4	G4	H4	J4	JS4	K4	M4	N4	P4	R4	S4	T4	U4	V4	X4	Y4	Z4	ZA4	ZB4	ZC4
IT05	A5	B5	C5	CD5	D5	E5	EF5	F5	FG5	G5	H5	J5	JS5	K5	M5	N5	P5	R5	S5	T5	U5	V5	X5	Y5	Z5	ZA5	ZB5	ZC5
IT06	A6	B6	C6	CD6	D6	E6	EF6	F6	FG6	G6	H6	J6	JS6	K6	M6	N6	P6	R6	S6	T6	U6	V6	X6	Y6	Z6	ZA6	ZB6	ZC6
IT07	A7	B7	C7	CD7	D7	E7	EF7	F7	FG7	G7	H7	J7	JS7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7	U7	V7	X7	Y7	Z7	ZA7	ZB7	ZC7
IT08	A8	B8	C8	CD8	D8	E8	EF8	F8	FG8	G8	H8	J8	JS8	K8	M8	N8	P8	R8	S8	T8	U8	V8	X8	Y8	Z8	ZA8	ZB8	ZC8
IT09	A9	B9	C9	CD9	D9	E9	EF9	F9	FG9	G9	H9	J9	JS9	K9	M9	N9	P9	R9	S9	T9	U9	V9	X9	Y9	Z9	ZA9	ZB9	ZC9
IT10	A10	B10	C10	CD10	D10	E10	EF10	F10	FG10	G10	H10	J10	JS10	K10	M10	N10	P10	R10	S10	T10	U10	V10	X10	Y10	Z10	ZA10	ZB10	ZC10
IT11	A11	B11	C11	CD11	D11	E11	EF11	F11	FG11	G11	H11	J11	JS11	K11	M11	N11	P11	R11	S11	T11	U11	V11	X11	Y11	Z11	ZA11	ZB11	ZC11
IT12	A12	B12	C12	CD12	D12	E12	EF12	F12	FG12	G12	H12	J12	JS12	K12	M12	N12	P12	R12	S12	T12	U12	V12	X12	Y12	Z12	ZA12	ZB12	ZC12
IT13	A13	B13	C13	CD13	D13	E13	EF13	F13	FG13	G13	H13	J13	JS13	K13	M13	N13	P13	R13	S13	T13	U13	V13	X13	Y13	Z13	ZA13	ZB13	ZC13
IT14	A14	B14	C14	CD14	D14	E14	EF14	F14	FG14	G14	H14	J14	JS14	K14	M14	N14	P14	R14	S14	T14	U14	V14	X14	Y14	Z14	ZA14	ZB14	ZC14
IT15	A15	B15	C15	CD15	D15	E15	EF15	F15	FG15	G15	H15	J15	JS15	K15	M15	N15	P15	R15	S15	T15	U15	V15	X15	Y15	Z15	ZA15	ZB15	ZC15
IT16	A16	B16	C16	CD16	D16	E16	EF16	F16	FG16	G16	H16	J16	JS16	K16	M16	N16	P16	R16	S16	T16	U16	V16	X16	Y16	Z16	ZA16	ZB16	ZC16
IT17	A17	B17	C17	CD17	D17	E17	EF17	F17	FG17	G17	H17	J17	JS17	K17	M17	N17	P17	R17	S17	T17	U17	V17	X17	Y17	Z17	ZA17	ZB17	ZC17
IT18	A18	B18	C18	CD18	D18	E18	EF18	F18	FG18	G18	H18	J18	JS18	K18	M18	N18	P18	R18	S18	T18	U18	V18	X18	Y18	Z18	ZA18	ZB18	ZC18



5

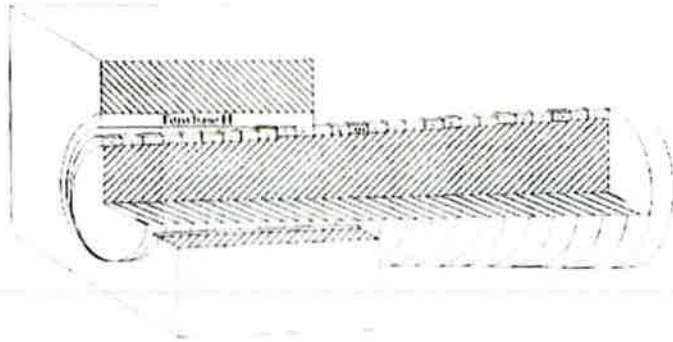
Accoppiamenti effettivamente usati

ALBERI

	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	j	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
IT01	a1	b1	c1	cd1	d1	e1	ef1	f1	fg1	g1	h1	j1	js1	k1	m1	n1	p1	r1	s1	t1	u1	v1	x1	y1	z1	za1	zb1	zc1
IT02	a2	b2	c2	cd2	d2	e2	ef2	f2	fg2	g2	h2	j2	js2	k2	m2	n2	p2	r2	s2	t2	u2	v2	x2	y2	z2	za2	zb2	zc2
IT03	a3	b3	c3	cd3	d3	e3	ef3	f3	fg3	g3	h3	j3	js3	k3	m3	n3	p3	r3	s3	t3	u3	v3	x3	y3	z3	za3	zb3	zc3
IT04	a4	b4	c4	cd4	d4	e4	ef4	f4	fg4	g4	h4	j4	js4	k4	m4	n4	p4	r4	s4	t4	u4	v4	x4	y4	z4	za4	zb4	zc4
IT05	a5	b5	c5	cd5	d5	e5	ef5	f5	fg5	g5	h5	j5	js5	k5	m5	n5	p5	r5	s5	t5	u5	v5	x5	y5	z5	za5	zb5	zc5
IT06	a6	b6	c6	cd6	d6	e6	ef6	f6	fg6	g6	h6	j6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	v6	x6	y6	z6	za6	zb6	zc6
IT07	a7	b7	c7	cd7	d7	e7	ef7	f7	fg7	g7	h7	j7	js7	k7	m7	n7	p7	r7	s7	t7	u7	v7	x7	y7	z7	za7	zb7	zc7
IT08	a8	b8	c8	cd8	d8	e8	ef8	f8	fg8	g8	h8	j8	js8	k8	m8	n8	p8	r8	s8	t8	u8	v8	x8	y8	z8	za8	zb8	zc8
IT09	a9	b9	c9	cd9	d9	e9	ef9	f9	fg9	g9	h9	j9	js9	k9	m9	n9	p9	r9	s9	t9	u9	v9	x9	y9	z9	za9	zb9	zc9
IT10	a10	b10	c10	cd10	d10	e10	ef10	f10	fg10	g10	h10	j10	js10	k10	m10	n10	p10	r10	s10	t10	u10	v10	x10	y10	z10	za10	zb10	zc10
IT11	a11	b11	c11	cd11	d11	e11	ef11	f11	fg11	g11	h11	j11	js11	k11	m11	n11	p11	r11	s11	t11	u11	v11	x11	y11	z11	za11	zb11	zc11
IT12	a12	b12	c12	cd12	d12	e12	ef12	f12	fg12	g12	h12	j12	js12	k12	m12	n12	p12	r12	s12	t12	u12	v12	x12	y12	z12	za12	zb12	zc12
IT13	a13	b13	c13	cd13	d13	e13	ef13	f13	fg13	g13	h13	j13	js13	k13	m13	n13	p13	r13	s13	t13	u13	v13	x13	y13	z13	za13	zb13	zc13
IT14	a14	b14	c14	cd14	d14	e14	ef14	f14	fg14	g14	h14	j14	js14	k14	m14	n14	p14	r14	s14	t14	u14	v14	x14	y14	z14	za14	zb14	zc14
IT15	a15	b15	c15	cd15	d15	e15	ef15	f15	fg15	g15	h15	j15	js15	k15	m15	n15	p15	r15	s15	t15	u15	v15	x15	y15	z15	za15	zb15	zc15
IT16	a16	b16	c16	cd16	d16	e16	ef16	f16	fg16	g16	h16	j16	js16	k16	m16	n16	p16	r16	s16	t16	u16	v16	x16	y16	z16	za16	zb16	zc16
IT17	a17	b17	c17	cd17	d17	e17	ef17	f17	fg17	g17	h17	j17	js17	k17	m17	n17	p17	r17	s17	t17	u17	v17	x17	y17	z17	za17	zb17	zc17
IT18	a18	b18	c18	cd18	d18	e18	ef18	f18	fg18	g18	h18	j18	js18	k18	m18	n18	p18	r18	s18	t18	u18	v18	x18	y18	z18	za18	zb18	zc18



Sistema Foro Base

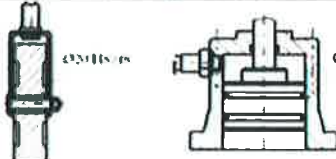
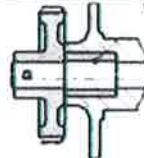
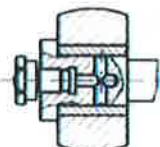


Sistema Foro Base

Extra Precisi								Precisi								Medio Precisi								Grossolani							
Foro		Albero						Foro		Albero						Foro		Albero						Foro							
H6	p5	n5	k6	js6	h6	g5	f6	H7	u7	s6	r6	p7	n6	m6	k7	h6	g6	f7	H8	n8	k7	js7	h7	h8	f7	f8	e8	d8	H11	h11	c11
Tipo di accoppiamento								Tipo di accoppiamento								Tipo di accoppiamento								Tipo di accoppiamento							
Bloccato alla pressa								Bloccato a caldo								Bloccato serrato								Con scorrimento							
Bloccato serrato								Bloccato a caldo								Bloccato serrato								Con scorrimento							
Bloccato leggero								Bloccato alla pressa								Bloccato serrato								Con scorrimento							
Bloccato a spinta								Bloccato serrato								Bloccato normale								Con scorrimento							
Con scorrimento								Bloccato a caldo								Bloccato serrato								Con scorrimento							
Libero stretto								Bloccato alla pressa								Bloccato serrato								Con scorrimento							
Libero normale								Bloccato serrato								Bloccato normale								Con scorrimento							
								Bloccato normale								Bloccato leggero								Con scorrimento							
								Con scorrimento								Con scorrimento								Con scorrimento							
								Libero stretto								Libero normale								Con scorrimento							
								Libero normale								Libero largo								Con scorrimento							
								Libero ampio								Libero amplissimo								Con scorrimento							
Rettificazione, alta precisione Montaggio cuscinetti, tenuta idraulica								Rettificazione, media precisione Rettificazione alberi, alesatura								Lavorazioni alle macchine utensil Tornitura, fresatura, alesatura								Qualsiasi tipo di macchina							
Bloccato a spinta: montaggio a mano forzando leggermente Bloccato leggero: montaggio a pressione con torchietto Bloccato normale: montaggio a pressione con torchietto Bloccato serrato: montaggio a pressione eventualmente con differenza di temperatura Bloccato alla pressa: montaggio a pressione eventualmente con differenza di temperatura																Bloccato a caldo: con differenza di temperatura tra i due pezzi Con scorrimento: parti rotanti o scorrevoli con buona lubrificazione Libero stretto: accoppiamenti mobili a bassa velocità Libero normale: pezzi rotanti ad alta velocità Libero largo e ampio: pezzi che richiedono molto gioco															



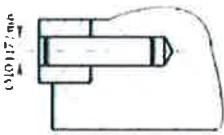
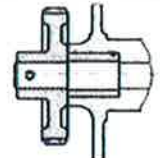
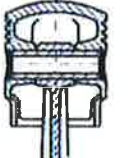
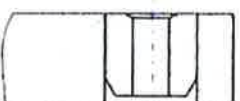
Sistema Foro Base

	ACCOPIAMENTO	APPLICAZIONE	ESEMPI
Precisione ↑	H8/e8 H8/d8 H11/c11 Libero largo	Montaggio con gioco abbondante; perni per leve a articolazioni in macchine agricole, senza esigenze di precisione.	 Guida
Precisione ↑	H7/f6 H7/f7 H8/f7 H8/f8 Libero normale	Accoppiamenti rotanti molto veloci, con centratura anche imperfetta e bassi carichi; accoppiamenti pistone cilindro nei comandi oleodinamici.	 Accoppiamento albero-bronzina, pistone-cilindro
Precisione ↑	H6/g5 H7/g6 Libero stretto	Accoppiamenti rotanti a bassa velocità, con buona centratura e precisione di guida; accoppiamento albero-bronzina.	 Accoppiamenti rotanti con buona centratura
Precisione ↑	H6/h5 H6/h6 H7/h6 H11/h11 Di scorrimento	Montaggi a centratura ad alta precisione, scorrevoli assialmente e dotati di moto rotatorio lento o a carattere oscillante con buona lubrificazione; accoppiamento biella-manovella, anelli interni di cuscinetti a sfere.	 Accoppiamento albero-bronzina con buona lubrificazione



9

Sistema Foro Base

	ACCOPIAMENTO	APPLICAZIONE	ESEMPI
Precisione ↑	H6/js5 H6/js6 H7/m6 Bloccato a spinta	Accoppiamenti di precisione di parti reciprocamente fisse; accoppiamenti stretti scorrevoli assialmente; montaggio a mano con mazzuolo.	 Spina cilindrica di riferimento
Precisione ↑	H6/n5 H7/n6 H8/n8 Bloccato serrato	Accoppiamenti bloccati, non smontabili a mano; parti che non necessitano di essere bloccate assialmente, ma solo assicurate contro la reciproca rotazione; bronzine nella loro sede esterna, boccole di guida, ingranaggi collegati con linguetta.	 Montaggio di bronzine nella loro sede esterna
Precisione ↑	H6/p5 H7/p7 H7/r6 Bloccato alla pressa	Accoppiamenti bloccati, non scomponibili, adatti a trasmettere forti carichi assiali e momenti torcenti; trasmissioni senza linguette o scanalati, bronzine nella loro sede da non smontarsi mai.	 Accoppiamento spinotto-pistone
Precisione ↑	H7/s6 H7/u7 Bloccato a caldo	Organi fissi a bloccaggio fortissimo, non scomponibili senza danneggiare irreparabilmente i pezzi; accoppiamenti per trasmettere forti carichi, senza chavette, giranti per pompe nella loro sede.	 Bussola di guida per utensili



Sistema Foro Base

Precisione	Accoppiamenti raccomandati foro base di impiego comune				
	Libero	Mobile di scorrimento	Incerto smontabile	Bloccaggio leggero (non smontabile a mano)	Bloccaggio serrato (montabile alla pressa o a caldo)
Alta	H6/g5 Parti rotanti lubrificate Acciaio bonificato rettificato	H6/h5 Accoppiamento di centratura Lubrificato internamente	H6/js5 Parti reciprocamente fisse Sfilabile a mano con mazzetta	H6/n5 Parti non bloccate assialmente Vincolo torsionale con linguetta o scanalato	H6/p5 Parti da considerarsi un sol pezzo
Buona	H7/g6 Accoppiamenti rotanti con buona centratura. Lubrificazione medio-die.	H6/h6 Alberi veloci poco caricati con mozz di ruote.	H7/js Parti reciprocamente fisse. Sfilabile a mano. Buona centratura.	H7/n6 Parti reciprocamente fisse senza linguetta o scanalato. Buona centratura.	H7/r6 Trasmissione con carichi assiali e torsionali senza linguette o scanalati.
Media	H7/f7 Accoppiamenti rotanti veloci Centratura imperfetta	H7/h6 Centratura di scorrimento Movimento alternativo circolare e assiale Comandi idraulici di precisione		H8/n8 Ingranaggi di forza da smontare raramente, collegati con linguetta	
Grossolana	H11/d11 Macchine agricole Apparecchi di sollevamento. Meccanismi esposti a intemperie.	H8/r8; H8/h8 Accoppiamenti rotanti in genere. Bassi carichi senza esigenze di centratura.			



Sistema Albero Base

Precisione	Accoppiamenti raccomandati albero base di impiego comune				
	Libero	Mobile di scorrimento	Incerto smontabile	Bloccaggio leggero (non smontabile a mano)	Bloccaggio serrato (montabile alla pressa o a caldo)
Alta				M6/h6 Smontabile senza forte pressione con vincolo rotatorio e di scorrimento assiale	
Buona		H6/h6 Parti con movimento relativo. Alberi veloci lubrificati.	K6/h6; K7/h7 Organi fissi smontabili facilmente. Assicurati contro la rotazione	J6/h6 Senza scorrimento relativo. Assicurati contro la rotazione.	N6/h7 Smontabile con forte pressione. Vincolo rotatorio e di scorrimento assiale
Media	E8/h7; F8/h8 H9/h8 Parti scorrevoli con giuoco abbondante	F8/h7 Movimento relativo con giuoco sensibile			
Grossolana	D10/h8 Parti scorrevoli, giuoco abbondante senza esigenze di precisione.				



Tolleranze Generali

ISO 2768

Classe di Tolleranza		Scostamenti limite per campi di dimensioni nominali							
Designa- zione	Denomina- zione	oltre 0.5 fino a 3	oltre 3 fino a 6	oltre 6 fino a 30	oltre 30 fino a 120	oltre 120 fino a 400	oltre 400 fino a 1000	oltre 1000 fino a 2000	oltre 2000 fino a 4000
f	fine	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	± 0.3	± 0.5	-
m	media	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2
c	grossolana	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	± 4
v	molto grossolana	-	± 0.5	± 1	± 1.5	± 2.5	± 4	± 6	± 8



13

CLASSE DI TOLLERANZA		SCOSTAMENTI LIMITE IN FUNZIONE DEI CAMPI DI LUNGHEZZA, IN MILLIMETRI, DEL LATO PIU' CORTO DELL'ANGOLO CONSIDERATO				
Designazione	Denominazione	fino a 10	oltre 10 fino a 50	oltre 50 fino a 120	oltre 120 fino a 400	oltre 400
f	fine	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$	$\pm 0^\circ 10'$	$\pm 0^\circ 5'$
m	media					
c	grossolana	$\pm 1^\circ 30'$	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 15'$	$\pm 0^\circ 10'$
v	molto grossolana	$\pm 3^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$



Diametro albero <i>d</i>	CHIAVETTA			NAS	CAVA			Raggio di arrotondamento <i>r</i>
	Sezione <i>b</i> x <i>h</i>	Lunghezza <i>l</i>	Smusso <i>s</i>	Altezza nasello <i>h</i> ₁	Larghezza <i>b</i>	Profondità		
						Albero <i>t</i> ₁	Mezzo <i>t</i> ₂	
da 6 fino a 8	2 x 2	da 6 fino a 20	0,16 ÷ 0,25	—	2	1,2	0,5	0,08 ÷ 0,16
oltre 8 fino a 10	3 x 3	da 6 fino a 36		—	3	1,8	0,9	
oltre 10 fino a 12	4 x 4	da 8 fino a 45		7	4	2,5	1,2	
oltre 12 fino a 17	5 x 5	da 10 fino a 56		8	5	3	1,7	
oltre 17 fino a 22	6 x 6	da 14 fino a 70	0,25 ÷ 0,40	10	6	3,5	2,2	0,16 ÷ 0,25
oltre 22 fino a 30	8 x 7	da 18 fino a 90		11	8	4	2,4	
oltre 30 fino a 38	10 x 8	da 22 fino a 110		12	10	5	2,4	
oltre 38 fino a 44	12 x 8	da 28 fino a 140		12	12	6	2,4	
oltre 44 fino a 50	14 x 9	da 36 fino a 160	0,40 ÷ 0,60	14	14	5,5	2,9	0,25 ÷ 0,40
oltre 50 fino a 58	16 x 10	da 45 fino a 180		16	16	6	3,4	
oltre 58 fino a 65	18 x 11	da 50 fino a 200		18	18	7	3,4	
oltre 65 fino a 75	20 x 12	da 56 fino a 220		20	20	7,5	3,9	
oltre 75 fino a 85	22 x 14	da 63 fino a 250	0,60 ÷ 0,80	22	22	9	4,4	0,40 ÷ 0,60
oltre 85 fino a 95	25 x 14	da 70 fino a 280		22	25	9	4,4	
oltre 95 fino a 110	28 x 16	da 80 fino a 320		25	28	10	5,4	
oltre 110 fino a 130	32 x 18	da 90 fino a 360		28	32	11	6,4	
oltre 130 fino a 150	36 x 20	da 100 fino a 400	1,00 ÷ 1,20	32	36	12	7,1	0,70 ÷ 1,0
oltre 150 fino a 170	40 x 22	da 110 fino a 400		36	40	13	8,1	
oltre 170 fino a 200	45 x 25	da 125 fino a 400		40	45	15	9,1	
oltre 200 fino a 230	50 x 28	da 140 fino a 400		45	50	17	10,1	
oltre 230 fino a 260	58 x 32	da 160 fino a 400	1,60 ÷ 2,00	50	58	20	11,1	1,2 ÷ 1,6
oltre 260 fino a 280	63 x 32	da 180 fino a 400		50	63	20	11,1	
oltre 280 fino a 330	70 x 36	da 200 fino a 400		56	70	22	13,1	
oltre 330 fino a 380	80 x 40	da 220 fino a 400		63	80	25	14,1	
oltre 380 fino a 400	90 x 45	da 250 fino a 400	2,50 ÷ 3,00	70	90	28	16,1	2,0 ÷ 2,5
oltre 400 fino a 500	100 x 50	da 280 fino a 400		80	100	31	18,1	

Lunghezze l unificate: 6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 18 - 20 - 22 - 25 - 28 - 32 - 36 - 40 - 45 - 50 - 56 - 63 - 70 - 80 - 90 - 100 - 110 - 125 - 140 - 160 - 180 - 200 - 220 - 250 - 280 - 320 - 360 - 400.

Tolleranze:

— per la chiave, h 9 su b , h 11 su h (h 9 fino a $d = 22$)
— per la cava, D 10 su b , su t_1 e t_2 , $+0,1$ fino a $d = 17$, $+0,2$ fino a $d = 110$, $+0,3$ per d oltre 110.

— per la lunghezza l : per l sino a 28 mm $+0,2$ mm per la chiave e $+0,2$ mm per la cava; per l oltre 28 sino a 80 mm $+0,3$ mm per la chiave e $+0,3$ per la cava;
per l oltre 80 mm $+0,5$ mm per la chiave e $+0,5$ mm per la cava.



Rif. Bibliografico: E. Chirone, S. Tornincasa, Disegno Tecnico Industriale II Capitolo, Torino 15

Diametro albero <i>d</i>	CHIAVETTA				CAVA			
	Sezione Dimensioni nominali <i>b x h</i>	Lunghezza <i>l</i>	Smusso <i>s</i>	Altezza nasello <i>h₁</i>	Larghezza <i>b</i>	Profondità		Raggio di arrotondamento <i>r</i>
						Albero <i>t₁</i>	Mezzo <i>t₂</i>	
da 22 fino a 30	8 x 5	20 ÷ 70	0,25 ÷ 0,40	8	8	3	1,7	0,16 ÷ 0,25
oltre 30 fino a 38	10 x 6	25 ÷ 80	0,40 ÷ 0,60	10	10	3,5	2,2	0,25 ÷ 0,40
oltre 38 fino a 44	12 x 6	32 ÷ 125		10	12	3,5	2,2	
oltre 44 fino a 50	14 x 6	36 ÷ 140		10	14	3,5	2,2	
oltre 50 fino a 58	16 x 7	45 ÷ 180		11	16	4	2,4	
oltre 58 fino a 65	18 x 7	50 ÷ 200	0,60 ÷ 0,80	11	18	4	2,4	0,40 ÷ 0,60
oltre 65 fino a 75	20 x 8	56 ÷ 220		12	20	5	2,4	
oltre 75 fino a 85	22 x 9	63 ÷ 250		14	22	5,5	2,9	
oltre 85 fino a 95	25 x 9	70 ÷ 280		14	25	5,5	2,9	
oltre 95 fino a 110	28 x 10	80 ÷ 320	1,00 ÷ 1,20	16	28	6	3,4	0,70 ÷ 1,00
oltre 110 fino a 130	32 x 11	90 ÷ 360		18	32	7	3,4	
oltre 130 fino a 150	36 x 12	100 ÷ 400		20	36	7,5	3,9	
oltre 150 fino a 170	40 x 14	125 ÷ 400	1,00 ÷ 1,20	22	40	9	4,4	0,70 ÷ 1,00
oltre 170 fino a 200	45 x 16	140 ÷ 400		25	45	10	5,4	
oltre 200 fino a 230	50 x 18	160 ÷ 400		28	50	11	6,4	

Tolleranze su t_1 e t_2 , $+0,1$ per d fino a 50, $+0,2$ per d oltre 50. Le altre tolleranze come nella tabella I; così anche le lunghezze l .

Tab. II. Dimensioni di chiavette ribassate (UNI 7511) e ribassate con nasello (UNI 7512).



Diametro albero d	LINGUETTA			CAVA			
	Sezione $b \times h$	Lunghezza l	Spessore s	Lunghezza b	Profondità		Raggio di arrotondamento r
					Albero t_1	Mozzo t_2	
da 6 fino a 8	2 x 2	da 6 fino a 20	0,16 + 0,25	2	1,2	1	0,08 + 0,18
oltre 8 fino a 10	3 x 3	da 8 fino a 36		3	1,8	1,4	
oltre 10 fino a 12	4 x 4	da 8 fino a 45		4	2,5	1,8	
oltre 12 fino a 17	5 x 5	da 10 fino a 56	0,25 + 0,40	5	3	2,3	0,16 + 0,25
oltre 17 fino a 22	6 x 6	da 14 fino a 70		6	3,5	2,8	
oltre 22 fino a 30	8 x 7	da 18 fino a 90		8	4	3,3	
oltre 30 fino a 38	10 x 8	da 22 fino a 110	0,40 + 0,60	10	5	3,3	0,25 + 0,40
oltre 38 fino a 44	12 x 8	da 28 fino a 140		12	5	3,3	
oltre 44 fino a 50	14 x 9	da 36 fino a 160		14	5,5	3,8	
oltre 50 fino a 58	16 x 10	da 45 fino a 180	0,60 + 0,80	16	6	4,3	0,40 + 0,60
oltre 58 fino a 65	18 x 11	da 50 fino a 200		18	7	4,4	
oltre 65 fino a 75	20 x 12	da 56 fino a 220		20	7,5	4,9	
oltre 75 fino a 85	22 x 14	da 63 fino a 250	1,00 + 1,20	22	9	5,4	0,70 + 1,00
oltre 85 fino a 95	25 x 14	da 70 fino a 280		25	9	5,4	
oltre 95 fino a 110	28 x 16	da 80 fino a 320		28	10	6,4	
oltre 110 fino a 130	32 x 18	da 90 fino a 360	1,60 + 2,00	32	11	7,4	1,2 + 1,6
oltre 130 fino a 150	36 x 20	da 100 fino a 400		36	12	8,4	
oltre 150 fino a 170	40 x 22	da 110 fino a 400		40	13	9,4	
oltre 170 fino a 200	45 x 25	da 125 fino a 400	2,50 + 3,00	45	15	10,4	2,0 + 2,5
oltre 200 fino a 230	50 x 28	da 140 fino a 400		50	17	11,4	
oltre 230 fino a 280	56 x 32	da 160 fino a 400		56	20	12,4	
oltre 280 fino a 290	63 x 32	da 180 fino a 400		63	20	12,4	
oltre 290 fino a 330	70 x 36	da 200 fino a 400		70	22	14,4	
oltre 330 fino a 380	80 x 40	da 220 fino a 400		80	25	15,4	
oltre 380 fino a 440	90 x 45	da 250 fino a 400		90	28	17,4	
oltre 440 fino a 500	100 x 50	da 280 fino a 400		100	31	19,5	



Lunghezze unificate, come in tab. I. Tolleranza su b , h ed l della linguetta come in tab. I. Per la larghezza b della cava si possono prevedere accoppiamenti liberi (H 9 sull'albero, D 10 sul mozzo), incerti (N 9 albero, J 9 mozzo) o bloccati (P 9 su entrambi). Per le profondità t si ha +0, 1/0 per d fino a 22, + 0,2/0 fino a 130, + 0,3/0 oltre.

Progettazione e sviluppo di prodotti in acciaio inox 17

Diametro albero d	Sezione	Profondità	
	Dimensioni nominali $b \times h$	Albero t_1	Mozzo t_2
da 12 fino a 17	5 x 3	1,8	1,4
oltre 17 fino a 22	6 x 4	2,5	1,8
oltre 22 fino a 30	8 x 5	3	2,3
oltre 30 fino a 38	10 x 6	3,5	2,8
oltre 38 fino a 44	12 x 6	3,5	2,8
oltre 44 fino a 50	14 x 6	3,5	2,8
oltre 50 fino a 58	16 x 7	4	3,3
oltre 58 fino a 65	18 x 7	4	3,3
oltre 65 fino a 75	20 x 8	5	3,3
oltre 75 fino a 85	22 x 9	5,5	3,8
oltre 85 fino a 95	25 x 9	5,5	3,8
oltre 95 fino a 110	28 x 10	6	4,3
oltre 110 fino a 130	32 x 11	7	4,4
oltre 130 fino a 150	36 x 12	7,5	4,9

Tab. IV b. Dimensioni di linguette ribassate (UNI 7510).



Indicazione per la designazione d_f	Anello				Alloggiamento			Carico assiale max N
	a	a max	b min	d_1	d_2	m	n min	
3	0,4	1,9	0,8	2,7	2,8	0,5	0,3	230
4		2,2	0,9	3,7	3,8			300
5	0,6	2,5	1,1	4,7	4,8	0,7		380
6	0,7	2,7	1,3	5,8	5,7	0,8	0,45	700
7		3,1	1,4	6,5	6,7			800
8	0,8	3,2	1,5	7,4	7,6	0,9		1200
9			1,7	8,4	8,6		0,6	1380
10		3,3		9,3	9,6			1530
11			1,8	10,2	10,5		0,75	2100
12				11	11,5			2300
13	1	3,4	2	11,9	12,4	1,1	0,9	3000
14		3,5	2,1	12,9	13,4			3250
15		3,6	2,2	13,8	14,3		1,1	4000
16		3,7		14,7	15,2			4800
17		3,8	2,3	15,7	16,2		1,2	5200
18		3,9	2,4	16,5	17			6000
19			2,5	17,5	18			7250
20		4	2,6	18,5	19		1,5	7700
21		4,1	2,7	19,5	20			8050
22	1,2	4,2	2,8	20,5	21	1,3		8450
24		4,4	3	22,2	22,9			10100
25				23,2	23,9		1,7	10600
26		4,5	3,1	24,2	24,9			11000
28		4,7	3,2	25,9	26,6			15000
29		4,8	3,4	26,9	27,6		2,1	15600
30		5	3,5	27,9	28,6			16200
32		5,2	3,6	29,6	30,3	1,6		21000
34		5,4	3,8	31,5	32,3		2,6	22200
35		5,6	3,9	32,2	33			26700
36			4	33,2	34			27600
38		5,8	4,2	35,2	36		3	29100
40		6	4,4	36,5	37,5			36100
42	1,75	6,5	4,5	38,5	39,5	1,95		40000
45		6,7	4,7	41,5	42,5		3,8	43000
46		6,9	5	44,5	45,5			46000

**Tabella anelli x alberi
UNI 7435**

Tolleranze: su s, h 11, su m, H 13; su d_1 h 11 fino a $d_1 = 17$, h 12 per diametri maggiori.

Rif. Bibliografico E. Chironi - S. Torricciosa - Disegno Tecnico Industriale - Capitello, Torino 19

Indicazione per la designazione d_f	Anello				Alloggiamento			Carico assiale max N
	a	a max	b min	d_1	d_2	m H 13	n min	
8	0,8	2,4	1,1	8,7	8,4	0,9		1280
9		2,5	1,3	9,8	9,4		0,8	1440
10		3,2	1,4	10,8	10,4			1600
11		3,3	1,5	11,8	11,4			1760
12		3,4	1,7	13	12,5		0,75	2400
13		3,6	1,8	14,1	13,6		0,9	3140
14		3,7	1,9	15,1	14,6			3360
15			2	16,2	15,7		1,1	4220
16	1	3,8		17,3	16,8	1,1	1,2	5150
17		3,9	2,1	18,3	17,8			5470
18				19,5	19			7250
19		4,1	2,2	20,5	20			7640
20			2,3	21,5	21		1,5	7800
21		4,2	2,4	22,5	22			8100
22			2,5	23,5	23			8350
24		4,4	2,8	25,9	25,2			11800
25		4,5	2,7	26,9	26,2		1,8	12000
26		4,7	2,8	27,9	27,2			12500
28	1,2	4,8	2,9	30,1	29,4	1,3	2,1	13300
30			3	32,1	31,4			13700
31		5,2	3,1	33,4	32,7			13800
32			3,2	34,4	33,7		2,6	13900
34			3,3	36,5	35,7			23200
35		5	3,4	37,8	37			26900
36	1,5		3,5	38,8	38	1,6	3	26400
37		5,5	3,6	39,8	39			27100
38			3,7	40,8	40			28200
40		5,8	3,9	43,5	42,5			40500
42		5,9	4,1	45,5	44,5			42500
45	1,75	6,2	4,3	48,5	47,5	1,85	3,8	43100
47			4,4	50,5	49,5			43500
48		6,4	4,5	51,5	50,5			43200

**Tabella anelli per fori
UNI 7437**

Tolleranze: h 11 su s; H 13 su m; H 11 su d_1 fino a $d_1 = 19$, H 12 per diametri maggiori.

d h 11	d ₁ h 11	c mm	l ₁ mm	l ₂ h 14
3	0,8	1	1,6	6 ÷ 30
4	1	1	2,2	6 ÷ 40
5	1,2	2	2,9	10 ÷ 50
6	1,6	2	3,2	12 ÷ 60
8	2	2	3,5	16 ÷ 80
10	3,2	2	4,5	20 ÷ 100
12	3,2	3	5,5	24 ÷ 120
14	4	3	6	28 ÷ 140
16	4	3	6	32 ÷ 160
18	5	3	7	35 ÷ 180
20	5	4	8	40 min
22	5	4	8	45 "
24	6,3	4	9	50 "
27	6,3	4	9	55 "
30	8	4	10	60 "
33	8	4	10	65 "
36	8	4	10	70 "
40	8	4	10	75 "
45	10	4	12	90 "
50	10	4	12	100 "
55	10	6	14	120 "
60	10	6	14	120 "
70	13	6	16	140 "
80	13	6	16	160 "
90	13	6	16	180 "
100	13	6	16	200 "

Lunghezza unificata: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 120; 140; 160; 180; 200, poi con incrementi di 20 in 20 mm.

Tab. VII. Perni senza testa (tipo fig. 28).

d	a	c	l ₁ h 14
0,6	0,08	0,12	2 ÷ 8
0,8	0,1	0,16	2 ÷ 8
1	0,12	0,2	4 ÷ 10
1,2	0,16	0,25	4 ÷ 12
1,5	0,2	0,3	4 ÷ 16
2	0,25	0,35	6 ÷ 20
2,5	0,3	0,4	6 ÷ 24
3	0,4	0,5	8 ÷ 30
4	0,5	0,63	8 ÷ 40
5	0,63	0,8	10 ÷ 50
6	0,8	1,2	12 ÷ 60
8	1	1,6	14 ÷ 85
10	1,2	2	18 ÷ 100
12	1,6	2,5	22 ÷ 140
16	2	3	24 ÷ 180
20	2,5	3,5	35 min
25	3	4	50 "
30	4	5	60 "
40	5	6,3	80 "
50	6,3	8	95 "

Lunghezze l unificate: 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 120; 140; 160; 180; 200; poi con incrementi di 20 in 20 mm.

Tab. VIII. Spine cilindriche, non temprate (tipo fig. 29).

d	Serie LEGGERA		Serie MEDIA	
	N x d x D	B	N x d x D	B
11	—	—	6 x 11 x 14	3
13	—	—	6 x 13 x 16	3,5
16	—	—	6 x 16 x 20	4
18	—	—	6 x 18 x 22	5
21	—	—	6 x 21 x 25	5
23	6 x 23 x 26	6	6 x 23 x 28	6
26	6 x 26 x 30	6	6 x 26 x 32	6
28	6 x 28 x 32	7	6 x 28 x 34	7
32	8 x 32 x 36	6	8 x 32 x 38	6
36	8 x 36 x 40	7	8 x 36 x 42	7
42	8 x 42 x 46	8	8 x 42 x 48	8
46	8 x 46 x 50	9	8 x 46 x 54	9
52	8 x 52 x 58	10	8 x 52 x 60	10
56	8 x 56 x 62	10	8 x 56 x 65	10
62	8 x 62 x 68	12	8 x 62 x 72	12
72	10 x 72 x 78	12	10 x 72 x 82	12
82	10 x 82 x 88	12	10 x 82 x 92	12
92	10 x 92 x 98	14	10 x 92 x 102	14
102	10 x 102 x 108	16	10 x 102 x 112	16
112	10 x 112 x 120	18	10 x 112 x 125	18

Tab. XVII. Scanalati a fianchi paralleli (riferimento alla figura 56 ed alla norma UNI 8953).

Diametri			Filettature			Diametri			Filettature		
Colonne			Passo			Colonne			Passo		
a	b	c	grosso	fine		a	b	c	grosso	fine	
16	18		0,35	0,2		52	55		1,5	2	3
			0,35	0,2					1,5	2	3
2	2,2		0,4	0,25		56	58		1,5	2	3
			0,45	0,25					1,5	2	3
2,5			0,45	0,35		60	62		1,5	2	3
3	3,5		0,5	0,35					1,5	2	3
			0,6	0,35		64	65		1,5	2	3
4	4,5		0,7	0,5					1,5	2	3
			0,75	0,5		68	70		1,5	2	3
5	5,5		0,8	0,5					1,5	2	3
			—	0,5		72	75		1,5	2	3
6			1	0,75					1,5	2	3
			1	0,75		76			1,5	2	3
8		7	1,25	0,75	1	80			2	3	4
			1,25	0,75	1				2	3	4
10		9	1,5	0,75	1	85			2	3	4
			1,5	0,75	1	90			2	3	4
12		11	1,5	0,75	1				2	3	4
			1,75	1	1,25	100			2	3	4
14			2	1	1,25				2	3	4
			2	1	1,5	110			2	3	4
16		15	2	1	1,5				2	3	4
			2	1	1,5	115			2	3	4
18		17	2,5	1	1,5				2	3	4
			2,5	1	1,5	120			2	3	4
20			2,5	1	1,5				2	3	4
			2,5	1	1,5	125			2	3	4
22			3	1	1,5				2	3	4
			3	1	1,5	130			2	3	4
24		27	3	1	1,5				2	3	4
			3	1	1,5	140			2	3	4
25			3	1	1,5				2	3	4
			3	1	1,5	150			2	3	4
28			3,5	1	1,5				3	4	6
			3,5	1	1,5	160			3	4	6
30			3,5	1	1,5				3	4	6
			3,5	1	1,5	170			3	4	6
33			3,5	1	1,5				3	4	6
			3,5	1	1,5	180			3	4	6
36			4	1,5	2				3	4	6
			4	1,5	2	190			3	4	6
39			4	1,5	2				3	4	6
			4	1,5	2	200			3	4	6
42			4,5	1,5	2				3	4	6
			4,5	1,5	2	210			3	4	6
45			5	1,5	2				3	4	6
			5	1,5	2				3	4	6
48			5	1,5	2				3	4	6
			5	1,5	2				3	4	6

Tab. I. Serie diametri nominali per le filettature metriche ISO. Si noti che per alcuni diametri nominali il passo più grande previsto non viene considerato grosso e quindi non può essere omesso nella designazione.

Diámetro nominal diámetro externo $D = D_1$	Paso	Diámetro medio $d_2 = D_2$	Diámetro de núcleo de la vija d_3	Diámetro de la vija afuera del núcleo d_4	Diámetro de núcleo de la madre D_2	Profundidad de la vija de la vija h_1	Profundidad de la vija de la vija H_1	Radio de curvatura de la vija r	Sección nominal m^2	Sección de núcleo mm^2
1,8	0,35	1,373	1,171	1,221	1,221	0,215	0,189	0,051	1,27	1,08
1,8	0,35	1,573	1,371	1,421	1,421	0,215	0,189	0,051	1,70	1,48
2	0,4	1,740	1,509	1,587	1,587	0,245	0,217	0,056	2,07	1,79
2,2	0,45	1,908	1,648	1,713	1,713	0,278	0,244	0,065	2,48	2,13
2,5	0,45	2,208	1,948	2,013	2,013	0,278	0,244	0,065	3,39	2,98
3	0,5	2,675	2,387	2,459	2,459	0,307	0,271	0,072	5,03	4,47
3,5	0,6	3,110	2,784	2,850	2,850	0,368	0,325	0,087	6,78	6
4	0,7	3,548	3,141	3,242	3,242	0,429	0,379	0,101	8,78	7,75
4,5	0,75	4,013	3,580	3,688	3,688	0,460	0,406	0,108	11,3	10,1
5	0,8	4,480	4,019	4,134	4,134	0,491	0,433	0,115	14,2	12,7
6	1	5,350	4,773	4,917	4,917	0,613	0,541	0,144	20,1	17,9
7	1	6,350	5,773	5,917	5,917	0,613	0,541	0,144	28,9	26,2
8	1,25	7,188	6,466	6,647	6,647	0,767	0,677	0,180	36,6	32,8
9	1,25	8,188	7,466	7,647	7,647	0,767	0,677	0,180	48,1	43,8
10	1,5	9,026	8,160	8,376	8,376	0,920	0,812	0,217	58	52,3
11	1,5	10,026	9,160	9,376	9,376	0,920	0,812	0,217	72,3	65,9
12	1,75	10,883	9,883	10,106	10,106	1,074	0,947	0,253	84,3	78,2
14	2	12,701	11,548	11,835	11,835	1,227	1,083	0,299	115	105
16	2	14,701	13,548	13,835	13,835	1,227	1,083	0,299	157	144
18	2,5	16,376	14,933	15,294	15,294	1,534	1,353	0,361	182	175
20	2,5	18,376	16,933	17,294	17,294	1,534	1,353	0,361	245	255
22	2,5	20,376	18,933	19,294	19,294	1,534	1,353	0,361	303	282
24	3	22,051	20,319	20,752	20,752	1,840	1,624	0,433	353	324
27	3	26,051	23,319	23,752	23,752	1,840	1,624	0,433	459	427
30	3,5	27,727	25,706	26,211	26,211	2,147	1,894	0,505	581	519
33	3,5	30,727	28,706	29,211	29,211	2,147	1,894	0,505	694	647
36	4	33,402	31,093	31,670	31,670	2,454	2,165	0,577	817	759
38	4	36,402	34,093	34,670	34,670	2,454	2,165	0,577	976	913
42	4,6	39,077	36,479	37,129	37,129	2,760	2,436	0,650	1120	1050
45	4,5	42,077	39,479	40,129	40,129	2,760	2,436	0,650	1310	1220
48	5	44,752	41,866	42,587	42,587	3,067	2,706	0,722	1470	1380
52	5	48,752	45,866	46,587	46,587	3,067	2,706	0,722	1780	1650
56	5,5	52,428	49,252	50,046	50,046	3,374	2,977	0,794	2030	1910
60	5,5	56,428	53,252	54,046	54,046	3,374	2,977	0,794	2380	2230
64	6	60,130	56,639	57,505	57,505	3,681	3,248	0,866	2680	2520
68	6	64,103	60,639	61,505	61,505	3,681	3,248	0,866	3080	2890

Tab. II. Filetature metriche ISO a profilo triangolare a passo grosso.

Indicazione per la designazione	Diámetro externo de vija e de núcleo $D = D_1$	Diámetro medio de vija e de núcleo $d_2 = D_2$	Diámetro de núcleo de la vija e de núcleo $d_3 = D_3$	Sección de núcleo mm^2	Paso p	Numero de filetes por pulgada z	Profundidad de filete f	Radio de curvatura de la vija r
$\frac{1}{8}$	6,350	5,537	4,724	17,5	1,270	20	0,813	0,17
$\frac{9}{16}$	7,938	7,034	6,130	29,5	1,411	18	0,904	0,19
$\frac{1}{4}$	9,525	8,508	7,491	44,1	1,588	16	1,017	0,22
$\frac{7}{16}$	11,112	9,950	8,788	60,7	1,814	14	1,162	0,25
$\frac{1}{2}$	12,700	11,344	9,988	78,4	2,117	12	1,356	0,29
$\frac{5}{8}$	15,875	14,386	12,917	131	2,309	11	1,479	0,32
$\frac{3}{4}$	19,050	17,424	15,798	196	2,540	10	1,626	0,35
$\frac{7}{8}$	22,225	20,418	18,611	272	2,822	9	1,807	0,39
1	25,400	23,367	21,334	357	3,175	8	2,033	0,44
1 $\frac{1}{8}$	28,575	26,251	23,927	450	3,629	7	2,324	0,50
1 $\frac{1}{4}$	31,750	29,426	27,102	577	3,629	7	2,324	0,50
1 $\frac{3}{8}$	34,925	32,214	29,503	684	4,233	6	2,711	0,58
1 $\frac{1}{2}$	38,100	35,389	32,678	839	4,233	6	2,711	0,58
1 $\frac{3}{4}$	41,275	38,022	34,789	949	5,080	5	3,253	0,70
1 $\frac{7}{8}$	44,450	41,137	37,944	1131	5,080	5	3,253	0,70
2	47,625	44,011	40,387	1282	5,644	4 $\frac{1}{2}$	3,614	0,78
2 $\frac{1}{4}$	50,800	47,186	43,572	1491	5,644	4 $\frac{1}{2}$	3,614	0,78
2 $\frac{1}{2}$	57,150	53,064	49,018	1887	6,350	4	4,066	0,87
2 $\frac{3}{4}$	63,500	59,434	55,368	2408	6,350	4	4,066	0,87
3	68,875	62,609	58,543	2892	6,350	4	4,066	0,87
3 $\frac{1}{4}$	69,850	65,203	60,556	2880	7,257	3 $\frac{1}{2}$	4,647	1
3 $\frac{1}{2}$	76,200	71,553	66,906	3516	7,257	3 $\frac{1}{2}$	4,647	1
3 $\frac{3}{4}$	82,550	77,546	72,542	4133	7,815	3 $\frac{1}{4}$	5,004	1,07
4	88,900	83,896	78,892	4888	7,815	3 $\frac{1}{4}$	5,004	1,07
4 $\frac{1}{4}$	95,250	88,828	84,406	5595	8,467	3	5,422	1,16
4 $\frac{1}{2}$	101,600	96,178	90,756	6469	8,467	3	5,422	1,16
4 $\frac{3}{4}$	107,950	102,293	96,836	7334	8,835	2 $\frac{3}{4}$	5,657	1,21
5	114,300	108,843	102,966	8330	8,835	2 $\frac{3}{4}$	5,657	1,21
5 $\frac{1}{4}$	120,650	114,736	108,822	9301	9,236	2 $\frac{1}{2}$	5,914	1,27
5 $\frac{1}{2}$	127,000	121,086	115,172	10418	9,236	2 $\frac{1}{2}$	5,914	1,27
5 $\frac{3}{4}$	133,350	127,154	120,958	11491	9,676	2 $\frac{1}{4}$	6,196	1,33
6	139,700	133,504	127,308	12729	9,676	2 $\frac{1}{4}$	6,196	1,33
6 $\frac{1}{4}$	146,050	139,544	133,038	13901	10,180	2 $\frac{1}{8}$	6,506	1,40
6 $\frac{1}{2}$	152,400	145,894	139,388	15280	10,180	2 $\frac{1}{8}$	6,506	1,40

Tab. III. Filetature Whitworth.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Sigla della filettatura	Numero di filetti in 25,4 mm	Passo P	Profondità del filetto h	Diametri			Tolleranze sul diametro medio					Tolleranza sul diametro di nocciolo		Tolleranza sul diametro esterno	
				esterno d = D	medio d ₂ = D ₂	di nocciolo d ₁ = D ₁	Filettatura interna T ₃₂		Filettatura esterna T ₂			Filettatura interna T ₀		Filettatura esterna T ₁	
							Scostamento inferiore	Scostamento superiore	Scostamento inferiore classe A	Scostamento inferiore classe B	Scostamento superiore	Scostamento inferiore	Scostamento superiore	Scostamento inferiore	Scostamento superiore
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1/16	28	0,907	0,581	7,723	7,142	6,561	0	+ 0,107	- 0,107	- 0,214	0	0	+ 0,282	- 0,214	0
1/8	28	0,907	0,581	9,728	9,147	8,566	0	+ 0,107	- 0,107	- 0,214	0	0	+ 0,282	- 0,214	0
1/4	19	1,337	0,856	13,157	12,301	11,445	0	+ 0,125	- 0,125	- 0,250	0	0	+ 0,445	- 0,250	0
3/8	19	1,337	0,856	16,662	15,806	14,950	0	+ 0,125	- 0,125	- 0,250	0	0	+ 0,445	- 0,250	0
1/2	14	1,814	1,162	20,955	19,793	18,631	0	+ 0,142	- 0,142	- 0,284	0	0	+ 0,541	- 0,284	0
5/8	14	1,814	1,162	22,911	21,749	20,587	0	+ 0,142	- 0,142	- 0,284	0	0	+ 0,541	- 0,284	0
3/4	14	1,814	1,162	26,441	25,279	24,117	0	+ 0,142	- 0,142	- 0,284	0	0	+ 0,541	- 0,284	0
7/8	14	1,814	1,162	30,201	29,039	27,877	0	+ 0,142	- 0,142	- 0,284	0	0	+ 0,541	- 0,284	0
1	11	2,309	1,479	33,249	31,770	30,291	0	+ 0,180	- 0,180	- 0,360	0	0	+ 0,640	- 0,360	0
1 1/8	11	2,309	1,479	37,897	36,418	34,939	0	+ 0,180	- 0,180	- 0,360	0	0	+ 0,640	- 0,360	0
1 1/4	11	2,309	1,479	41,910	40,431	38,952	0	+ 0,180	- 0,180	- 0,360	0	0	+ 0,640	- 0,360	0
1 1/2	11	2,309	1,479	47,803	46,324	44,845	0	+ 0,180	- 0,180	- 0,360	0	0	+ 0,640	- 0,360	0
1 3/4	11	2,309	1,479	53,746	52,267	50,788	0	+ 0,180	- 0,180	- 0,360	0	0	+ 0,640	- 0,360	0
2	11	2,309	1,479	59,614	58,135	56,656	0	+ 0,180	- 0,180	- 0,360	0	0	+ 0,640	- 0,360	0
2 1/4	11	2,309	1,479	65,710	64,231	62,752	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,840	- 0,434	0
2 1/2	11	2,309	1,479	75,184	73,705	72,226	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,840	- 0,434	0
2 3/4	11	2,309	1,479	81,534	80,055	78,576	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,840	- 0,434	0
3	11	2,309	1,479	87,884	86,405	84,926	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,840	- 0,434	0
3 1/2	11	2,309	1,479	100,330	98,851	97,372	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,840	- 0,434	0
4	11	2,309	1,479	113,030	111,551	110,072	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,840	- 0,434	0
4 1/2	11	2,309	1,479	125,730	124,251	122,772	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,840	- 0,434	0
5	11	2,309	1,479	138,430	136,951	135,472	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,840	- 0,434	0
5 1/2	11	2,309	1,479	151,130	149,651	148,172	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,840	- 0,434	0
6	11	2,309	1,479	163,830	162,351	160,872	0	+ 0,217	- 0,217	- 0,434	0	0	+ 0,840	- 0,434	0

* Per pezzi a parete sottile le tolleranze si applicano al diametro medio

Tab. IV. Dimensionamento della filettatura gas non a tenuta stagna sul filetto



RM - Bibliografo E

25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Designazione della filettatura	Numero di passi in 25,4 mm	Passo P mm	Profondità del filetto h mm	Diametri (di base) nel piano di misura			Lunghezza di misura (distanza dal passo di misura all'estremità del tubo)			Posizione piano di misura su filettatura interna		Lunghezza della filettatura utile del tubo	Tolleranza di accoppiamento	
				esterno	medio	di nocciolo								
				d mm	d ₂ mm	d ₁ mm	nominale mm	T1/2 mm	numero di passi	T2/2 mm	numero di passi		lunghezze di misura mm	numero di passi
1/16	28	0.907	0,581	7.723	7.142	6.561	4.0	0.9	1	1.1	1 1/2	2.5	2.5	2 1/2
1/8	28	0.907	0,581	9.728	9.147	8.566	4.0	0.9	1	1.1	1 1/4		2.5	2.5
1/4	19	1.337	0,856	13.157	12.301	11.445	6.0	1.3	1	1.7	1 1/4	3.7	3.7	2 1/2
3/8	19	1.337	0,856	16.662	15.806	14.950	6.4	1.3	1	1.7	1 1/2		3.7	3.7
1/2	14	1.814	1.162	20.955	19.793	18.631	8.2	1.8	1	2.3	1 1/4	5	5.0	2 1/2
3/4	14	1.814	1.162	26.441	25.279	24.117	9.5	1.8	1	2.3	1 1/4		5.0	5.0
1	11	2.309	1.479	33.249	31.770	30.291	10.4	2.3	1	2.9	1 1/4	6.4	6.4	2 1/2
1 1/4	11	2.309	1.479	41.910	40.431	38.952	12.7	2.3	1	2.9	1 1/4		6.4	6.4
1 1/2	11	2.309	1.479	47.803	46.324	44.845	12.7	2.3	1	2.9	1 1/4	7.5	6.4	2 3/4
2	11	2.309	1.479	56.614	58.135	56.656	15.9	2.3	1	2.9	1 1/4		7.5	7.5
2 1/2	11	2.309	1.479	75.184	73.705	72.226	17.5	3.5	1 1/2	3.5	1 1/2	9.2	9.2	4
3	11	2.309	1.479	87.884	86.405	84.926	20.6	3.5	1 1/2	3.5	1 1/2		9.2	9.2
4	11	2.309	1.479	113.030	111.551	110.072	25.4	3.5	1 1/2	3.5	1 1/2	10.4	10.4	4 1/2
5	11	2.309	1.479	138.430	136.951	135.472	28.6	3.5	1 1/2	3.5	1 1/2		11.5	11.5
6	11	2.309	1.479	163.830	162.351	160.872	28.6	3.5	1 1/2	3.5	1 1/2	12.5	11.5	5

La disposizione del pezzo filettato internamente deve essere tale da consentire l'avvitamento della filettatura esterna fino ad una lunghezza minima di filettatura utile uguale alla lunghezza di misura + T1/2. Le filettature passanti possono avere una lunghezza ridotta di filettatura utile non minore all'80% dei valori minimi calcolati

Tab. V. Dimensionamento della filettatura gas a tenuta stagna sul filetto



dimensioni in mm

P	a _e	H _e = h ₃	H ₁	R ₁ max	R ₂ max
1,5	0,15	0,9	0,75	0,08	0,15
2	0,25	1,25	1	0,13	0,25
3	0,25	1,75	1,5	0,13	0,25
4	0,25	2,25	2	0,13	0,25
5	0,25	2,75	2,5	0,13	0,25
6	0,5	3,5	3	0,25	0,5
7	0,5	4	3,5	0,25	0,5
8	0,5	4,5	4	0,25	0,5
9	0,5	5	4,5	0,25	0,5
10	0,5	5,5	5	0,25	0,5
12	0,6	6,6	6	0,25	0,5
14	1	8	7	0,5	1
16	1	9	8	0,5	1
18	1	10	9	0,5	1
20	1	11	10	0,5	1
22	1	12	11	0,5	1
24	1	13	12	0,5	1
28	1	15	14	0,5	1
32	1	17	16	0,5	1
36	1	19	18	0,5	1
40	1	21	20	0,5	1
44	1	23	22	0,5	1

Tab. VI. Dimensioni nominali degli elementi geometrici di una filettatura trapezoidale. La serie normalizzata dei diametri è la seguente (con preferenza dei valori in neretto): 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 14 - 16 - 18 - 20 - 22 - 24 - 26 - 28 - 30 - 32 - 34 - 36 - 38 - 40 - 42 - 44 - 46 - 48.



d	VITE								MASSIMANTE	
	P	d _e	b	d ₁	sezione del nocciolo area	f	e	r	D ₁	f ₁
22	5	18,590	0,589	13,322	139	4,339	1,319	0,621	14,5	3,75
25	5	21,590	0,589	16,322	209	4,339	1,319	0,621	17,5	3,75
28	5	24,590	0,589	19,322	293	4,339	1,319	0,621	20,5	3,75
30	6	26,590	0,707	19,586	301	5,207	1,583	0,746	21	4,5
32	6	27,909	0,707	21,586	370	5,207	1,583	0,746	23	4,5
35	6	30,909	0,707	24,586	475	5,207	1,583	0,746	26	4,5
38	7	33,227	0,824	25,852	525	6,074	1,847	0,870	27,5	5,25
40	7	35,227	0,824	27,852	609	6,074	1,847	0,870	29,5	5,25
42	7	37,227	0,824	29,852	700	6,074	1,847	0,870	31,5	5,25
45	8	39,545	0,942	31,116	760	6,942	2,111	0,994	33	6
48	8	42,545	0,942	34,116	914	6,942	2,111	0,994	36	6
50	8	44,545	0,942	36,116	1024	6,942	2,111	0,994	38	6
55	9	48,863	1,060	39,380	1218	7,810	2,375	1,118	41,5	6,75
60	9	53,863	1,060	44,380	1547	7,810	2,375	1,118	46,5	6,75
65	10	58,181	1,178	47,644	1709	8,678	2,638	1,243	50	7,5
70	10	63,181	1,178	52,644	2177	8,678	2,638	1,243	55	7,5
75	10	68,181	1,178	57,644	2610	8,678	2,638	1,243	60	7,5
80	10	73,181	1,178	62,644	3082	8,678	2,638	1,243	65	7,5
85	12	76,817	1,413	64,174	3235	10,413	3,166	1,491	67	9
90	12	81,817	1,413	69,174	3758	10,413	3,166	1,491	72	9
95	12	86,817	1,413	74,174	4321	10,413	3,166	1,491	77	9
100	12	91,817	1,413	79,174	4923	10,413	3,166	1,491	82	9
110	12	101,817	1,413	89,174	6246	10,413	3,166	1,491	92	9
120	14	110,453	1,649	95,702	7193	12,149	3,694	1,740	99	10,5
130	14	120,453	1,649	105,702	8775	12,149	3,694	1,740	109	10,5
140	14	130,453	1,649	115,702	10514	12,149	3,694	1,740	119	10,5
150	16	139,089	1,884	122,232	11734	13,884	4,221	1,988	126	12
160	16	149,089	1,884	132,232	13733	13,884	4,221	1,988	138	12
170	16	159,089	1,884	142,232	15889	13,884	4,221	1,988	146	12
180	18	167,726	2,120	148,760	17381	15,620	4,749	2,237	153	13,5
190	18	177,726	2,120	158,760	19796	15,620	4,749	2,237	163	13,5
200	18	187,726	2,120	168,760	22368	15,620	4,749	2,237	173	13,5

Tab. VII. Filettatura a denti di sega normale (con riferimento alla fig. 25)

Rit. Saggiatore E. Chiusi e Compagnia - Disegno Tecnico Industriale - Costato. Roma 27

Valori indicativi

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
Fucatura	-	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
Retifica	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



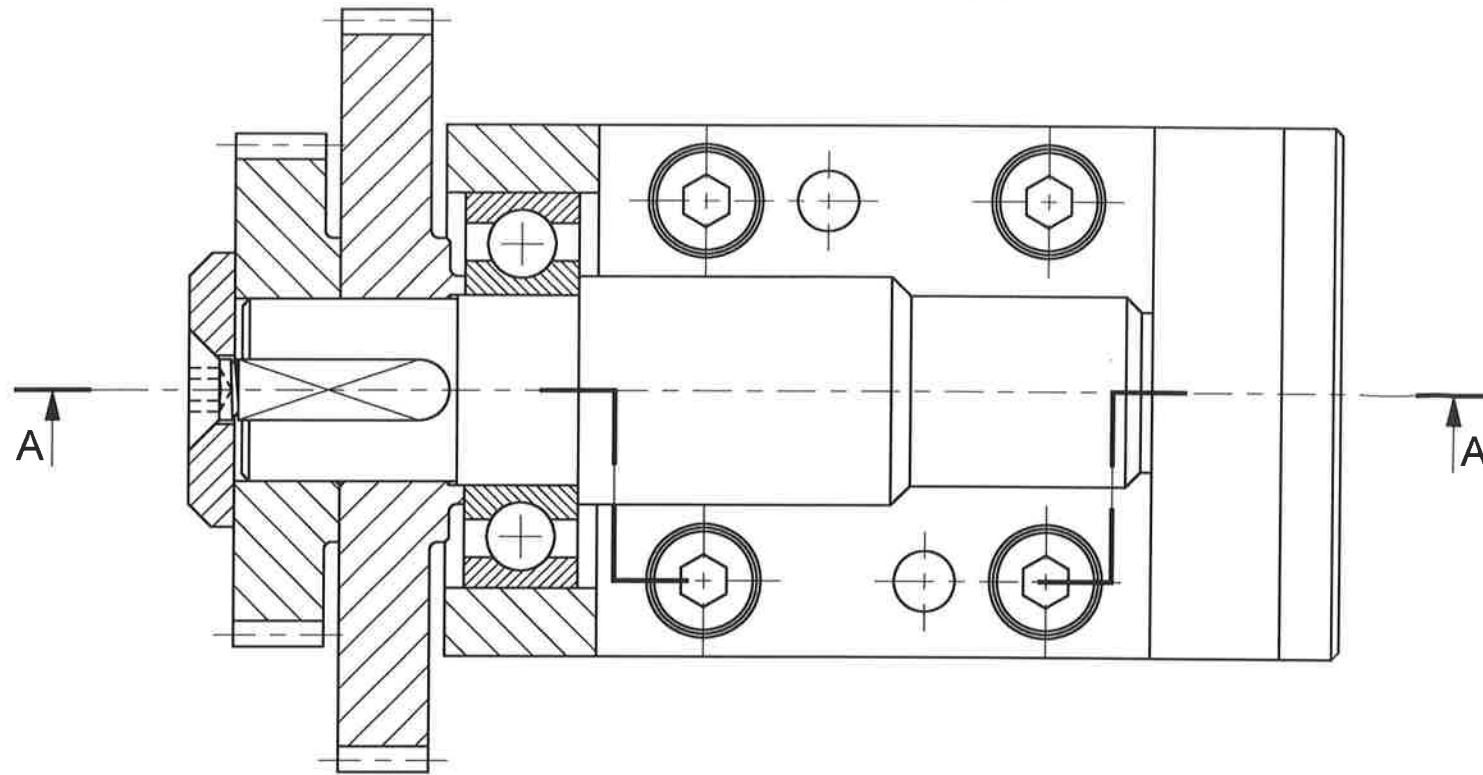
Legame tra rugosità e tolleranze

Rugosità massima compatibile con il valore di tolleranza

Tolleranza fondamentale ISO	SUPERFICIE CILINDRICHE CON DIAMETRO IN mm					Superficie piane
	fino a 3	oltre 3 fino a 18	oltre 18 fino a 80	oltre 80 fino a 250	oltre 250	
	Rugosità Ra max. µm					
IT 6	0,2	0,32	0,5	0,8	1,25	1,25
IT 7	0,32	0,5	0,8	1,25	2	2
IT 8	0,5	0,8	1,25	2	3,2	3,2
IT 9	0,8	1,25	2	3,2	5	5
IT 10	1,25	2	3,2	5	8	8
IT 11	2	3,2	5	8	12,5	12,5
IT 12	3,2	5	8	12,5	20	20
IT 13	5	8	12,5	20	32	32
IT 14	8	12,5	20	32	50	50

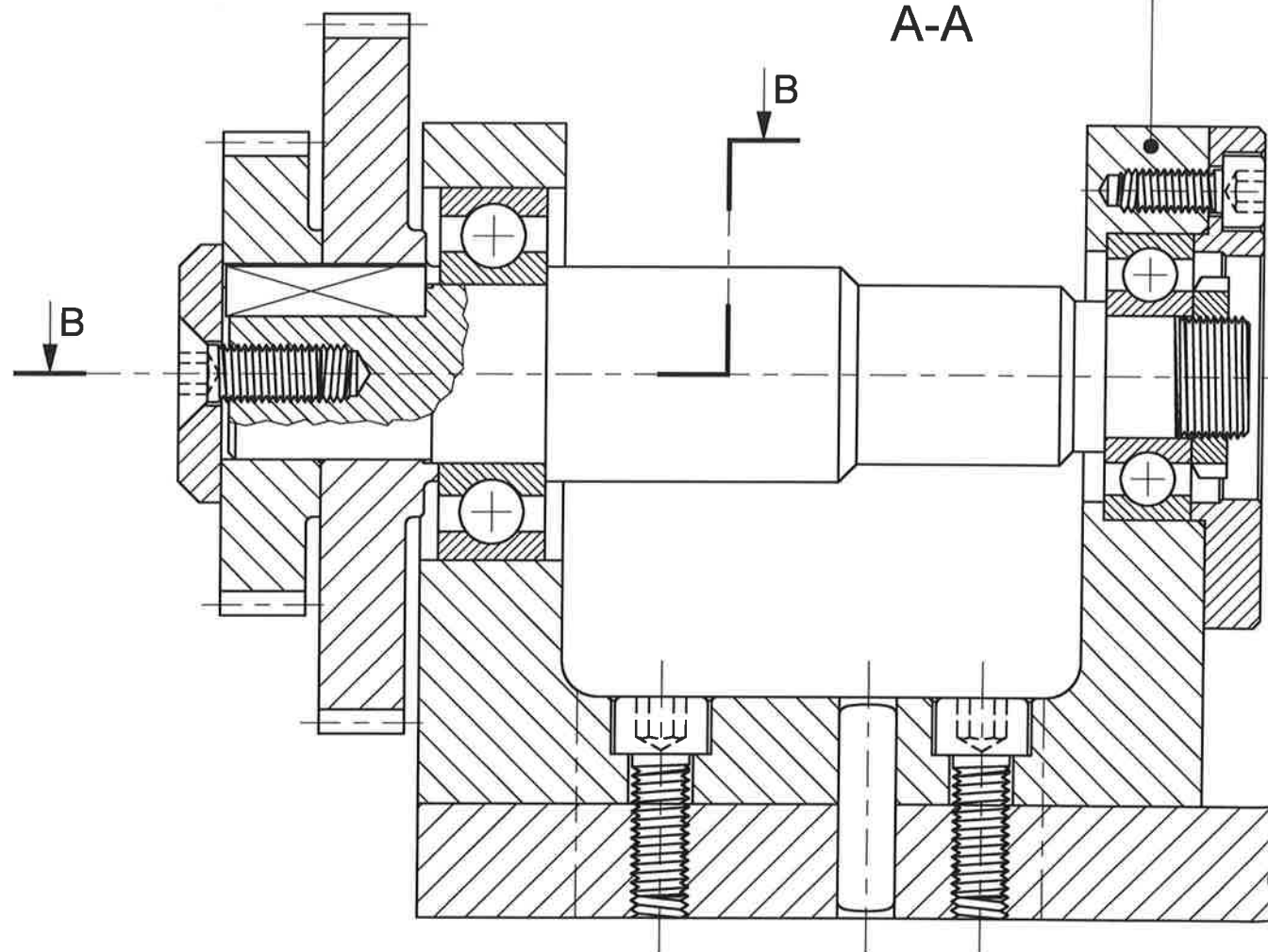


B-B



A-A

Base



Scala 1:1

