



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO : 34

DATA : 24/03/2011

A P P U N T I

STUDENTE : Alessio

MATERIA : Disegno Tecnico Industriale

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

Squadra A → aula 3D 14.30 - 16.30

16/09/08

LAIB 3 (laboratorio informatico di base) 16.30 - 18.30

① "Disegno tecnico industriale"

Tornincasa - Chirone

Il Capitello

② "Quotatura funzionale degli organi di macchina" (esercitativo)

Vezetti

Clout

ESAME

(ci si può portare tt ql che si vuole)

prova grafica

fine corso → prima di Natale

esame → 3 appelli (gennaio - gennaio - febbraio)

+ prova orale:

- eventuale valutazione (chiesta da me o da loro)

+ valutaz. di tt ql che è stato fatto durante l'anno

MATERIALE

fogli A3 con cartiglio pre-stampato

(meglio no FABRIANO)

matita HB + matita H/2H

2 squadrette classiche

compasso (+ circoligrafo)

gomma bianca

PORTALE della DIDATTICA - AVVISI - etc... (programma da scaricare)

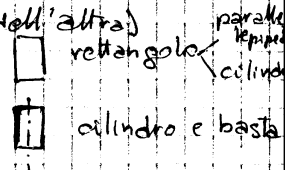
13 novembre 10.30 - 14.30 → recupero

E ---
 F --- } contorni e spigoli nascosti

tratto punto
 2 tratti di lung. diversa ($\approx 1:1$ doppio dell'altra)
 oggetti a sezione circolare
 parallelepipedo
 cilindro

leggere {
 G
 H

linea d'asse (di simmetria $\rightarrow x-x$ es. sezione circolare)
 x tagli oggetto x vedere parti interne.
 r Spessa nei cambi di direzione
 x il resto uguale alla G



sezione totale
 o a piani paralleli
 meglio!

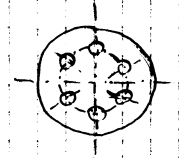
quotatura
 quota
 linea di riferimento o richiamo
 linea di quotatura

J Indicazioni particolari solo su 1 porzione di superficie dell'oggetto che ho di fronte (verniciatura / trattamenti / etc)

=ricordo
 arco $< 180^\circ \rightarrow$ no asse
 arco $= 180^\circ \rightarrow$ asse \rightarrow verticale
 \rightarrow orizzontale } tutti e 2

fiori \rightarrow 2 assi \rightarrow circonferenza
 \rightarrow asse che tende al centro

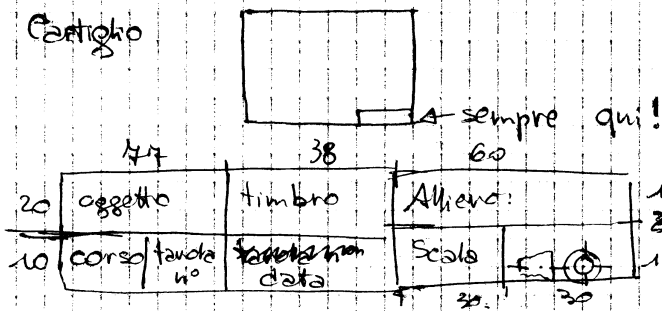
asola \rightarrow 2 archi + 2 pezzi



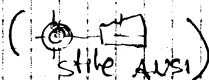
Squadratura

A0/A1 \rightarrow 20 mm dal bordo
 A3 \rightarrow 10 mm (A2/A4)

Cartiglio



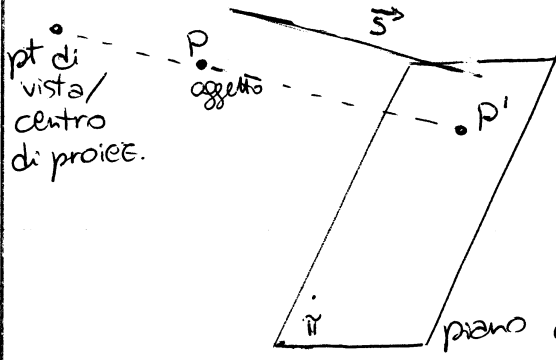
stile iso



Piegatura normale \rightarrow cartiglio sempre ben visibile

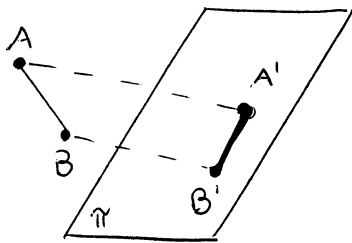
23/09/08

proieç. piana di 1 pt P



raggio di proieç. // s

proieç. di 1 segmento



=> proietto gli estremi e poi li unisco

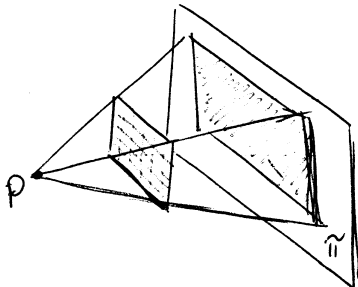


x i solidi proietto i VERTICI e poi li unisco

proieç. piane

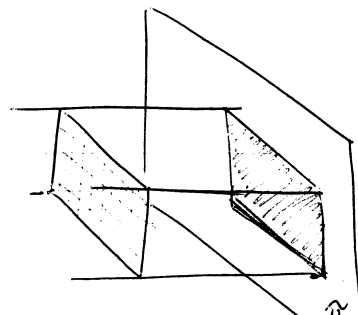
centrali

parallele



⇓
soggettiva

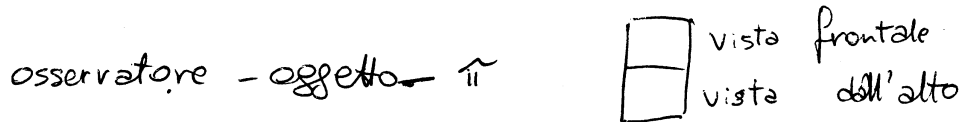
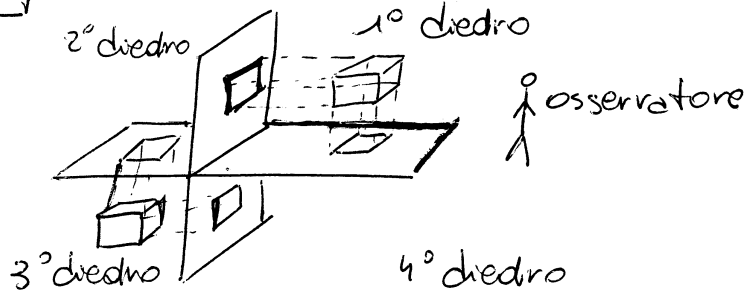
↓
nn usata in ambito industriale



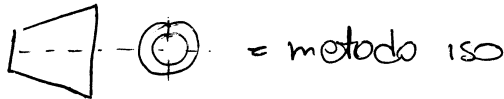
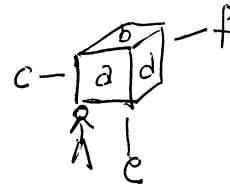
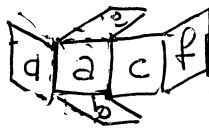
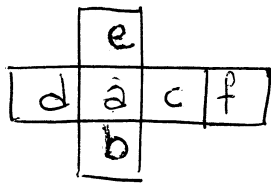
pt di proieç. all'∞
→ linee //

⇓
oggettiva

① metodo iso

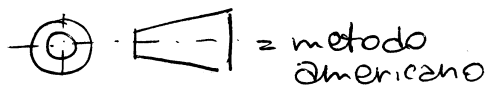


(metodo americano : osservatore - π - oggetto)



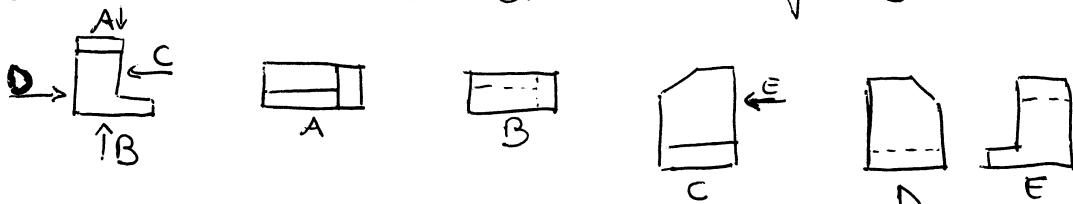
- a - anteriore / frontale
- b - dall'alto
- c - da sx
- d - da dx
- e - dal basso
- f - posteriore

②

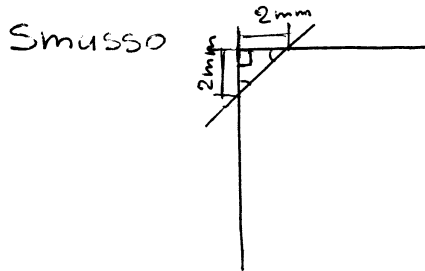


③

Standard cinese \Rightarrow metodo delle frecce

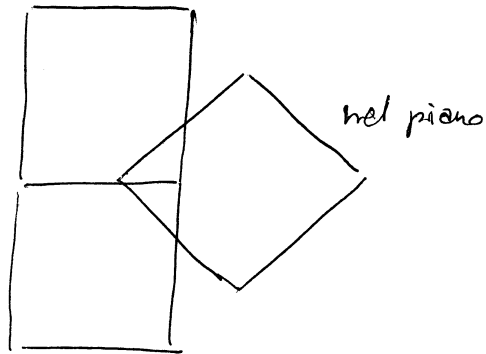
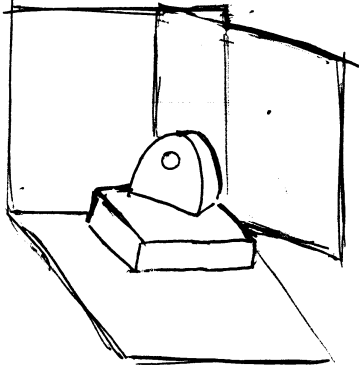


metto le viste dove voglio ma se sbaglio lettera nessuno se ne accorge!

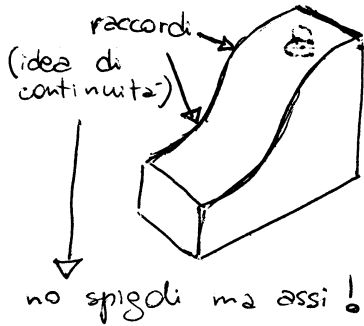


Piani inclinati

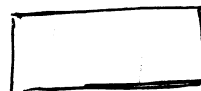
30/09/08



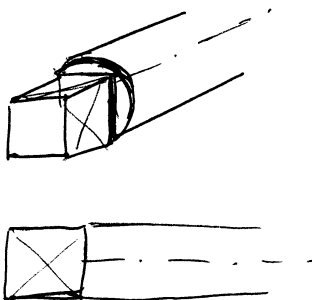
Raccordi



visto dall'alto



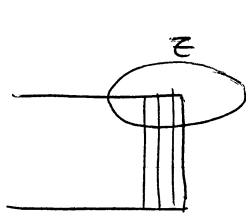
linea B → non toccano ~~mai~~ il bordo
 né si toccano tra di loro } leggere e continue
 (5-6 mm di dist)



Spiacature

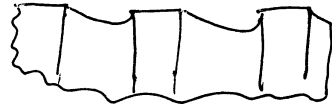
↓
 pezzi piani vicini
 e pezzi tondi
 es. cubo e cilindro

↓
 diagonali (linea B) sulle
 parti piane



ellisse o
circonferenza
+
lettera

fattore di scala 1:1
ε (5:1)

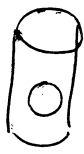
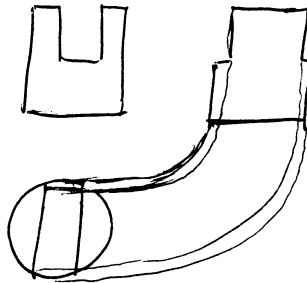
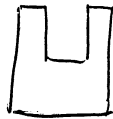


linea c

opp.
ellisse/circonferenza
collegata all'altra
con 4 linee



cilindro
con taglio
prismatico



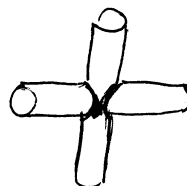
cilindro
con taglio
cilindrico



cilindro
intersecato
con 1 altro
cilindro



profilo

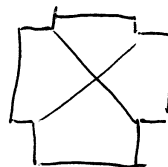


representaz.
a crociera

$d = D$

(diametri uguali)

↳ traccio le
diagonali
tra i pt.
di congiunzione
tra i 2 cilindri



7/10/08

SEZIONI

fori lamati → 2 circonfer. concentriche

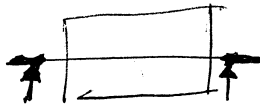


eccccc.
60° se
spigolo
a 45°



campitura a 45°
rispetto all'asse
di simmetria centrale

spaziatura tra 2 e 3 mm

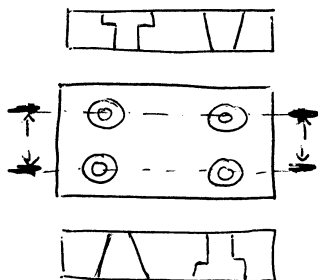


traccia di piano
(dove taglio) → linea H

frece toccano
trattini spessi



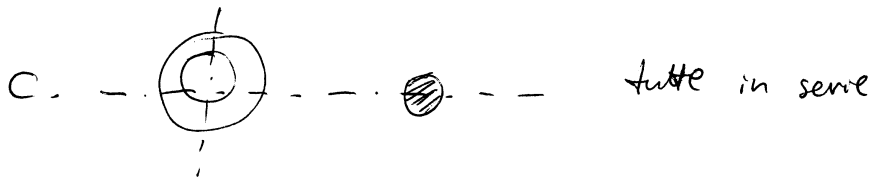
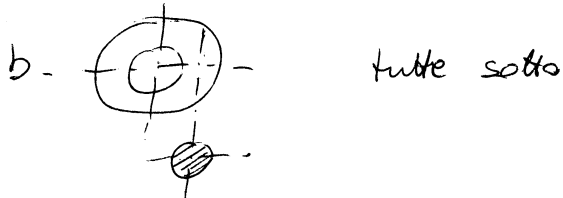
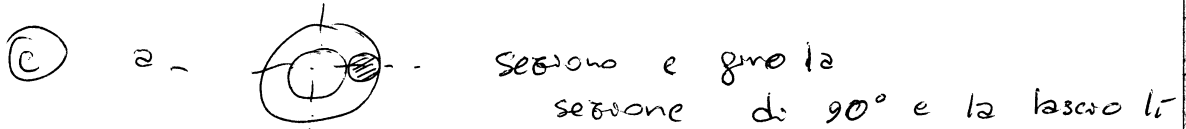
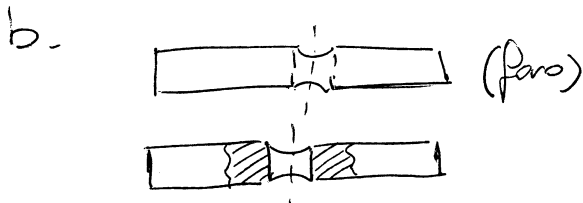
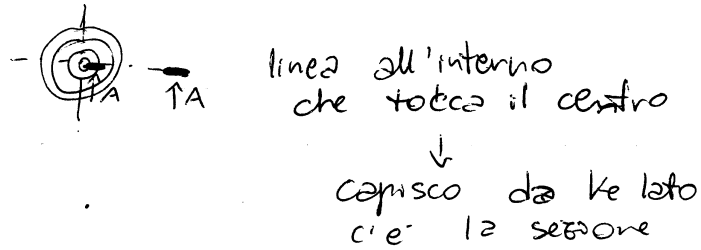
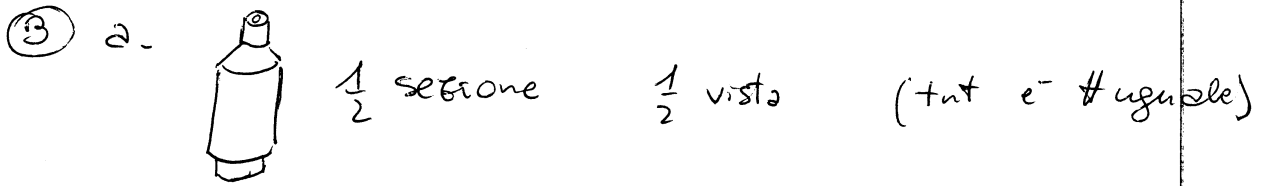
frece verso l'alto
→ eliminano la parte sotto



Sezioni

- ① 2° l'elemento scante
 - a. 2° 1 piano
 - b. 2° + piano //
 - c. 2° piani concorrenti
 - d. 2° superfici di forma qualsiasi
- ② 2° l'estensione del piano
 - a. semi sezione
 - b. sezione parziale (broken out section)
- ③ 2° la posizione del piano
 - a. sezioni ribaltate in loco
 - b. sezioni poste in vicinanza
 - c. sezioni successive

si vede solo
quell che c'è sul
piano di taglio
e un ante quell
che c'è dietro



21/10/08

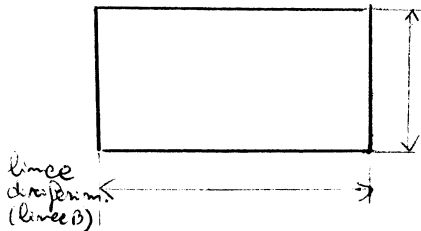
Quote

- dimensioni < 1mm no nel disegno perché mm sono
MA quote (x es. per informazioni x produc. industriale)

- guida per l'analisi e montaggio dei pezzi

↓
quotatura
tecnologica

↓
quotatura funzionale
(legata al funzionamento
della macchina)



quote < orizz.
verticali

quote → stesso unità di misura (mm)

→ 1 sola volta x ogni quota

→ no quote somma di altre quote

10 ± 0,1 è un valore accettabile

10 e basta mm 0,1 e

→ se ho 10 + 10 + 10 in realtà ho

10 + 10 + 10 ± 0,1 ± 0,1 ± 0,1 → 0,3

somma mm e 30 ± 0,1 ma

30 ± 0,1 ± 0,1 ± 0,1

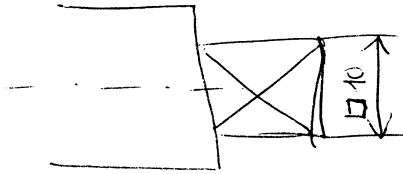
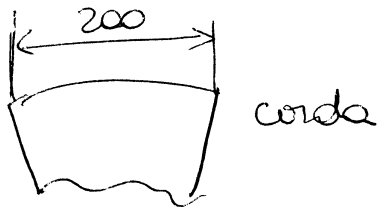
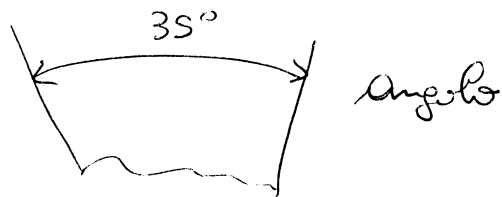
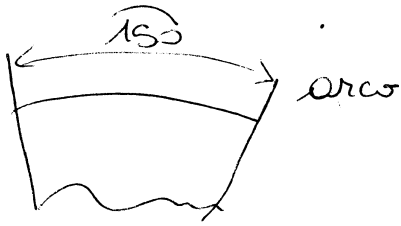
! quotatura dev. essere completa → no misure da rilevare dal disegno

⇒ quotatura completa ed esauritiva

! quotatura dev. essere chiaro → quote ripartite bene tra le varie viste

Tutti raggi di raccordo \rightarrow mm e quote tutti:
e senso "raccordi mm quotati R2"

Raggio solo se angolo $< 180^\circ$, poi diametro
sfere \rightarrow S davanti ea SØ 180



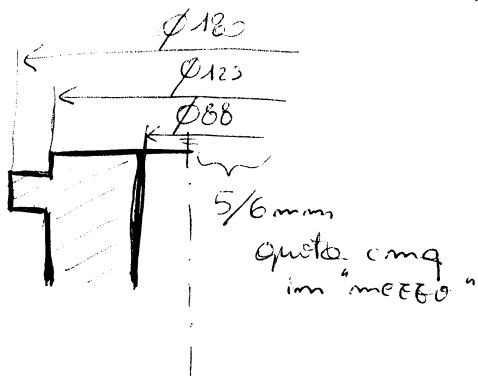
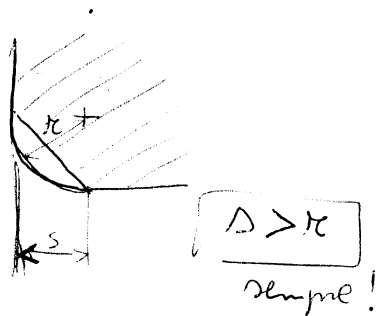
□ 10 indica la
dist tra le 2 facce piane

28/10/08

Quotatura di smussi

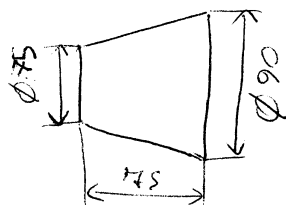


quota di smusso dentro la quota di ingombro
 quota di smusso // asse di simmetria



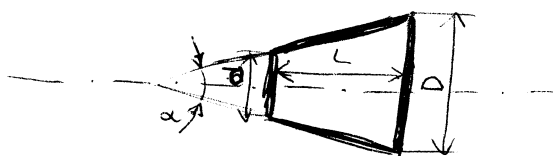
idem. x semisezioni!

Quotatura di pezzi conici

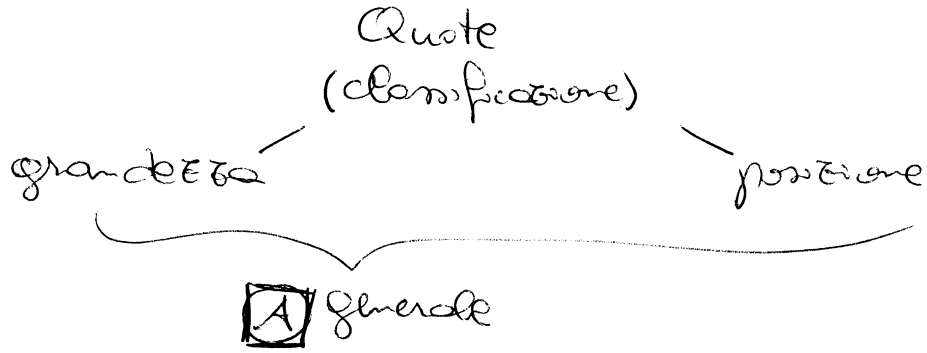


re dist = 1 → L = ?

$$\begin{aligned} \text{conicità} &= \frac{D-d}{L} = \frac{1}{k} = \frac{90-75}{75} = \frac{15}{75} = \frac{1}{5} \\ &\text{(inclinaz.)} \\ &> \rightarrow \text{dist.} < \\ &< \rightarrow \text{dist.} > \end{aligned}$$



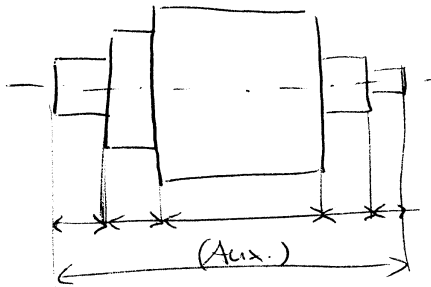
$$\begin{aligned} \frac{1}{k} &= \frac{P}{100} = 2 \tan \frac{\alpha}{2} \\ \text{conicità} &= \frac{D-d}{L} = \frac{P}{100} = p\% = 20\% \\ &\text{p percentuale} \\ \text{conicità} &= \frac{D-d}{L} = 2 \tan \frac{\alpha}{2} \end{aligned}$$



B Secondo la disposizione

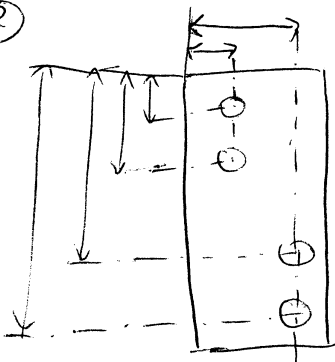
- ① - in serie ② - in parallelo ③ - combinate
 ④ - sovrapposte ⑤ - in coordinate

①



MA accumulo dell'errore!

②



MA scope troppo spesso

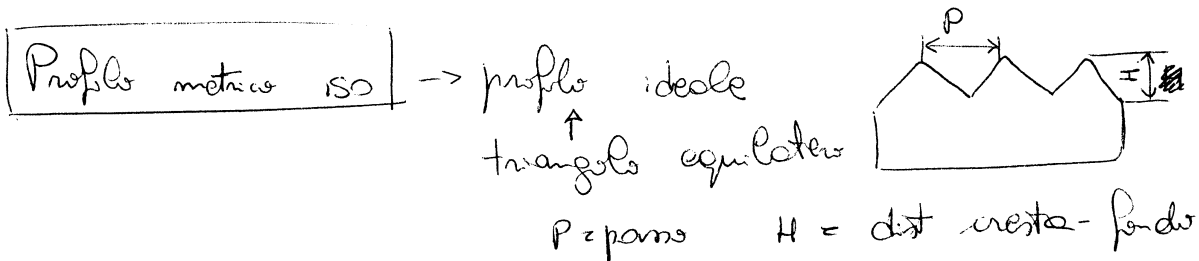
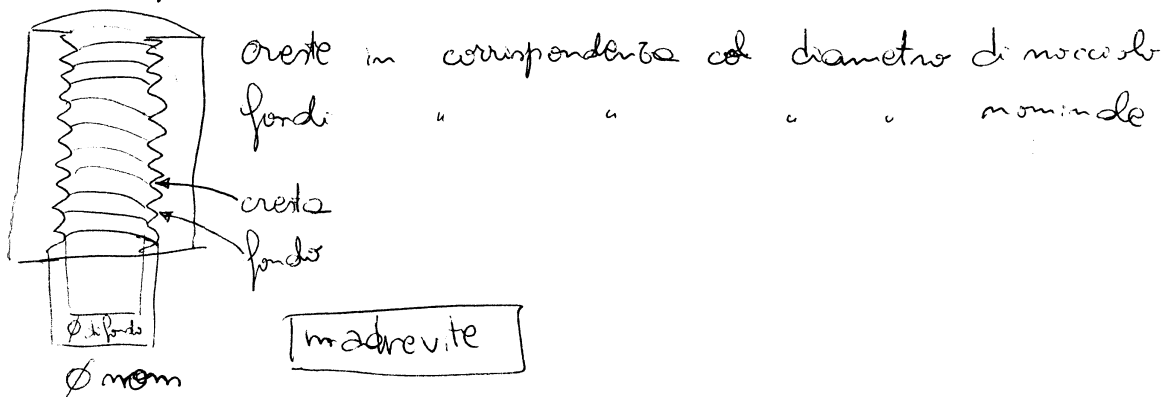
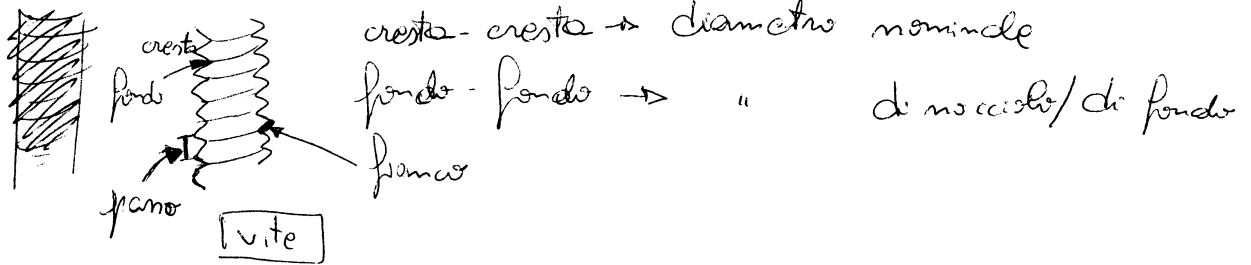
③ (idea migliore)

- 1 pos. in serie
 1 pos. in parallelo

04/11/08

Filettature

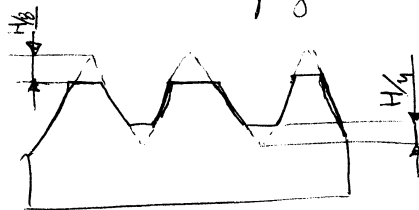
elica conica al cilindro a profilo ± diverso



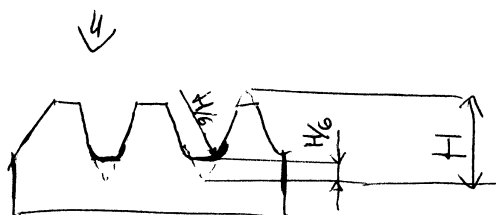
MA qst mm e fatti. Crete:

- spigolo vivo mm realizzabile x fondi
- spigolo vivo x creste pericoloso e fragile

⇒ profilo base (1^a idea)



anche qst profilo x 5° e°
roccardato



Struttura gas

→ a tenuta stagna

foro e albero entrambi cilindrici

→ a tenuta stagna

foro e albero

↓
1 dei 2 dev' essere conico

diametro vite > diametro madrevite e 1 certo pt

↓
deformazione

(condizioni elastoplastiche)

↙ vite cerca di albero ↘
madrevite stringe

→ resto in campo elastico
→ tutto reversibile

R - esterne coniche

Rp - interne cilindriche

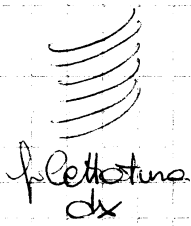
Rc - interne coniche

Profilo trapezoidale

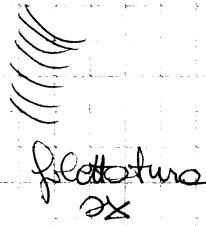
→ trasmissione

Profilo a denti di sega

→ campo aerodinamico



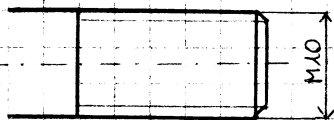
↓
movimento
orizz. ↓
ovvitam



M10 x 1 - Sin
M10 x 1 - LH
(left hand)

filati = principi ⇒ + principi ⇒ collegam più rapido
ma vite mm fragile

vite



vista dall'alto

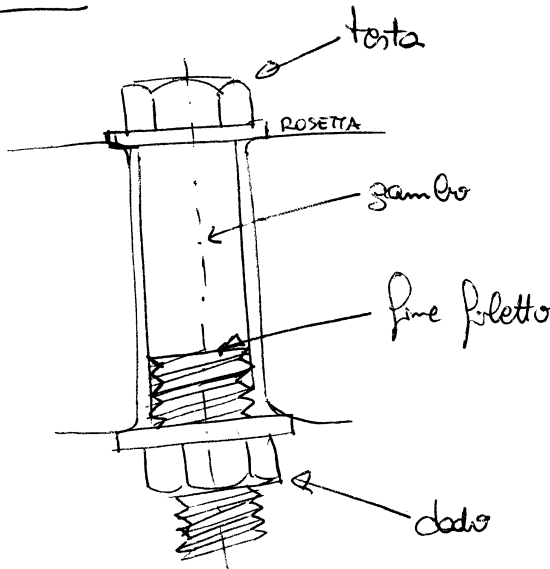


dist: diam. nom e diam di moccolo
sempre 1mm, smusso sempre 1x45°
ma notare diam di moccolo!

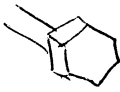
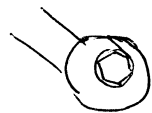
11/11/08

CONNEGAMENTI FILETTATI

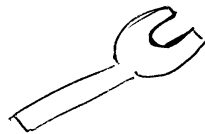
Bullone



Viti

- a testa esagonale 
 - " " cilindrica (brugola) 
 - testa / croce
- } su $\phi >$

chiave e forchetta

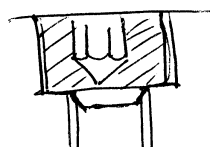


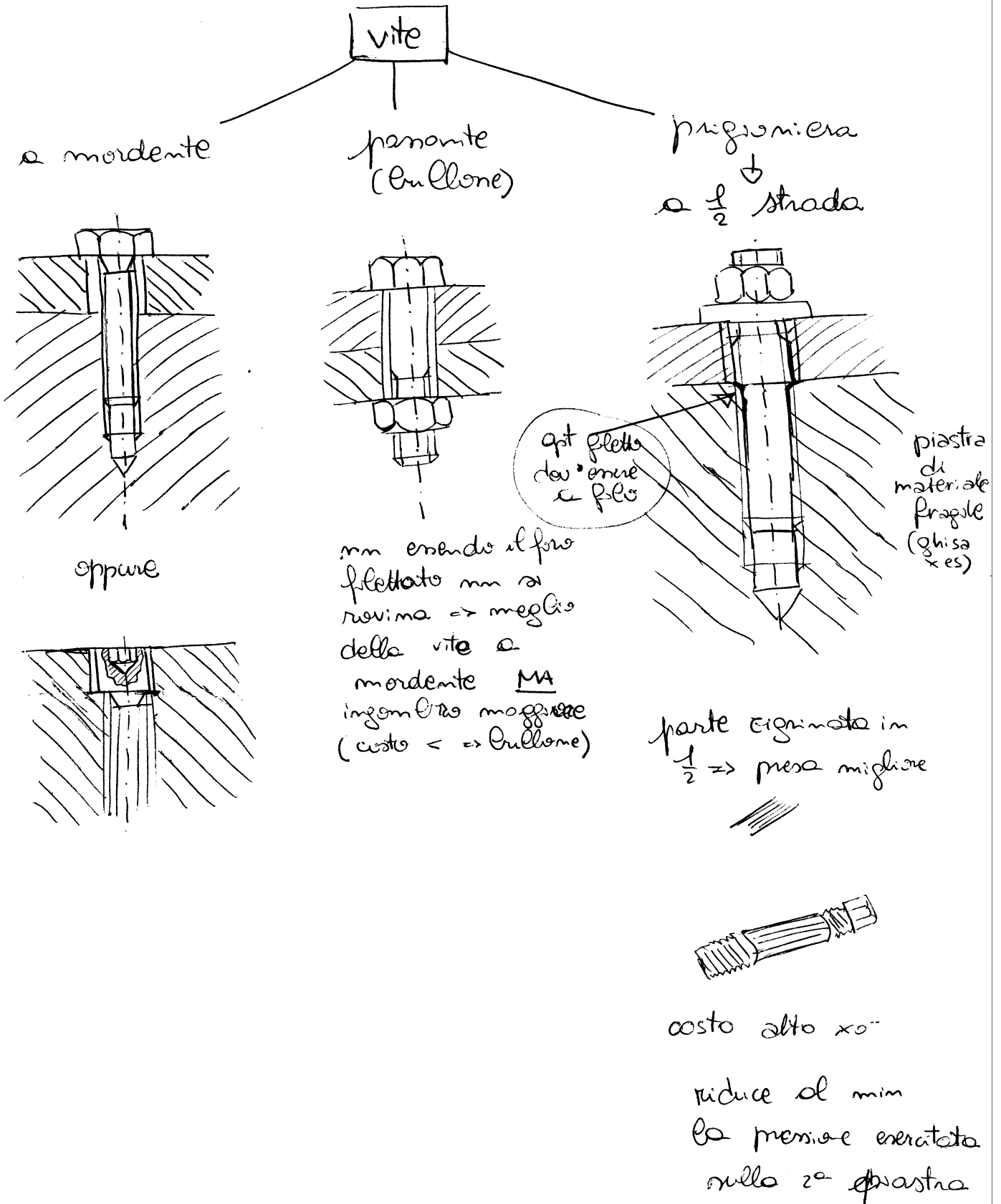
↳ angolo min di manovra 60°
(se no mm e' mantenibile)

⇓
se mm h3 almeno 60°
brugola



⇒ LAMATURA





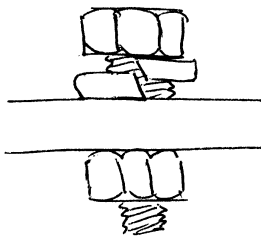
Rosetta



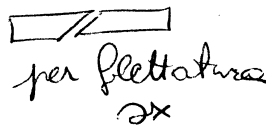
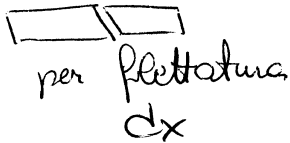
- a. annulla le vibrazioni (≈ intercapedine)
- b. livella le irregolarità di dado e superficie

prevenzione dello
svitamento
(ma sicurezza bassa
emq)

Rosetta elastica / grover



qund li schiarca => precorice

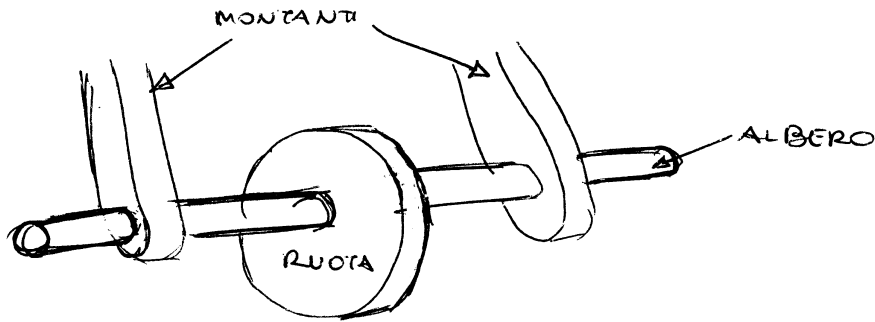


(lo spigolo si pianta nella testa della vite
(sotto l'incavo))
=> vincolo meccanico

Dado - contro dado

Sicurezza
relativa x^o

Accoppiamenti



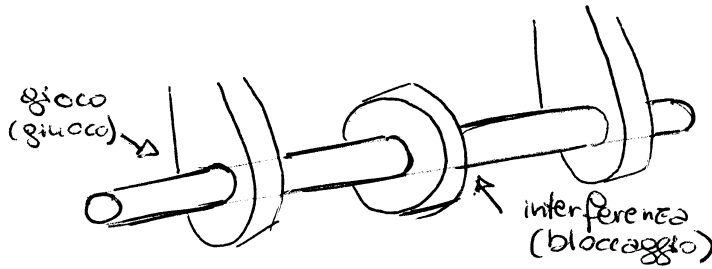
2 varianti:

- a - ruota ferma su albero
(rotazione nei montanti)
- b - ruota che gira su albero

normalmente → corpi che ruotano nn hanno mai
1 strisciamento diretto (→ bronzina)
se no strisciamento → attrito → usura

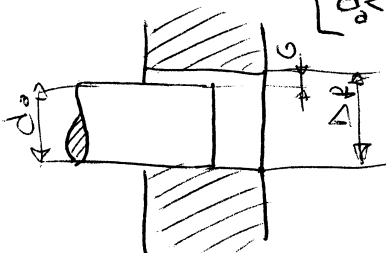


variante a e' meglio
se voglio che la ruota
nn si rovini



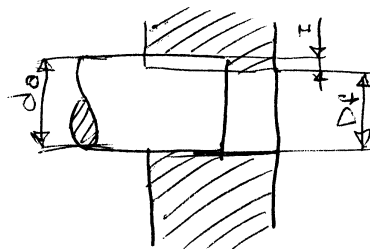
gioco → albero + piccolo del foro
interferenza → " + grande " "
incertezza → boh

Ⓐ bronzina + gioco $[d_a < d_f]$



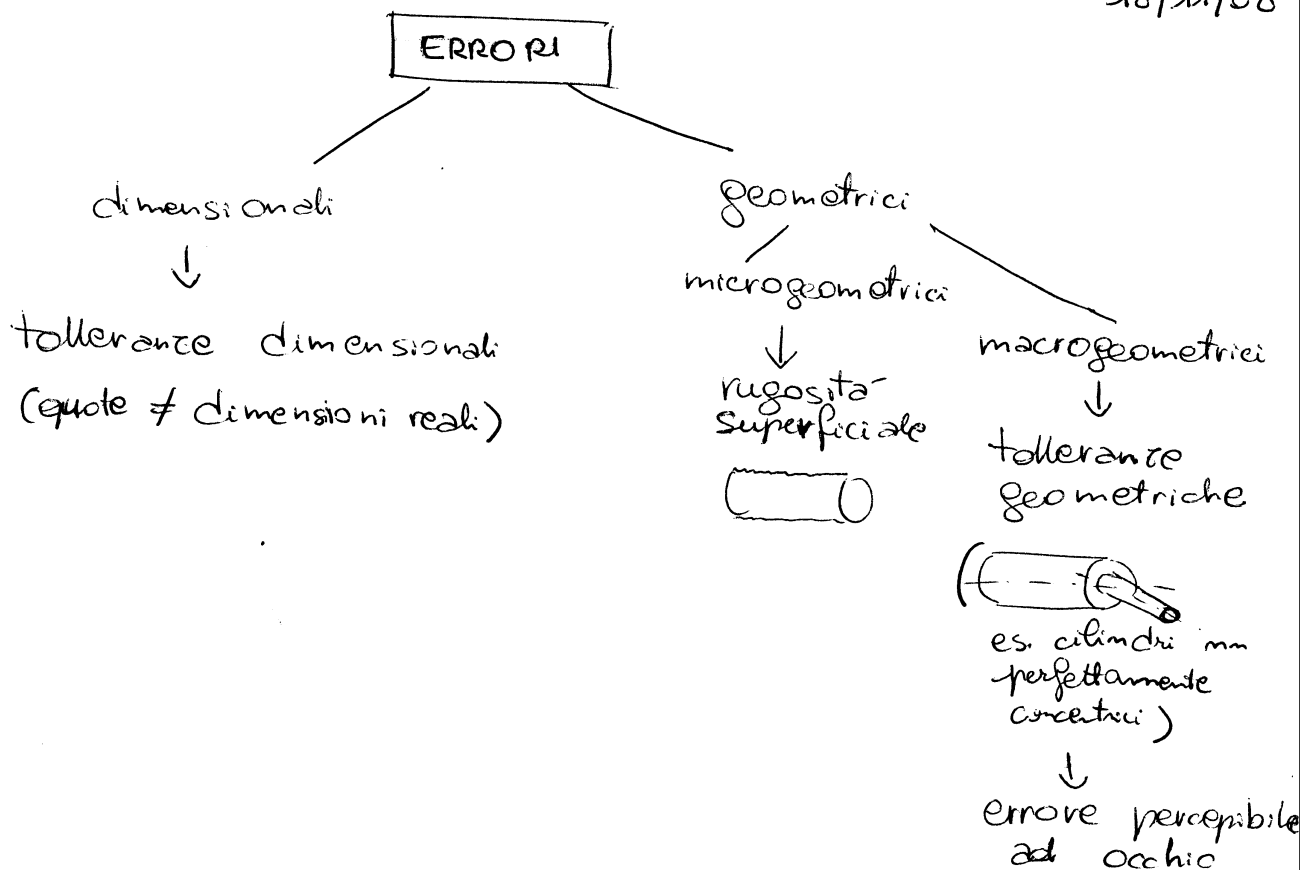
cuscinetto a strisciamento

Ⓑ cuscinetto a sfera (a rotolamento) $[D_f < d_a]$



sfrutto elasticità dei materiali x motore + albero + grande del 20

18/11/08



Errori dimensionali:

=> Si stabiliscono dei limiti entro i quali sono accettabili gli errori (toleranze)

es. d_n (dimensione nominale) = 30,00
 ~~d_n~~ con le tolleranze ~~22,00~~ $29,90 < x < 30,10$

qst cmq dipende dalla funzione del pezzo!

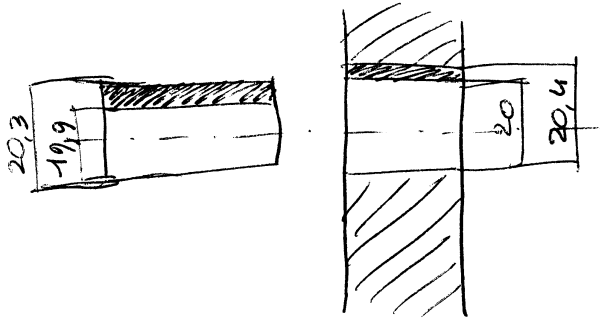
$$d_{min} < d_n < d_{max}$$

Logica del ricambio

→ intercambiabilità del componente → qst è permesso dalle tolleranze (obiettivo commerciale)

Accoppiamento incerto

(o a min interferenze)



o max materiale

$$d_{\max} - D_{\min} = 0,3 \rightarrow \text{interf.}$$

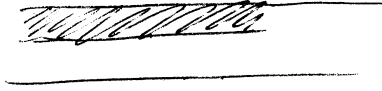
o min materiale

$$d_{\min} - D_{\max} = 0,5 \rightarrow \text{gioco max}$$

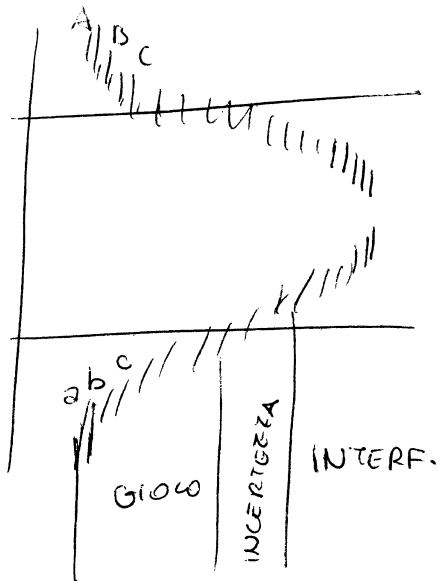
cautela \rightarrow se sbaglio posso riprendere il pezzo
 \rightarrow max materiale \Rightarrow interf.
(ecco xke min interf.)

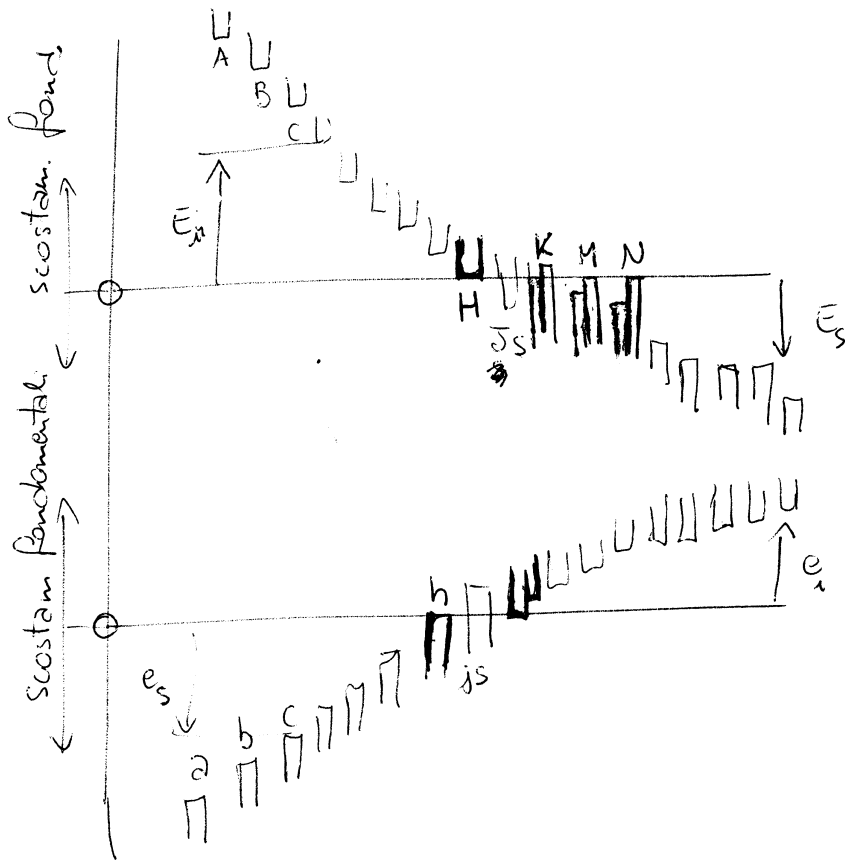
cmq discorso solo statistico

Rappresentaz. semplificata



Posizione della tolleranza





Fiori

~~$\Delta = IT_m - IT_{(m-1)}$~~
 $\Delta = IT_m - IT_{(m-1)}$

Alberi

ISO $\rightarrow 2^7$ posizioni (a, b, c, d, e, f, g, h, j, k, m, n, p, r, s, t, u, v, ~~x, y~~, z, a, b, c)

① scelgo l'IT ($IT = E_s - E_i$)

② scelgo la posizione

Alberi $\rightarrow k \Rightarrow e_i \begin{cases} \geq 1 \text{ certo val } (\text{se } 4 \leq IT \leq 7) \\ \geq 0 \text{ (se } IT < 4 \vee IT > 7) \end{cases}$

Fiori $\begin{cases} \text{fino a } 178 \\ \text{oltre a } 178 \end{cases}$

05/12/08

Accoppiamento foro-base

=> lettera maiuscola (per prima)

↓
(tutte le lettere precedenti a qll fissate sono accoppiam. con gioco
tutte qll successive a p sono accoppiam. con interferenza)

fisso qll del foro in qst accopp.

↓
accopp. in mezzo
piccole interfer.

⇓
per montare alberi e fori
uso shock termici
↙ aceto liquido x foro ↘ alte temp. ↓ albero plastico
monta => ≈ saldatura

[es.]

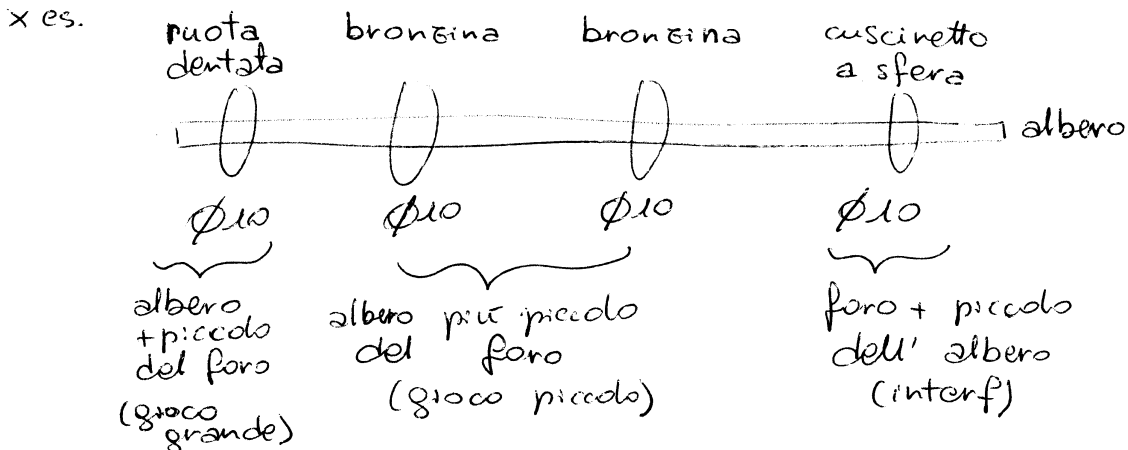
Ruota su albero + montante (≈ ruota carrello supermercato)

=> tra bronzina e albero voglio un gioco
Ø20 HB/f8 => sono tranquillo che ci sia gioco
(qst scelte cmq sono date dall'esperienza)

Lavorazioni + economiche sono qll sugli alberi
(servono meno utensili) => se posso faccio a accoppiam
foro-base

Accoppiamento albero-base

qnd nn posso fare un accoppiam foro-base



Vedi cmq tabella libro! (tab. xii, pag 354)

16/12/08

Rugosità

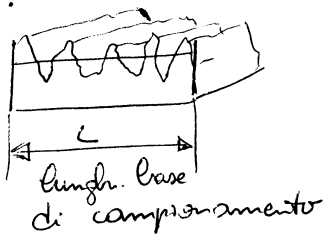
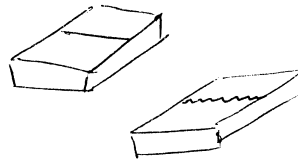
Superficie ideale ≠ superficie reale

↓
 qnt si discostano?

Considero solo 1 profilo → 2D

sup. ideale → retta

sup. reale → linea spezzata

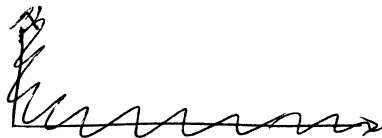
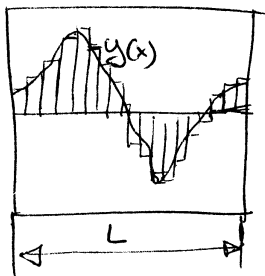


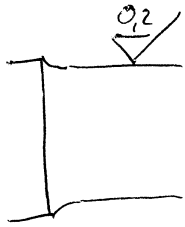
rugosità media aritmetica

$$R_a \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

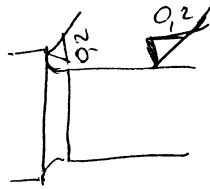
(y_i = altezza rettangolini)

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx \quad (l=L)$$





gola E



gola F

PEEEO (deformaz. plastica)

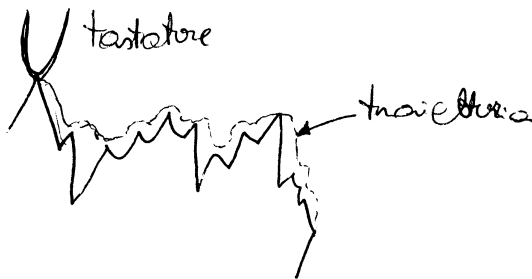
- grezzo $R_a = 15$
- sgranato $R_a = 6,3$
- finito $R_a = 3,2$
- rettificato $R_a = 0,8$

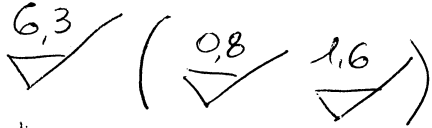
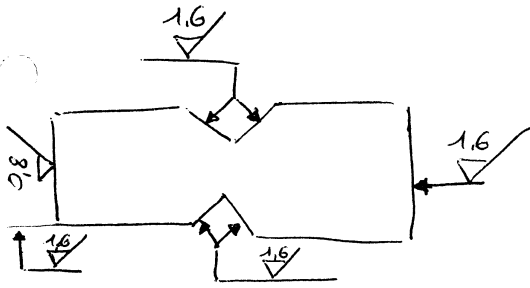
PEEEO nuovo (onido)
 } termina x es.
 ↳ toglie l'onido

diretta superficiale > di qll
 ↑
 del metallo
 ↳ usura maggiore

mi preoccupa anche della superficie dell'off

Rugosimetri percepiscono le asperità (creste e fondi)
 e valutano l'oscillazione media





↓
 rugosità max
 di tutte le
 superfici in
 quotate

↓
 rugosità + specifiche
 di alcune superfici

0,8 1,6 3,2 6,3

Valori + comuni
 della rugosità

lavoraz. fow + costo della lavoraz. oltre

⇒ se oltre 0,8 non accettare fow 1,6

[rotaz. relativa e scarramento tra 2 corpi
 (lavoraz. / oltre)]

[6.3 nessun contatto]

[montante / base di stentambinghia
 1.6 3,2 app. ma
 opp. 3,2 3,2 in movimenti]

- verificare, mediante campionamento, che il proprio livello di precisione abituale non degradi.
Le suddette operazioni sono elementi caratterizzanti in quello che viene definito sistema qualità.

Per quanto riguarda le fusioni in ghisa, acciaio e leghe di rame esistono delle norme che prescrivono, sui getti grezzi, tolleranze generali dimensionali, qualora non siano state esplicitamente indicate a disegno.
Tali tolleranze sono del tipo simmetrico rispetto alla quota nominale, al lordo di eventuali sovrametalli per successive lavorazioni.
Anche in questo caso vengono presi in considerazione, con riferimento ai diversi gruppi dimensionali, diversi gradi di precisione, con campi di tolleranza progressivamente più ristretti, a seconda che si tratti di getti singoli, ripetuti o di serie.

6 LE "TOLLERANZE ISO"

Le tolleranze generali prevedono indicazioni di scostamenti dell'ordine dei decimi di millimetro su dimensioni di un centinaio di mm e risultano valide per pezzi che non presentano esigenze di elevata precisione negli accoppiamenti.

Per queste esigenze (che vanno aumentando di pari passo con l'evoluzione tecnologica) sono state codificate a livello internazionale le tolleranze di riferimento, note nella pratica come **Tolleranze ISO** (si noti che sono conformi a norme ISO anche le tolleranze generali e le definizioni viste finora), codificate in Italia nella norma UNI EN 20286.

Nel sistema ISO di tolleranze, per poter soddisfare tutte le necessità sia per i pezzi isolati sia per gli accoppiamenti, è previsto per ogni dimensione nominale un totale di 20 gradi di tolleranze normalizzate che definiscono l'ampiezza della zona di tolleranza e quindi la qualità o la precisione della lavorazione. Di questi 20 gradi, 18 (designati con le sigle da IT1 fino ad IT18) sono di uso generale, e due gradi (IT0 ed IT1) vengono utilizzati in casi particolari.

Inoltre è prevista una gamma di scostamenti (chiamati scostamenti fondamentali) che definiscono la posizione

	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18	
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
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
30	50	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
80	120	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
180	250	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
315	400	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
500	630	4,5	7	10	14	20	28	46	72	115	185	280	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
800	1000	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
1200	1600	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
2000	2500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
3150	4000	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
5000	6300	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
8000	10000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
12000	16000	13	18	24	33	47	66	105	165	280	420	660	1,05	1,65	2,8	4,2	6,6	10,5	16,5
20000	25000	15	21	29	39	55	78	125	185	310	460	700	1,25	1,85	3,1	4,6	7,0	10,5	15,5
31500	40000	18	25	35	48	68	98	150	230	370	540	820	1,5	2,3	3,7	5,4	8,2	12	18
50000	63000	22	30	41	55	78	110	175	260	400	600	900	1,75	2,6	4,4	6,6	10	15	22
80000	100000	26	36	50	68	98	140	210	310	460	680	1000	2,1	3,1	5,4	8,1	12	18	27

ne della zona di tolleranza rispetto alla linea dello zero. La posizione della zona di tolleranza viene designata con una o più lettere maiuscole per i fori (da A fino a ZC) e da una o più lettere minuscole per gli alberi (da a a zc). Tolleranze e scostamenti sono stati unificati per le dimensioni fino a 3150 mm.

Grado di tolleranza normalizzato

Il grado di tolleranza normalizzato (indicato in passato col termine *qualità*) varia con la dimensione nominale in quanto esprime l'ampiezza dell'errore tollerato che certamente è più elevato su dimensioni maggiori e minore su dimensioni minori, come detto in precedenza.

Un determinato grado di tolleranza IT_n è quindi un gruppo di tolleranze che individuano lo stesso livello di precisione pur variando le dimensioni nominali.

I valori arrotondati dei gradi di tolleranza normalizzati da IT1 a IT18 sono

Tab. IV. Valori numerici del grado di tolleranza normalizzato IT per dimensioni minori di 3150 mm.

mm	IT01		IT0	
	IT01	IT0	IT01	IT0
3	0,3	0,5	0,3	0,5
6	0,4	0,6	0,4	0,6
10	0,5	0,8	0,5	0,8
18	0,6	1	0,6	1
30	0,8	1,2	0,8	1,2
50	1	1,5	1	1,5
80	1,2	1,8	1,2	1,8
120	1,5	2,2	1,5	2,2
180	2	3	2	3
250	2,5	4	2,5	4
315	3	5	3	5
400	4	6	4	6

Tab. V. Valori numerici delle tolleranze fondamentali dei gradi di tolleranza IT01 e IT0.

Gradi di tolleranza normalizzati

Moltiplicare i pe

Solo per dime

Tab. VI. For

riportati in ranze IT0 mensionati riportati i ranza nor devoto e sioni min i valori sc di da 12 i cron.

Per semp norme ne tantente i minale, r nominali geometri estreme (rato, cioè

(in mm)

Nella prii (inferiori metrica è mm, cioè Si avrà all

Non ci s IT4 poic sponden approssi metrica t

I valori corrisp IT18 pe a 500 m na dell mediar cament

(in mm)

Per le i tra 500 za è ca

La tab calcoli da IT1

Tab. VIII. Valori numerici degli scostamenti fondamentali per il grado di tolleranza IT, per le classi di tolleranza di 17. Si applicano i valori di IT con numero dispari, i valori arrotondati al numero pari immediatamente inferiore in modo che la sistemazione risultante, che è il valore di IT, possa essere espresso in un numero intero di micrometri.

DIMENSIONE NOMINALE (mm)		SCOSTAMENTI SUPERIORI es												SCOSTAMENTI INFERIORI el																													
		GRADI DI TOLLERANZA: tutti												IT5 e IT6						IT7						IT8 fino a IT3 e sopra IT7						GRADI DI TOLLERANZA: tutti											
oltre	fino a	a1)	b1)	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	i	j	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc														
-	3	+270	+140	+80	+54	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	+2	+4	+6	+10	+14	+18	+23	+28	+33	+39	+45	+50	+56	+64	+72	+80	+90	+100	+110	+120										
3	6	+270	+140	+80	+54	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	+2	+4	+6	+10	+14	+18	+23	+28	+33	+39	+45	+50	+56	+64	+72	+80	+90	+100	+110	+120										
6	10	+280	+150	+90	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0	-2	-4	-6	-10	-14	-18	-23	-28	-33	-39	-45	-50	-56	-64	-72	-80	-90	-100	-110	-120											

Tab. IX. Valori numerici degli scostamenti fondamentali per il grado di tolleranza IT, per le classi di tolleranza di 17. Si applicano i valori di IT con numero dispari, i valori arrotondati al numero pari immediatamente inferiore in modo che la sistemazione risultante, che è il valore di IT, possa essere espresso in un numero intero di micrometri.

DIMENSIONE NOMINALE (mm)		SCOSTAMENTI INFERIORI el												SCOSTAMENTI SUPERIORI es																													
		GRADI DI TOLLERANZA: tutti												IT5 e IT6						IT7						IT8 fino a IT3 e sopra IT7						GRADI DI TOLLERANZA: tutti											
oltre	fino a	a1)	b1)	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	i	j	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc														
-	3	+270	+140	+80	+54	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	+2	+4	+6	+10	+14	+18	+23	+28	+33	+39	+45	+50	+56	+64	+72	+80	+90	+100	+110	+120										

UNA LINEA DI RICERCA SCRIVERE PER LA SCELTA DEGLI ACCOPPIAMENTI
 Combinando a due a due gli alberi e i pezzetti nel sistema di tolleranze, ne risulterebbe una serie molto elevata di accoppiamenti. Infatti:
 Gradi di tolleranza del sistema ISO: 20 (IT01-IT18)
 Posizioni previste: 27 (A...ZC)
 Combinazioni possibili: $27^2 \times 20^2 = 291600$

Per ridurre il numero degli accoppiamenti selezionabili, è possibile limitare la scelta dei gradi di tolleranza a 6, cioè da IT6 a IT11 (corrispondenti alle lavorazioni meccaniche con macchine utensili tradizionali), evitando gradi di tolleranza molto precisi o molto grossolani. Le combinazioni diventano:
 Combinazioni: $27 \times 6^2 = 26244$

La scelta del sistema (oro base) porta ad un'ulteriore riduzione degli accoppiamenti:
 Combinazioni: $27 \times 6^2 = 972 \rightarrow$ Oro base o albero base
 Ripetendo lo schema delle tolleranze generali, i gradi di tolleranza possono anche essere ridotti a 4, cioè IT6 (molto preciso), IT7 (preciso), IT8 (medio), IT11 (grossolano).
 Combinazioni: $27 \times 4^2 = 432$

Il numero delle posizioni può essere ridotto a 8, evitando le posizioni da a-e (giochi molto elevati e da f-h (interferenze elevate). Quindi si usano le posizioni i, g, h, k, m, n, p.
 Combinazioni: $8 \times 4^2 = 128$

In fine, nella pratica generale si osserva che, lavorando con la stessa accuratezza, si realizzano più facilmente le dimensioni esterne che quelle interne, cioè gli alberi risultano più precisi dei fori. Per questo di solito si sceglie per un albero la qualità ITn, il foro con cui si accoppia ha qualità IT (n+1). Di conseguenza si avrà:
 Combinazioni: $8 \times 4^2 = 32$

- Globo:**
 H/i accoppiamenti rotanti, veloci, centraggio imperfetto
 H/g accoppiamenti rotanti, lenti, centraggio perfetto
 H/h sciorinamento, lento, precisissimo, lubrificazione
 H/k, m montaggio a mano, non può trasmettere sforzi
 H/n, p montaggio forzato, può trasmettere sforzi

9 SERIE E CATENE DI QUOTE TOLLERATE

Un approccio più scientifico al problema di prescrivere delle tolleranze che da un lato assicurino qualità ed accoppiabilità casuale dei pezzi e dall'altro non vincolino a scarti eccessivi in sede di collaudo, è stato sviluppato con l'aiuto di metodi matematici.

comparati e similmente meglio corrispondenti alle esigenze tecniche e funzionali dei prodotti in costruzione, scartando quelli che determinerebbero un costo più elevato. Le tabelle X e XI riportano alcuni accoppiamenti *oro base* di uso comune, con le caratteristiche di applicazione e di montaggio.

3) Fra i vari accoppiamenti adatti preferire quelli con tolleranze più ampie perché più economici. Limitare l'impiego dei gradi normalizzati a quelli che sono abitualmente usati alle esigenze funzionali mediche delle diverse parti dei prodotti in costruzione. Tutto questo si traduce in una diminuzione del costo di produzione e in una migliore organizzazione della produzione, in quanto si ottiene una ridotta dotazione di strumenti di controllo e soprattutto di utensili (alesatori, brocche) e di attrezzature.

Extra Precisi			Precisi			Medio Precisi			Grossolani		
Foro	Albero	Foro	Albero	Foro	Albero	Foro	Albero	Foro	Albero	Foro	Albero
H6/h5	H6/h6	H7/h7	H6/h6	H7/h7	H8/h8	H9/h9	H8/h8	H9/h9	H10/h10	H11/h11	H12/h12
Bloccato alla pressa	Bloccato leggero	Libero stretto	Bloccato serrato	Libero normale	Bloccato alla pressa	Bloccato a caldo	Bloccato serrato	Bloccato a caldo	Libero normale	Bloccato a caldo	Bloccato a caldo
Nonaggio cuscinetti, tenute elastiche	Replicatura, alta precisione	Replicatura, media precisione	Replicatura alberi, alesatura	Lavorazioni alle macchine utensili	Formatura, litesatura, alesatura	Quasi a freddo	Libero ampio	Libero largo	Libero normale	Libero normale	Libero normale
Bloccato a spina; montaggio a mano forzando leggermente	Bloccato leggero; montaggio a pressione con mazzuolo	Bloccato normale; montaggio a pressione con mazzuolo	Bloccato serrato; montaggio a pressione eventualmente con differenza di temperatura	Libero stretto; accoppiamenti mobili a bassa velocità	Bloccato a spina; montaggio a spina	Bloccato serrato; montaggio a spina	Libero largo e ampio; pezzi che richiedono molto gioco	Bloccato a caldo; con differenza di temperatura tra i due pezzi	Con sciorinamento; parti rotanti o scorrevoli con buona lubrificazione	Libero stretto; accoppiamenti mobili a bassa velocità	Libero normale; pezzi rotanti ad alta velocità

Tab. X. Accoppiamenti raccomandati *oro base* per le principali caratteristiche e definizioni.

Le zone di tolleranza considerate sono le seguenti, dove quelle in neretto vengono considerate preferenziali rispetto alle altre:

- Per alberi:**
 a11, b11, c11, d8, d9, d10, e7, e8, e9, f6, f7, f8, g5, g6, h5, h6, h7, h8, h9, h11, j5, j6, j7, k5, k6, k7, m5, m6, m7, n5, n6, n7, p5, p6, p7, s5, s6, s7, t5, t6, t7, u7.
- Per fori:**
 A11, B11, C11, D9, D10, E8, E9, E10, F6, F7, F8, F9, G6, G7, H6, H7, H8, H9, H10, H11, J56, J57, J58, K6, K7, K8, M6, M7, M8, N6, N7, N8, P6, P7, P8, R6, R7, R8, S6, S7, T6, T7.

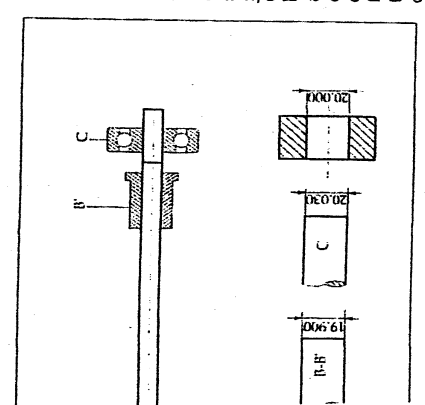
Criteri di scelta

La scelta delle tolleranze per gli accoppiamenti non è un problema facile; si possono tuttavia dare alcune indicazioni orientative:

- 1) In base alla funzione che devono assolvere i pezzi nell'accoppiamento si determina se si deve avere gioco o interferenza. Si tenga presente che, come si è già accennato, un accoppiamento incerto nella sua realizzazione pratica diviene quasi sempre un accoppiamento con leggera interferenza. Nella lavorazione infatti gli alberi tendono ad essere prodotti con dimensioni più vicine alla massima che alla minima; il contrario avviene per i fori. Si scelgono poi i valori di gioco (o interferenza) massimo e minimo basandosi molto sull'esperienza. Si può dire come principio orientativo generale, che per parti scorrevoli tra loro il gioco minimo deve essere tale che, anche con una variazione di temperatura di 10°C, il funzionamento sia garantito; il gioco massimo deve assicurare anche dopo una terza usura una sufficiente guida. Per un accoppiamento forzato l'interferenza minima, deve garantire che le due parti non si disgiungano sotto un eventuale sforzo; l'interferenza massima non deve imporre sforzi eccessivi di deformazione che potrebbero portare a rottura. La scelta degli accoppiamenti incerti e stabili è più difficoltosa, in quanto si deve tener conto, oltre che delle caratteristiche funzionali, anche dei criteri di montaggio e delle proprietà meccaniche delle parti accoppiate.
- 2) Tra i vari accoppiamenti che potrebbero soddisfare le condizioni richieste

Gli accoppiamenti raccomandati
 Anche con la limitazione dei due sistemi *oro base* ed *albero base* si avrebbe ancora un numero troppo elevato di accoppiamenti possibili. In pratica, il campo entro il quale il progettista deve scegliere la tolleranza da assegnare è di solito piuttosto ristretto, dato che ogni officina, compatibilmente con le esigenze tecniche, cerca di ridurre il più possibile le spese di attrezzamento per utensili e calibri e quindi limita i gradi di tolleranza e le posizioni allo stretto necessario.

Si ha perciò una selezione delle zone di tolleranza per alberi e fori il cui abbinamento, porta agli accoppiamenti raccomandati, con lo scopo di limitare



Tab. X. Accoppiamenti raccomandati *oro base* per le principali caratteristiche e definizioni.

una lettera di richiamo ad una definizione più completa riportata in una tabella o nel riquadro delle iscrizioni (fig. 184).

184 Criteri per la scelta della rugosità.

L'indicazione su un disegno di un grado di rugosità (nel caso che questo sia minore di quello abituale dell'officina) implica quasi sempre un controllo e quindi un aumento del costo di produzione. Per questo motivo oltre che prescrivere un valore di rugosità solo per le superfici la cui funzionalità sia condizionata dalla rugosità, questa deve essere la più grande possibile compatibilmente con le funzionalità richieste dal pezzo (ad esempio tipo di accoppiamento con altri organi, tipo di sollecitazioni, tolleranze dimensionali, aspetto estetico, movimenti reciproci, ecc.).

Il progettista dovrà quindi prevedere tolleranze e finiture tali da garantire la funzionalità dell'accoppiamento al minimo costo. A questo proposito, la tabella XIV riporta i valori orientativi della rugosità Ra per alcune applicazioni più comuni; la tabella XV riporta invece i valori massimi di rugosità Ra compatibili con le tolleranze ISO; questo vuol dire ad esempio che un albero di diametro 60 mm ed un grado di tolleranza normalizzato IT7, dovrebbe essere lavorato con un grado di rugosità 0,8 mm; è da precisare però che, se la funzionalità della superficie riveste particolare importanza, si consiglia di precisare sul disegno il valore di rugosità desiderato, anche se maggiore di quello riportato nel prospetto.

Dato un certo grado di tolleranza è

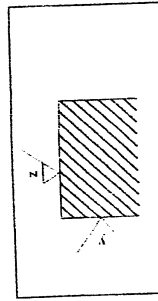


Fig. 184. Prescrizioni di rugosità semplificate; i valori sono riportati in tabella.

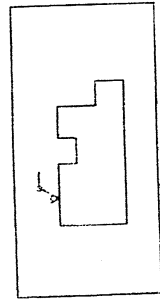


Fig. 185. L'indicazione di rugosità è applicata a tutte le superfici uscenti dal contorno rappresentativo.

RUGOSITÀ Ra μm	APPLICAZIONI
0,025	Piani di appoggio di micrometri, specchi e blocchi di riscontro.
0,05	Facce calibri di officina e piani di appoggio comparatori.
0,1	Facce calibri a corsoio, perni d'antibloccaggio, utensili di precisione, cuscinetti superficiali, accoppiamenti stagni ad alta pressione in moto alternato, superficie accoppiata di parti in modo alternativo a tenuta di liquido sotto pressione a superficie levigate di tenuta senza guarnizione.
0,2	Sopporti alberi a gomito e alberi a carme, perno di biella, superficie carme, diametro cilindri pompe idrauliche, cuscinetti lappati, perni turbine, accoppiamenti stagni mobili a mano, guide tavole macchine utensili, reggispinta alle 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, superficie di tenuta di seggi ed otturatori di valvole, sarachiesche, ecc., perni di alberi a gomito e portate di linee d'alberi, cuscinetti di metallo bianco, superficie di parti scorrevoli come pattini e relative guide.
0,8	Tamburi, treni, ion broccati, cuscinetti bronzo, parti di precisione, denti ingranaggi, cuscinetti rettilinei, superficie di tenuta di flange senza guarnizione, perni di alberi a gomito e portate di linee d'alberi, cuscinetti di metallo bianco, superficie di parti scorrevoli come pattini e relative guide, superficie di tenuta dei seggi valvole motori.
1,6	Facce pericoidali di ingranaggi, alberi e loro ingranaggi, teste cilindro, scatole ingranaggi di ghisa, lancia pistone, superficie di tenuta di flange con guarnizioni metalliche.
3,2	Perni e cuscinetti per trasmissioni a mano, superficie di accoppiamento di parti fisse smontabili (flange di accoppiato, imposte di centramento, ecc.)
6,3	Superficie di tenuta di flange con guarnizioni comuni.

Tab. XIV. Valori orientativi della rugosità Ra per alcune applicazioni più comuni.

Tolleranza fondamentale ISO	SUPERFICIE CILINDRICA CON DIAMETRO IN MM		Rugosità Ra max μm
	fino a 3	oltre 3 fino a 80	
IT 6	0,2	0,32	0,5
IT 7	0,32	0,5	0,8
IT 8	0,5	0,8	1,25
IT 9	0,8	1,25	2
IT 10	1,25	2	3,2
IT 11	2	3,2	5
IT 12	3,2	5	8
IT 13	5	8	12,5
IT 14	8	12,5	20

Tab. XV. Rugosità massima compatibile con la tolleranza.

perciò legato ad esso un determinato valore di rugosità massima. Non è però vero il contrario, cioè una superficie con bassa rugosità (molto liscia) non richiede necessariamente una tolleranza ristretta. Nella figura 186 e nella tabella XVI sono indicati i gradi di rugosità Ra ottenibili con le diverse lavorazioni, che consentono al progettista di analizzare l'opportunità di omettere la prescrizione relativa al grado di rugosità richiesta dalle esigenze funzionali di una superficie, quando esso sia decisamente maggiore di quello massimo compatibile con la lavorazione da eseguire.

LAVORAZIONE DA ESEGUIRE		LAVORAZIONE DA ESEGUIRE		LAVORAZIONE DA ESEGUIRE	
	FUSIONE		FORATURA		FINITURA
	DEFORMAZIONE PLASTICA		SGROSSATURA		ALESATURA
Ra (μm)	25	12	6	3,2	1,6
					0,8
					0,2

Fig. 186. Relazione tra lavorazione e grado di rugosità Ra.

Tab. XVI. Rugosità superficiali ottenibili con i diversi procedimenti di lavorazione.

LAVORAZIONI	GRADO MEDIO DI RUGOSITÀ Ra (μm)	
	min.	max.
Fusione in sabbia	4	8 + 25
Fusione a guscio	1	2 + 4
Microfusione	0,4	1,5 + 3
Fusione in conchiglia	0,8	1,5 + 4
Fusione sotto pressione	0,4	0,8 + 1,5
Fuchatura	-	8 + 25
Stampaggio a caldo	-	4 + 12
Laminazione a caldo	6	10 + 25
Estensione a caldo	0,5	0,8 + 12
Trafilatura a caldo	-	12
Alesatura	0,25	0,5 + 4
Broccatura	0,2	0,4 + 1,5
Fresatura	0,5	0,8 + 6
Lappatura	0,01	0,05 + 0,4
Retifica	0,025	0,1 + 1,5
Segatura	2	5 + 18
Sozzatura	0,5	4 + 8
Tornitura	0,8	0,8 + 6
Trapanatura, foratura	0,8	1,5 + 6

UNI ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE

Principi fondamentali per l'unità
 UNI ISO 8015 Disegni tecnici - Indicazione del grado di tolleranza
 UNI 7226/1 (ISO 2832) Disegni tecnici - Tolleranza di più del massimo materiale
 UNI EN ISO 1660 Disegni tecnici - Quotature ed usi ad profilo
 UNI 7228/4 Disegni tecnici - Esempi di finiture geometriche
 UNI EN 2276/2 Tolleranze geometriche - Tolleranze per il tracciamento della tolleranza
 UNI ISO 3040 Disegni tecnici - Quotature ed elementi conici
 UNI EN ISO 6455 Indicazione della tolleranza geometriche
 UNI ISO 5469 Riferimenti e sistemi di riferimento geometriche
 UNI EN ISO 14660 Specifiche geometriche dei geometri
 UNI ISO 7003 Segni grafici per l'indicazione di proporzionamento e dimensionamento
 ASME Y14.5M - 1994 Geometrical Dimensioning and Tolerancing in Drawing
 UNI ISO 10779 Tolleranze su pezzi con righe
 UNI ISO 1302 Specifiche geometriche dei geometri
 UNI EN ISO 4287 Specifiche geometriche dei geometri
 UNI EN ISO 15455 Specifiche geometriche dei geometri - metodo del profilo
 Specifiche geometriche dei geometri - metodo del profilo