

# QUOTATURA DISEGNO TECNICO

La **quotatura** costituisce il complesso delle informazioni in un disegno che precisano le dimensioni di un oggetto o di un componente meccanico. La quotatura deve quindi definire in modo corretto la forma geometrica del pezzo in tutti i suoi dettagli.

Dal momento che il disegno viene eseguito in scala, parrebbe logico rilevare direttamente le dimensioni dal disegno, anziché scrivere le quote, ma ciò non avviene, se non in casi particolari.

**La quotatura è infatti obbligatoria e necessaria** in un disegno per le seguenti ragioni:

- 1) facilità di lettura delle quote scritte rispetto al rilievo diretto;
- 2) impossibilità di rilevare dal disegno dimensioni inferiori al millimetro o decimali;
- 3) possibile alterazione delle dimensioni nelle riproduzioni e copie.

**Le quote sono indispensabili all'esecutore** che deve conoscere senza incertezze le lunghezze, le altezze, le profondità, la posizione relativa delle varie parti, la distanza degli assi e i diametri dei fori, e altri dati caratteristici dell'oggetto.

Come si vedrà in seguito sarà inoltre importante conoscere l'entità degli errori che sono ammessi nell'esecuzione attraverso l'uso delle **tolleranze**, poiché è praticamente impossibile che le dimensioni realizzate siano esatte in senso assoluto.

## Criteri di indicazione delle quote

**La quotatura è parte integrante del disegno e deve essere eseguita osservando le convenzioni e le norme UNI.**

La quotatura è ottenuta con i seguenti elementi (fig. 1):

- le **linee di riferimento**, che indicano gli elementi, punti, rette, piani, ecc. di cui si vuole precisare la distanza o quota e vengono tracciate con linee continue fini (tipo 01.1);

- le **linee di misura**, segmenti rettilinei o archi di circonferenza che rappresentano la distanza o quota che si vuole precisare, tracciata anch'essa con linee continue fini;
- le **freccie**, che indicano gli estremi delle linee di misura;
- la parte numerica, o **quota**, che indica il valore della misura che si vuole precisare.

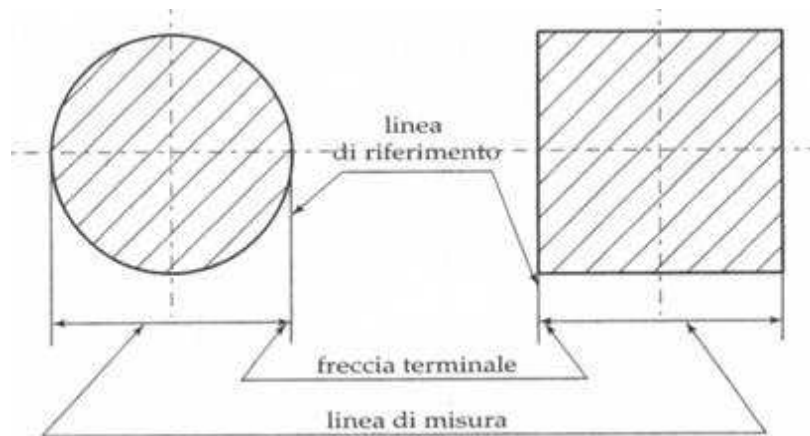


Figura 1 – Gli elementi della quotatura

### Linee di riferimento

Le linee di riferimento **hanno origine** dal punto o dalla linea a cui si riferisce la dimensione e vengono tracciate fino a sopravanzare un poco la linea di misura. Questa sporgenza conviene che sia uniforme, e non maggiore di 2 mm (fig. 2).

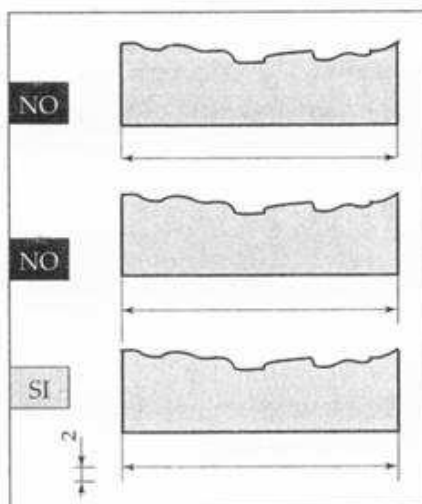


Figura 2

Figura 2 – Le linee di riferimento devono sporgere uniformemente di circa 2 mm

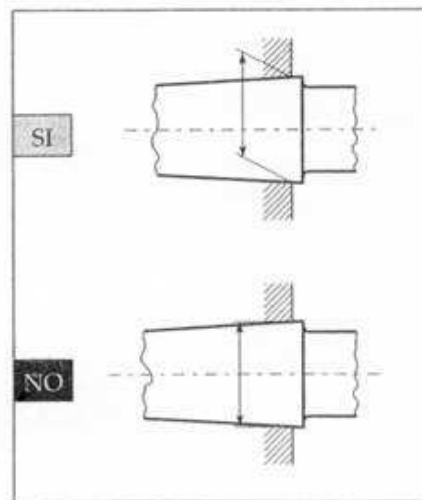
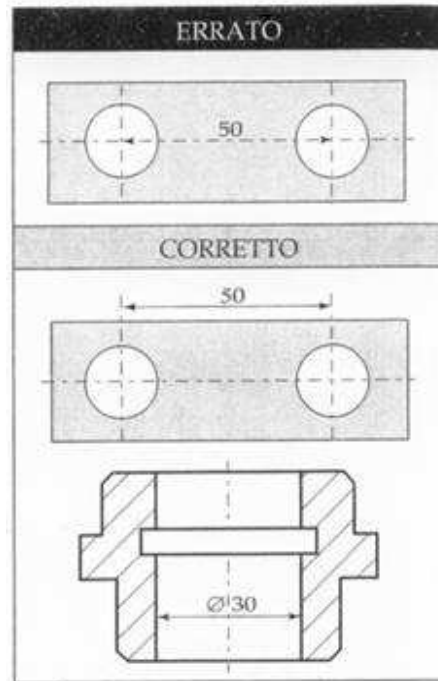


Figura 3

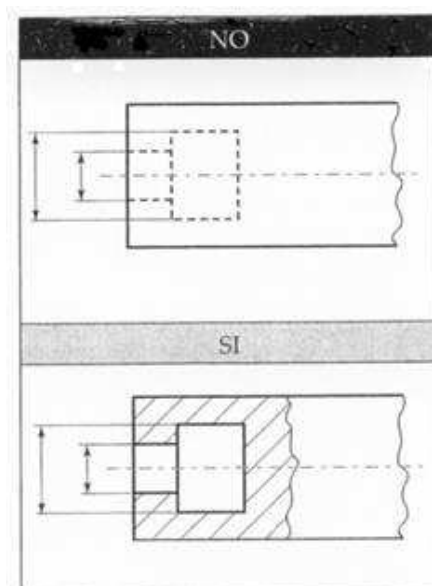
Figura 3 – Linee di riferimento parallele e inclinate da usare in casi particolari

Le linee di riferimento **hanno direzione** perpendicolare alla dimensione da misurare. Eccezionalmente, soltanto quando la chiarezza del disegno lo richieda, si ricorre a linee di riferimento oblique (fig. 3).

**Assi di simmetria, tracce di piani e linee di contorno** del pezzo **possono essere usate** come linee di riferimento (fig. 4).



*Figura 4 – E' consentito l'uso di assi di simmetria e di linee di contorno esterno come linee di riferimento*



*Figura 5 – Le quote non devono essere riferite a elementi non in vista.*

**Di norma non si fa riferimento a spigoli e parti nascoste del pezzo, disegnate cioè con linea a tratti: si preferisce sezionare il pezzo in modo che tali parti risultino in vista nella sezione (fig. 5).**

Le **intersezioni fittizie** dei pezzi raccordati o smussati si possono mettere in evidenza prolungando le due linee di contorno concorrenti, mediante linee continue fini che proseguono un poco oltre l'incrocio virtuale (fig. 6), oppure anche mettendo in evidenza l'intersezione con un punto.

Infine, per quanto possibile, le linee di riferimento **non devono attraversare le linee di contorno** (fig. 7).

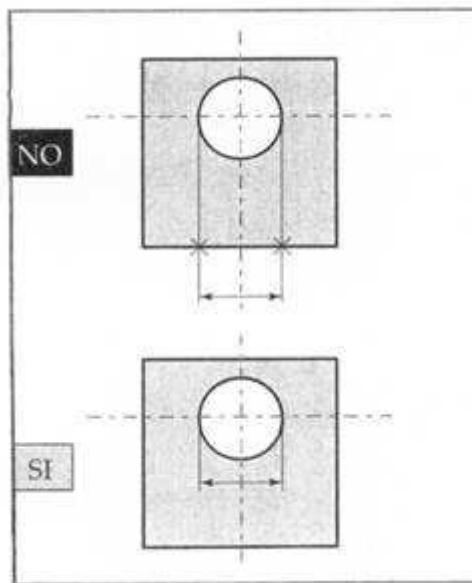


Fig. 6

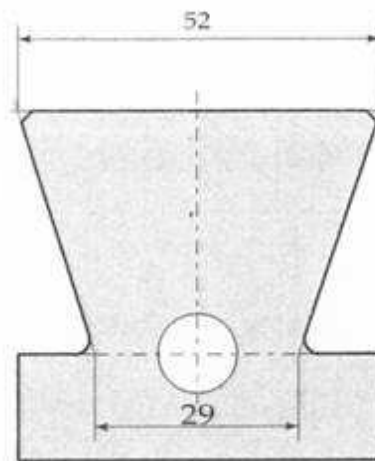


Fig. 7

*Figura 6 – Nei casi di smussi o raccordi, il riferimento si determina prolungando le linee di contorno*

*Figura 7 – Bisogna evitare, per quanto possibile, che le linee di riferimento attraversino delle linee del disegno*

## Linee di misura

Le linee di misura sono di norma **parallele alla dimensione da quotare e perpendicolari alle linee di riferimento. Assi, tracce di piani o linee di contorno** del pezzo **non possono** essere utilizzate come linee di misura (fig. 8).

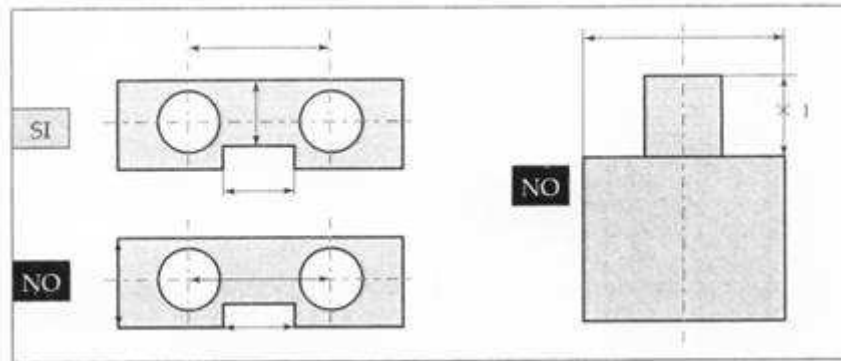


Figura 8 – Le linee di contorno con il loro prolungamento e gli assi non possono essere usati come linee di misura

Le linee di misura di preferenza **devono essere messe all'esterno delle viste e delle sezioni**. Solo quando si vuole evitare che le linee di riferimento attraversino il disegno per lunghi tratti o taglino troppe altre linee, si possono mettere le linee di misura all'interno del pezzo; in questo caso, per ragioni di chiarezza, è opportuno cancellare parte delle linee di sezione per rendere la quota più leggibile (fig. 9).

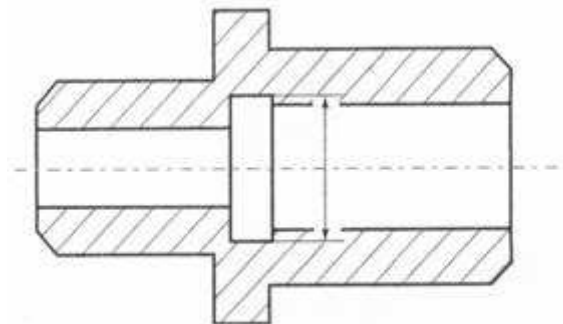


Figura 9 – Le linee di misura non devono attraversare le zone del disegno tratteggiate. Quando non se ne può fare a meno, per ragioni di chiarezza è consigliabile cancellare parte delle linee nella sezione.

*Si noti che il prolungamento delle linee di riferimento per disporre la quota fuori dal pezzo (secondo le regole) provocherebbe confusione, in quanto, nel caso del pezzo rappresentato in figura, potrebbero essere scambiate con un'indicazione di filettatura.*

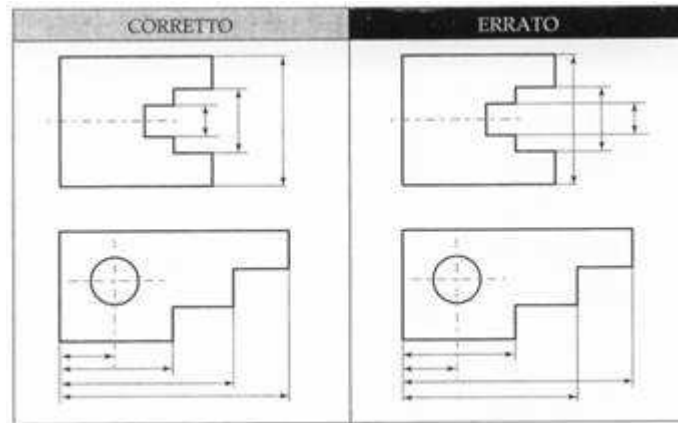


Figura 10 – Evitare le intersezioni di linee di misura con linee di riferimento

Si deve **evitare l'incrocio** delle linee di misura tra loro e con le linee di riferimento: si dispongono perciò le linee di misura minori più vicine al contorno e quelle maggiori man mano più lontane (fig. 10).

Le linee devono essere **sufficientemente distanti dal contorno** in modo da lasciare in evidenza la rappresentazione del pezzo, e poi distanziate tra loro in modo uniforme, affinché la lettura delle quote sia facilitata (fig. 11).

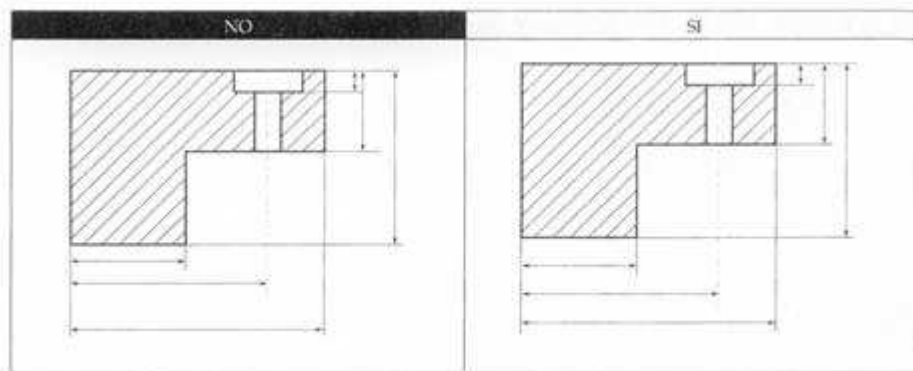


Figura 11 – Distanziare in modo uniforme le linee di misura dai contorni

La **disposizione ordinata** delle linee di misura rende più chiara l'interpretazione; se il pezzo è semisezionato, ad esempio, si cerca di mettere da una parte le linee che si riferiscono alle dimensioni interne e dall'altra parte quelle relative alle dimensioni esterne (fig. 12).

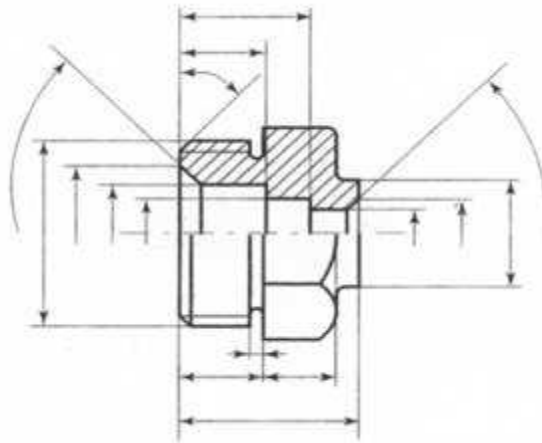


Figura 12 – Disposizione ordinata delle quote relative al profilo esterno e all'interno in un pezzo semisezionato.

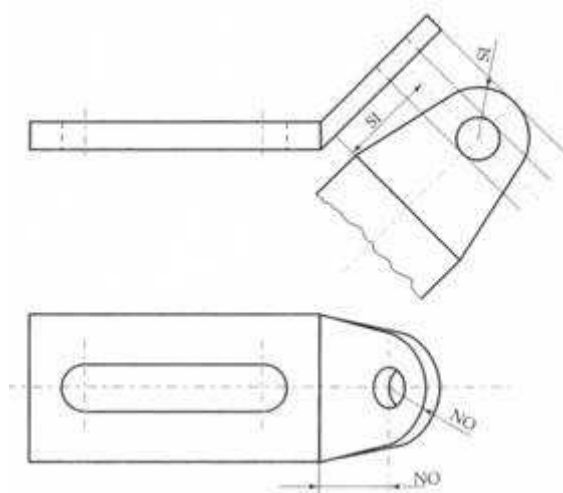


Figura 13 – Nei pezzi con superfici inclinate non bisogna mai quotare le viste in cui il pezzo appare di scorcio: ricorrere alla quotatura nelle viste ausiliarie

Le linee di misura devono essere **parallele alla dimensione alla quale si riferiscono**, in modo da risultare della stessa lunghezza. Non si mettono quindi linee di misura relative a parti del pezzo viste di scorcio, cioè non parallele al piano del disegno: queste parti verranno quotate in un'altra vista o sezione, nella quale non risultino più di scorcio (fig. 13).

Quando si ha un **pezzo simmetrico e rappresentato solo fino all'asse di simmetria**, è ammesso tracciare parzialmente anche le linee di misura interrompendole poco oltre l'asse stesso (fig. 14). Anche nel caso di

**numerose linee di misura sullo stesso pezzo**, esse possono essere interrotte alternativamente da una parte o dall'altra poco oltre l'asse di simmetria (fig. 15).

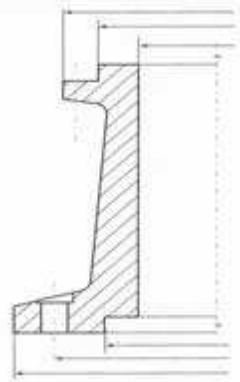


Fig. 14

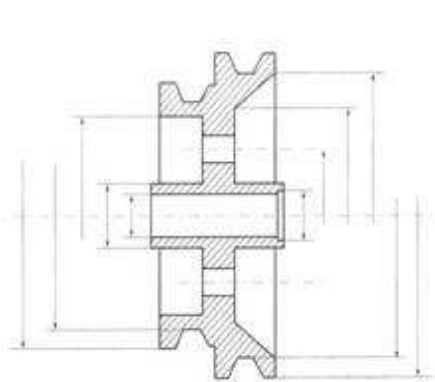


Fig. 15

*Figura 14 – Nei pezzi rappresentati parzialmente e simmetrici, le linee di misura si interrompono oltre la traccia del piano o l'asse di simmetria*

*Figura 15 – Se le linee di misura sono numerose, possono essere incomplete o sfalsate*

Per quanto possibile **non si devono disporre** linee di misura con direzione obliqua compresa nel campo di 30° tratteggiato in figura 16, perché ciò renderebbe scomoda la lettura delle quote.

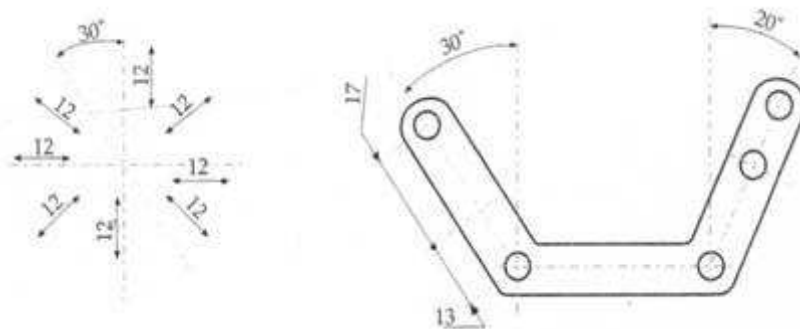


Figura 16 – Evitare di quotare nel campo di 30° indicato nella figura a sinistra. Quando non se ne può fare a meno, si può usare il metodo indicato nella figura di destra



## Frecce

Le linee di misura terminano con le frecce che devono avere la **forma indicata in figura 17**, costituite da due tratti formanti tra di loro un angolo compreso tra  $15^\circ$  e  $90^\circ$  e dimensioni proporzionate alla grossezza delle linee e alle dimensioni del disegno (fig. 18). La freccia può essere **aperta o chiusa**: in quest'ultimo caso può essere annerita o meno.

Le **frecce terminali** devono essere disposte internamente alle linee di riferimento (fig. 19a), a meno che non vi sia spazio sufficiente per disegnarle. In questo caso possono essere **messe all'esterno** della linea di misura (fig. 19b), con la quota (cfr. paragrafo successivo) eventualmente anch'essa esterna (fig. 19c).

Se devono essere messe **quote adiacenti** e lo spazio è ristretto, le frecce possono essere sostituite con un trattino inclinato di  $45^\circ$  rispetto alla linea di misura (fig. 19d). Questo tipo di indicazione può essere sempre usato in sostituzione delle frecce.

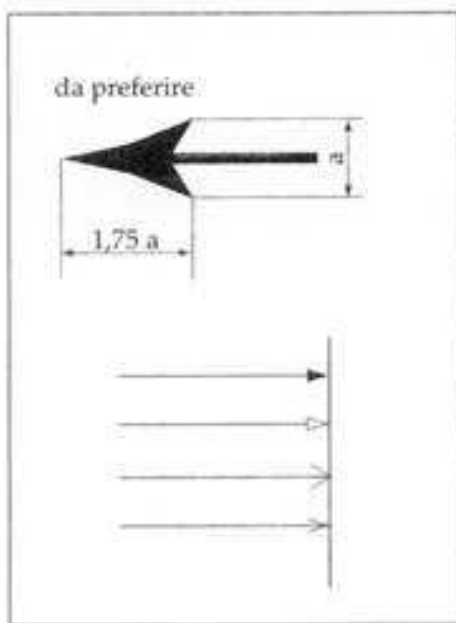


Fig. 17

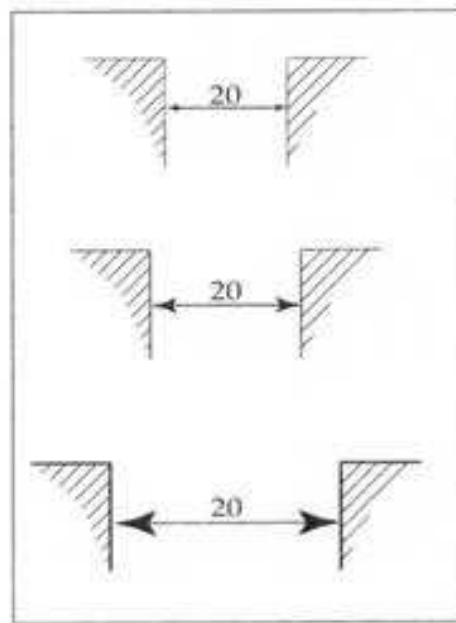


Fig. 18

Figura 17 – Tipi di frecce da usare nei disegni. In uno stesso disegno devono comparire frecce disegnate nello stesso modo.

Figura 18 – Le frecce devono avere una grandezza proporzionale alla scala del disegno.



Figura 19 – Diversi modi di posizionare le frecce: (a) modo normale, (b) frecce esterne e testo interno, (c) frecce e quota esterni, (d) frecce esterne e quote riportate al di sopra della linea di misura con un breve tratto di richiamo

## Quote

Per **quotasi** intende in pratica il **valore numerico di una dimensione** espresso in una unità di misura prestabilita.

Secondo le norme, invece, "quota" è l'insieme del valore numerico con la linea di misura ed i relativi riferimenti.

Nei disegni meccanici le quote lineari devono essere **esprese in millimetri** e questa unità di misura, essendo sottintesa, non viene mai indicata. Eventuali unità di misura diverse devono essere indicate dopo il valore numerico. Le quote angolari vengono espresse in **gradi sessagesimali**.

**Le quote sul disegno indicano le misure reali, indipendentemente dalla scala di rappresentazione.**

Le quote devono essere scritte molto chiaramente, con dimensioni sufficienti per assicurare una buona leggibilità. Inoltre, in funzione dei formati di disegno utilizzati, devono essere rispettate le altezze minime dei caratteri riportate in tabella 1.

Scrittura ISO 3098/1	Formato				
	A0	A1	A2	A3	A4
	Altezza minima dei caratteri				
A ( $h = 14 d$ )*	5	5	3,5	3,5	3,5
B ( $h = 10 d$ )*	3,5	3,5	2,5	2,5	2,5

\*  $h$  è l'altezza delle lettere maiuscole e delle cifre;  
 $d$  è la grossezza delle linee.

Tabella 1 – Altezze minime dei caratteri in funzione dei formati utilizzati

**Nessuna linea deve coprire o attraversare il gruppo di cifre e/o lettere che costituiscono la quota** (fig. 20a). Se la linea di misura è attraversata da un asse questo deve essere interrotto e se ciò non è possibile conviene scrivere la quota tutta a destra o a sinistra dell'asse stesso (fig. 20b). In mancanza di spazio, la quota può essere posta esternamente alla linea di riferimento, possibilmente a destra (fig. 20c).

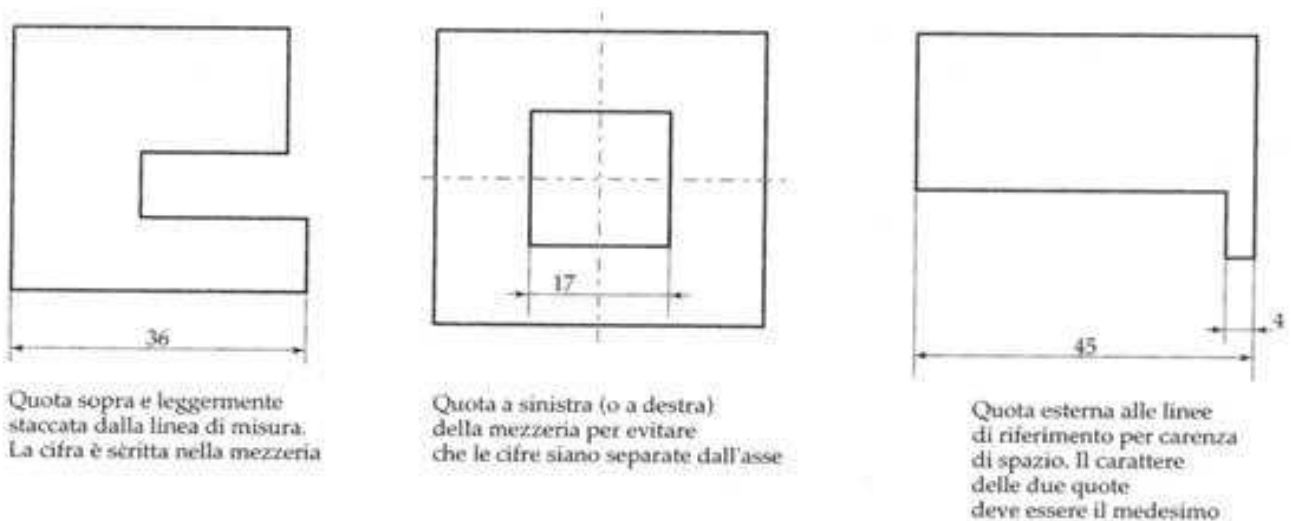


Figura 20 – Disposizione del testo della quota

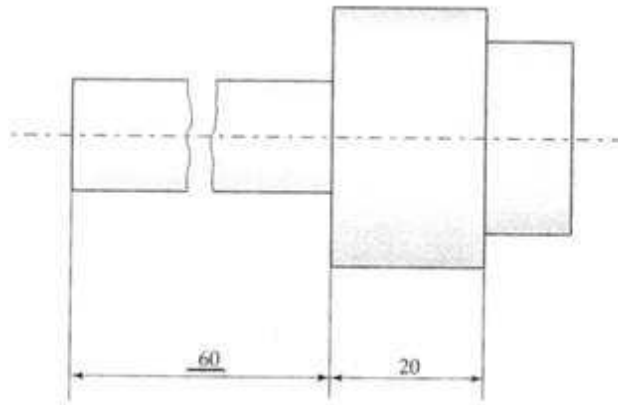


Figura 21 – Quota fuori scala

Se la quota si riferisce ad una **dimensione non in scala** (ad esempio nella rappresentazione accorciata di un albero), essa va **sottolineata** (fig. 21).

Quando le **linee di misura sono incomplete e sfalsate**, oppure quando vi sono molte linee di misura parallele, si usa scrivere le quote non al centro ma sfalsate (fig. 22).

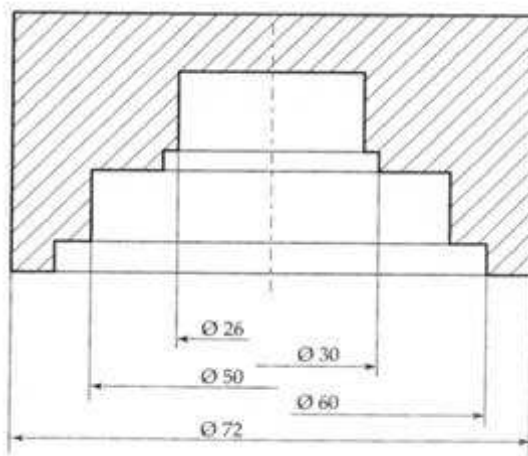


Figura 22 – Se le linee di misura sono numerose e sfalsate, si sfalsa anche il testo

**Oltre** alla dimensione fanno parte della quota anche eventuali simboli, che ad esempio precisano trattarsi di un diametro o di un raggio, e altre lettere e cifre che danno altre indicazioni, come ad esempio il tipo di filettatura o la tolleranza ammessa su quella dimensione.

Si tenga presente fin d'ora che **non vi devono essere quote ripetute e cioè che una data dimensione del pezzo deve essere quotata una sola volta nel disegno.** Infatti, se si avessero quote duplicate, ad esempio in viste diverse, nel caso di una variazione delle dimensioni del pezzo sarebbe dispendiosa la ricerca e la correzione delle quote.

### **Disposizione delle quote**

Le quote devono essere scritte secondo uno dei due criteri, A e B, riportati nella norma UNI 3973. In uno stesso disegno è **preferibile usare un solo criterio.**

#### **Criterio A**

1) **Le quote devono essere disposte in modo da risultare leggibili orientando il foglio da disegno sia in orizzontale che in verticale:** secondo questo criterio per facilitare la lettura le quote devono essere scritte in modo che si leggano nel senso normale di lettura guardando il disegno dalla base o facendolo ruotare man mano fino a 90° in senso orario (fig. 23).

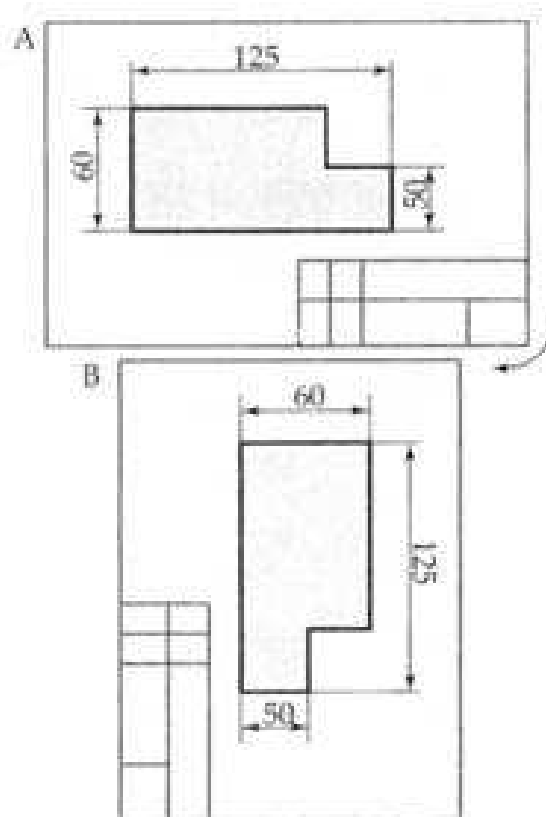


Figura 23 – Ruotando il foglio di 90° in senso orario si devono poter leggere le quote sempre in orizzontale.

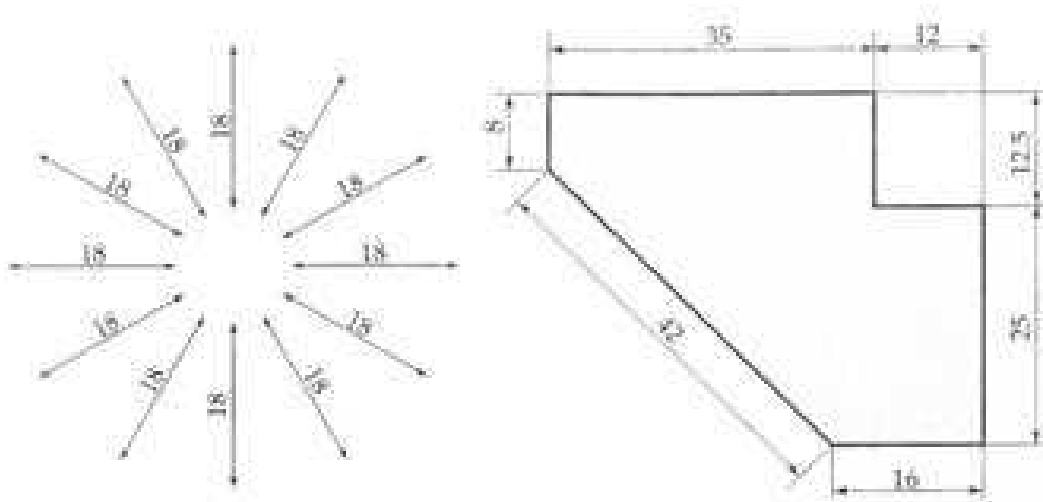


Figura 24 – Quote secondo il Criterio A della norma UNI 3973

**2) Le quote devono essere poste parallelamente alla linea di misura, al di sopra, leggermente staccate da questa (fig. 24).**

**3) I valori su misure oblique o angolari devono essere orientati come nelle figure 24 e 25.**

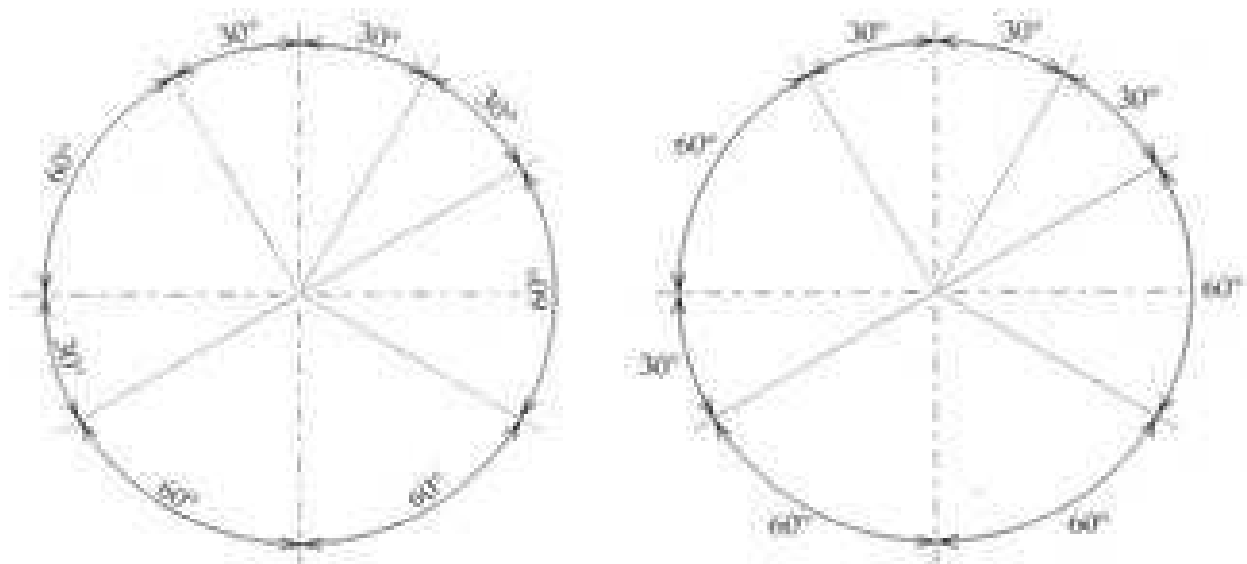
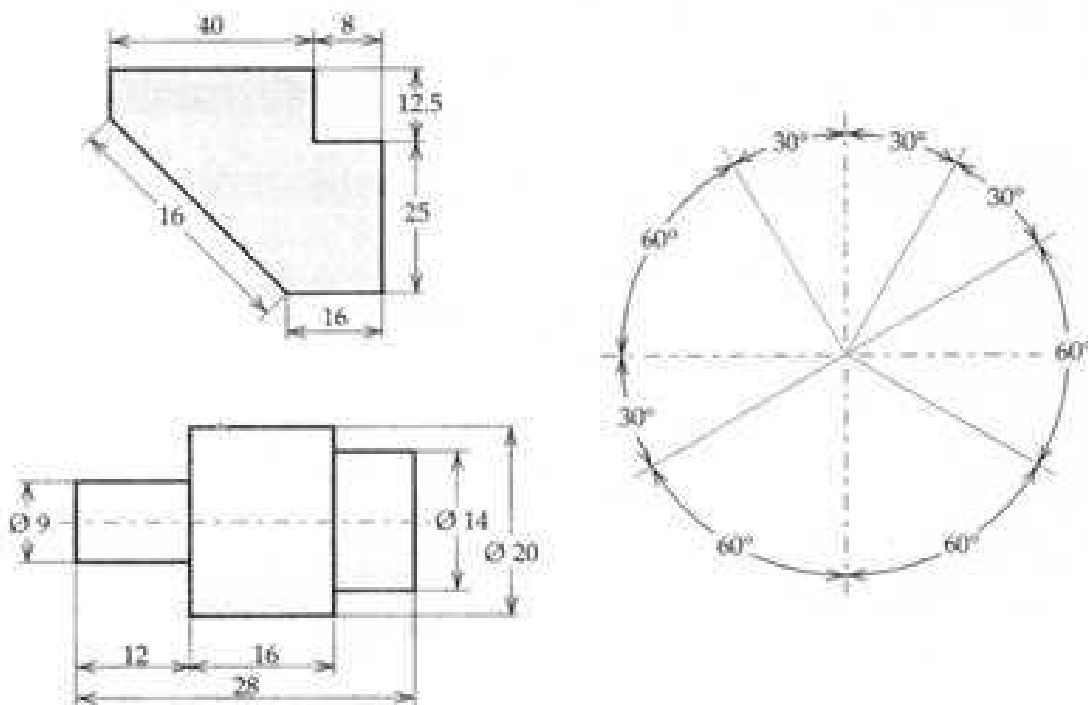


Figura 25 – Quote su misure angolari e oblique secondo il criterio A della norma UNI 3973

## **Criterio B**

1) **Le quote devono poter essere lette solo dalla base del disegno.** In tal caso le linee di misura verticali e oblique devono essere interrotte nella loro parte mediana per l'inserimento della quota (fig. 26).

2) I valori su misure angolari devono essere orientati come in figura 26.



*Figura 26 – Interruzione delle linee di misura verticali e oblique nel Criterio B. Questo metodo viene utilizzato nel caso di disegno assistito da calcolatore, in cui la lettura delle quote dal terminale video avviene esclusivamente in orizzontale*

**La quota dovrebbe di regola essere posta all'esterno dell'oggetto disegnato**, compatibilmente con le esigenze di leggibilità e chiarezza del disegno.

## Convenzioni particolari di quotatura

### Quotatura di cerchi e cilindri

Nella quotatura di superfici cilindriche, rappresentate in pianta da cerchi, le **linee di misura devono essere portate fuori del contorno del pezzo**, parallelamente ad uno degli assi principali.

Oppure possono **passare per il centro**, formando con gli assi di simmetria angoli preferibilmente di 30° e 45°: **in questo caso** però le linee di misura **devono essere due al massimo** e naturalmente passare per lo stesso centro (fig. 27).

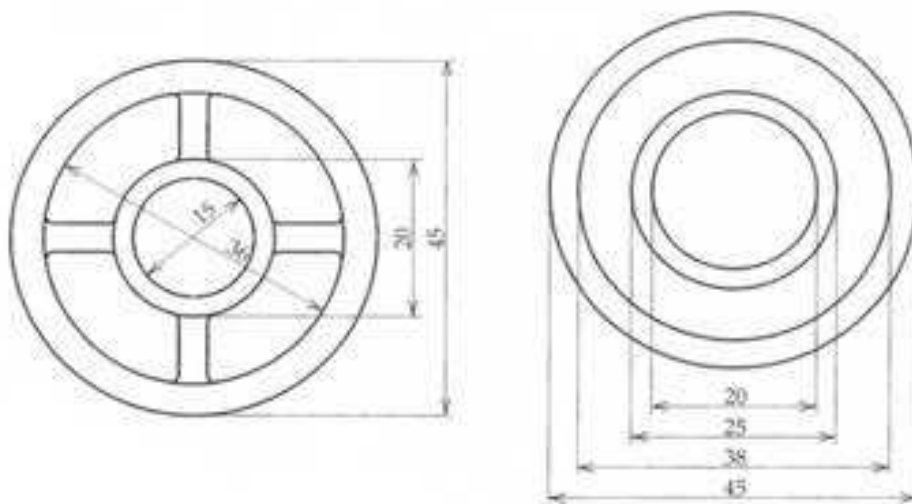


Figura 27 – Quotatura di parti circolari

Di un cerchio si quota **sempre il diametro e non il raggio**. La quota del diametro deve essere preceduta dal simbolo apposito  $\emptyset$  ogni volta che dal disegno non risulta evidente che si tratta di un diametro. Il simbolo  $\emptyset$  quindi dovrà essere messo ogni volta che si quota una superficie cilindrica rappresentata parallelamente all'asse (fig. 28), mentre **non dovrà essere messo** quando la rappresentazione è fatta perpendicolarmente all'asse, cioè quando si quota un cerchio.



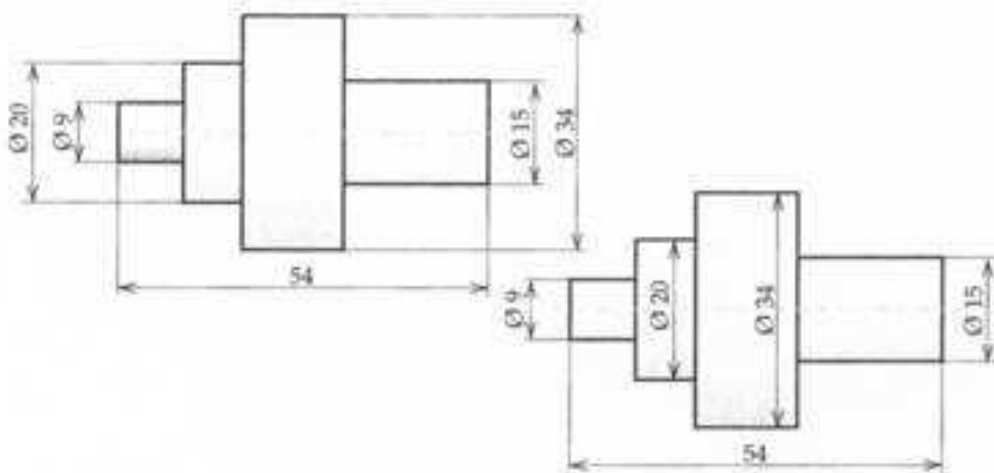


Figura 28 – Quotature di diametri su superfici cilindriche in rappresentazioni parallele all’asse. La quotatura, per ragioni di spazio o chiarezza, può anche essere eseguita internamente alla figura

**Quotatura di raggi**

Nel caso di raggi si dà la **quota del raggio preceduta dalla lettera maiuscola R** (fig. 29).

Si preferisce indicare il valore del diametro quando l’arco è **maggiore di una semicirconferenza** o quando tecnologicamente è ottenuto con una fresa o altro utensile di cui si vuole appunto mettere in evidenza il diametro.

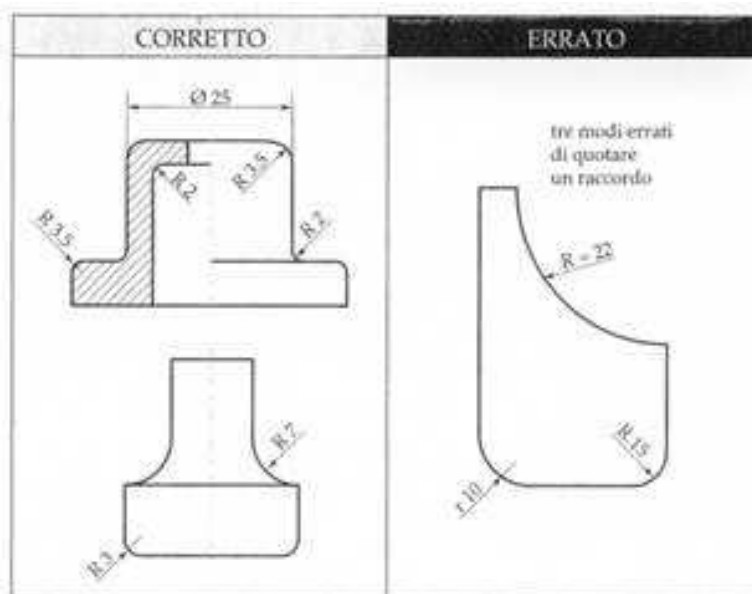


Figura 29 – Quotatura di raggi

In ogni caso, **i raccordi si quotano come raggi e mai come diametri**. La linea di quota deve avere sempre **direzione radiale**, e la freccia deve essere posta **all'interno**, cioè dalla parte del centro di curvatura; in mancanza di spazio, è possibile disporre la freccia all'esterno, ma in questo caso è opportuno prolungare la linea di misura oltre la freccia (figg. 29 e 30).

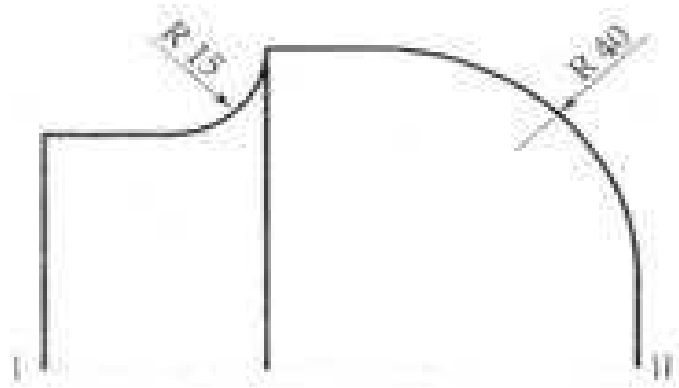


Figura 30 – Altro esempio di quotatura di raccordi

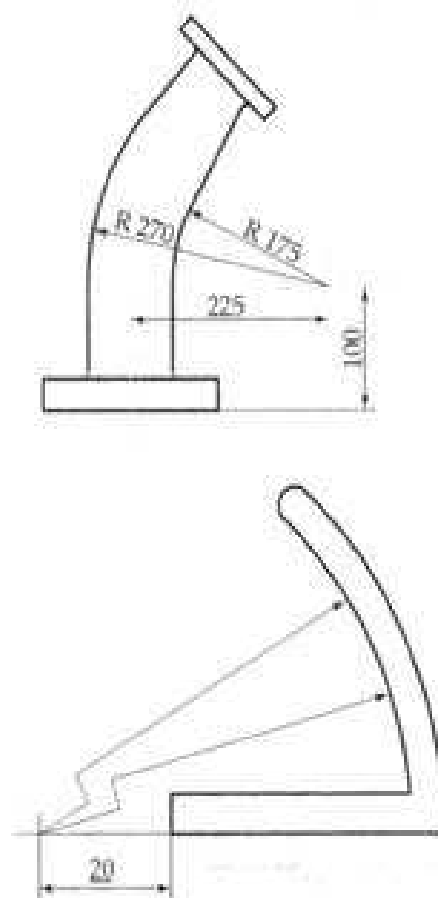


Figura 31 – Quotatura di raggi con quotatura del centro di curvatura.

Se il centro di curvatura è lontano, si può spezzare la linea di misura, che però deve essere sempre diretta verso il centro effettivo del quale è esatta una delle coordinate, mentre l'altra è fuori scala (fig. 31).

La tabella 2 indica i **valori dei raccordi da preferire** nelle applicazioni meccaniche secondo la norma UNI 4429 (che li definisce arrotondamenti, con qualche ambiguità: infatti il termine si ritrova nella norma UNI CEI ISO 31 proprio con il significato di arrotondamento dei numeri).

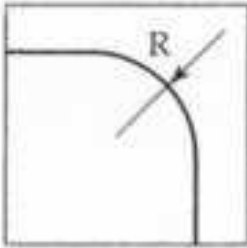
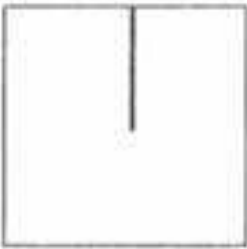
R	
 	<b>0,2</b> 0,3 <b>0,4</b> 0,5 <b>0,6</b> 0,8 1 1,2 <b>1,6</b> 2 <b>2,5</b> 3 4 5 <b>6</b> 8 10 12 <b>16</b> 18
	<b>20</b> 22 <b>25</b> 28 <b>32</b> 36 40 45 <b>50</b> 56 <b>63</b> 70 <b>80</b> 90 <b>100</b> 110 <b>125</b> 140 <b>160</b> 180 <b>200</b>

Tabella 2 – Raccordi tipici nelle applicazioni meccaniche. Sono da preferire i valori indicati in neretto

Quando vi sono **molti raccordi uguali**, può risultare conveniente scrivere alla base del disegno o in un apposito spazio del riquadro delle iscrizioni l'indicazione: "**Raccordi non quotati R...**", con l'indicazione della quota dopo R.

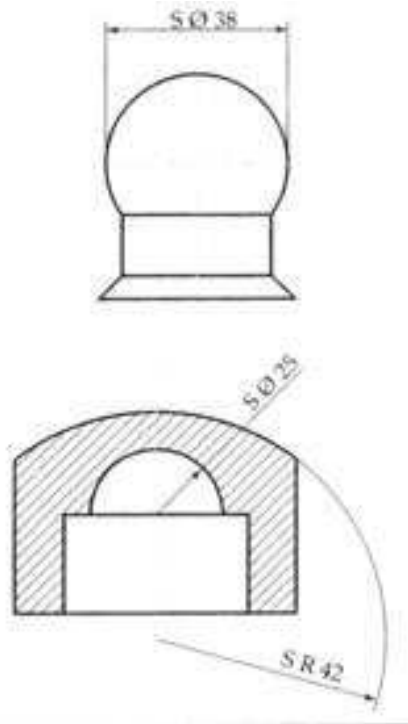


Figura 32 – Quotatura di pezzi sferici

### **Quotatura di sfere**

Se la superficie non è cilindrica ma sferica, la quota del raggio o del diametro deve essere **preceduta dalla lettera S e dalle indicazioni R o Ø** (fig. 32).

### **Quotatura di archi, corde, angoli**

Nel caso di un **arco di cerchio** la linea di misura è un **arco avente lo stesso raggio di quello quotato** e va evidenziato che la quota si riferisce all'arco (fig. 33).

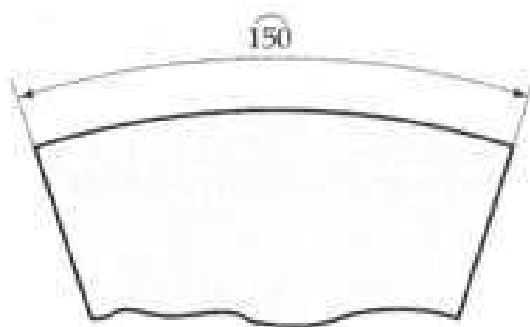


Figura 33 – Quotatura di archi

Le **corde** sono quotate mediante **linee di misura parallele alle corde stesse** (fig. 34).

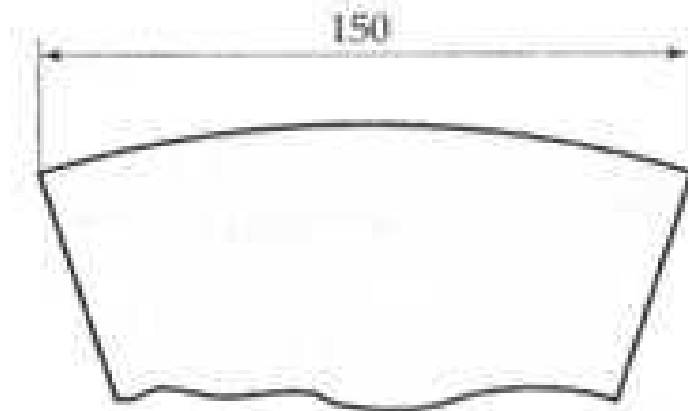


Figura 34 – Quotatura di corde

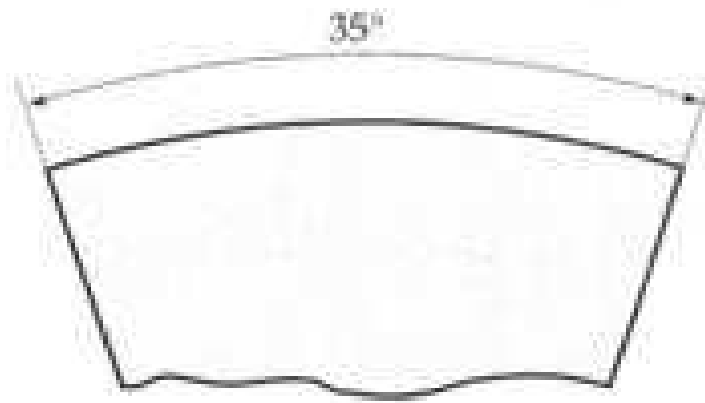
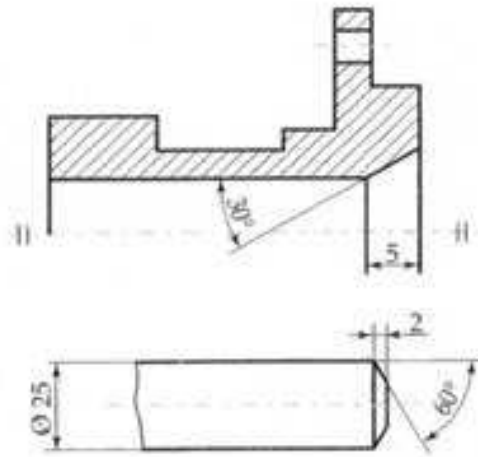


Figura 35 – Quotatura di angoli

Nel caso di **angoli** le linee di misura devono essere **archi di cerchio con centro nel vertice dell'angolo** (fig. 35).

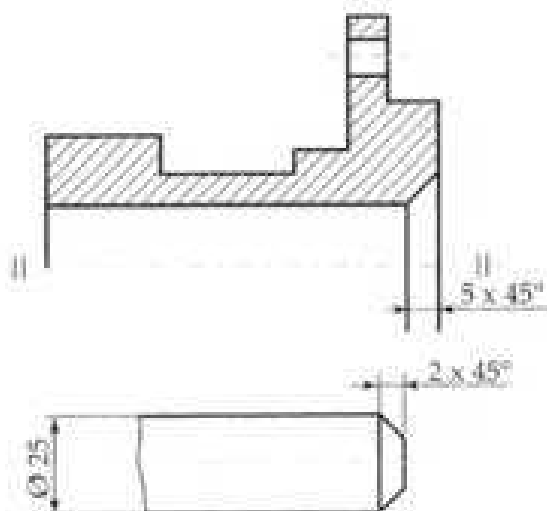
## Quotatura di smussi

Se si prevede che in fase di montaggio la superficie esterna cilindrica di un pezzo debba accoppiarsi con un foro di "egual" diametro, sul lato di imbocco viene ricavato un tratto conico di lunghezza limitata detto **smusso**, avente anche lo scopo di eliminare lo spigolo vivo d'estremità, che si quota come indicato in figura 36.



*Figura 36 – Quotatura di smussi con angolo diverso da 45°*

**Se l'angolo è di 45°** la quotatura è semplificata con l'indicazione della quota, dal segno x e dal valore dell'angolo, come indicato in figura 37.



*Figura 37 – Quotatura di smussi a 45°*

In analogia alla quotatura dei raccordi, nel caso sullo stesso disegno vi siano numerosi smussi uguali, è possibile riportare a disegno la scritta: “**smussi non quotati...**”, con l’indicazione della quotatura.

Gli smussi, come i raccordi, **non si quotano mai in serie** (cfr. par. “Tipi di quotatura”) **con altre quote** (fig. 38) poiché essi vengono ottenuti indipendentemente, alla fine della lavorazione.

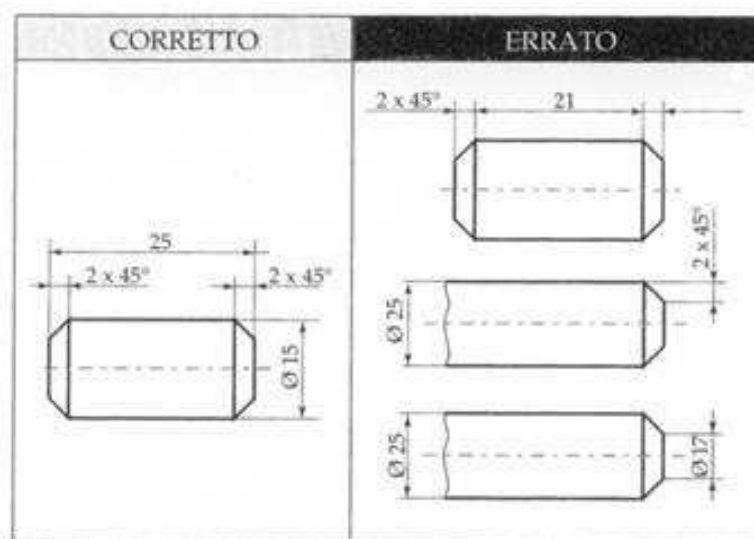


Figura 38 – Tipici errori di quotatura di smussi

Gli smussi, come i raccordi, possono essere fatti anche per eliminare spigoli di elementi prismatici. Ciò sia per motivi di sicurezza (eliminazione di parti taglienti), sia per esigenze di montaggio (maggiore facilità d’imbocco) e funzionali (evitare rischi di interferenza e sforzi in parti che devono portarsi a contatto).

### **Quotatura di quadri**

Per quotare elementi a sezione quadrata si usa il **simbolo** □ posto prima della dimensione del lato (fig. 39).

Quando tali elementi sono visti perpendicolarmente all’asse longitudinale, non si deve usare tale simbolo (fig. 40).

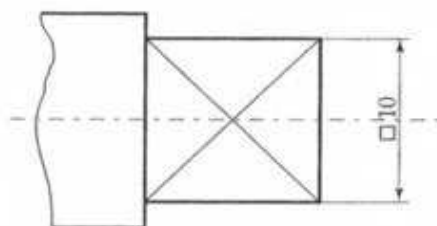


Figura 39 – Quotatura di un quadro

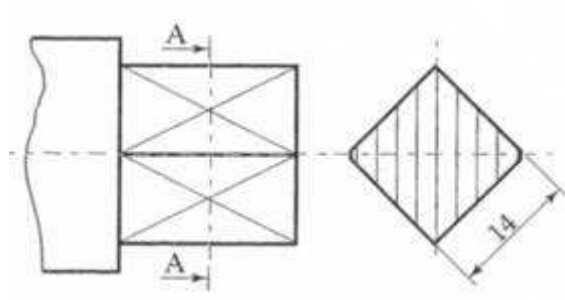


Figura 40 – Quotatura di quadri visti frontalmente



## Quotatura di profilati

Sono elementi per i quali esiste una unificazione che ne stabilisce i simboli caratteristici e la serie di dimensioni che li definiscono.



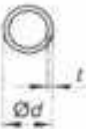


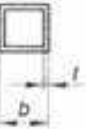


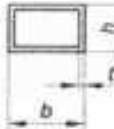







nome del profilato, tubo o barra	dimensioni	designazione	
		simbolo grafico	dimens. per la defn. completa
Sezione circolare piena (barra tonda)			d
Tubo			d x t
Sezione quadrata piena (barra quadrata)			b
Tubo a sezione quadrata			b x t
Sezione rettangolare piena (barra patta)			b x h
Tubo a sezione rettangolare			b x h x t
Sezione esagonale piena (barra esagonale)			s
Tubo a sezione esagonale			s x t
Sezione triangolare piena (barra triangolare)			b
Sezione semicircolare piena			b x h

Tabella 3 – Prospetto 1 UNI 5261

La norma UNI EN ISO 5261 raccoglie indicazioni relative alle barre di diversa sezione (tab. 3) ed ai profili più comuni (tab. 4).

Si noti che per questi ultimi (tab.4), in alternativa allo specifico simbolo grafico, è consentito l'uso di una lettera maiuscola, che approssima il profilo dell'elemento.








NOME DEL PROFILATO	DESIGNAZIONE	
	SIMBOLO GRAFICO	SIMBOLO ALFABETICO ALTERNATIVO
Angolare		L
Profilato a T		T
Profilato a doppio T ad ali corte (a I)		I
Profilato a doppio T ad ali larghe (a H)		H
Profilato a C		U
Profilato a Z		Z
Rotaia		

Tabella 4 – Prospetto 2 UNI 5261

La loro quotatura è allora fatta molto semplicemente con queste indicazioni: simbolo, dimensioni caratteristiche e lunghezza.

Le strutture di carpenteria rappresentate in modo schematico possono essere quotate utilizzando ogni segmento, che rappresenta un elemento, come linea di misura; la quota indica la distanza da nodo a nodo (fig. 41).



Figura 41 – Quotatura di profilati (UNI EN ISO 5261)

### Quotatura relativa ad elementi uguali o equidistanti

**Quote nominalmente uguali** tra loro e successive possono essere indicate, se non ha interesse il loro valore ma solo l'uguaglianza, con il segno = posto al di sopra della linea di misura (fig. 42).

**Vari elementi ripetuti ed equidistanti** possono essere quotati indicando quante volte si ripete il passo, il valore del passo e la dimensione complessiva (fig. 43).

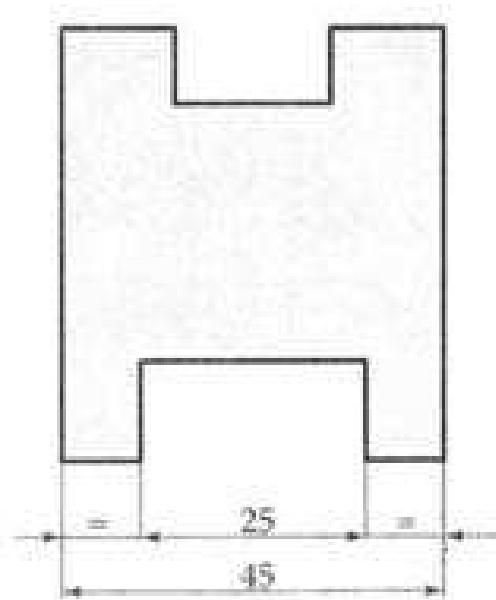


Figura 42 – Quotatura di elementi uguali

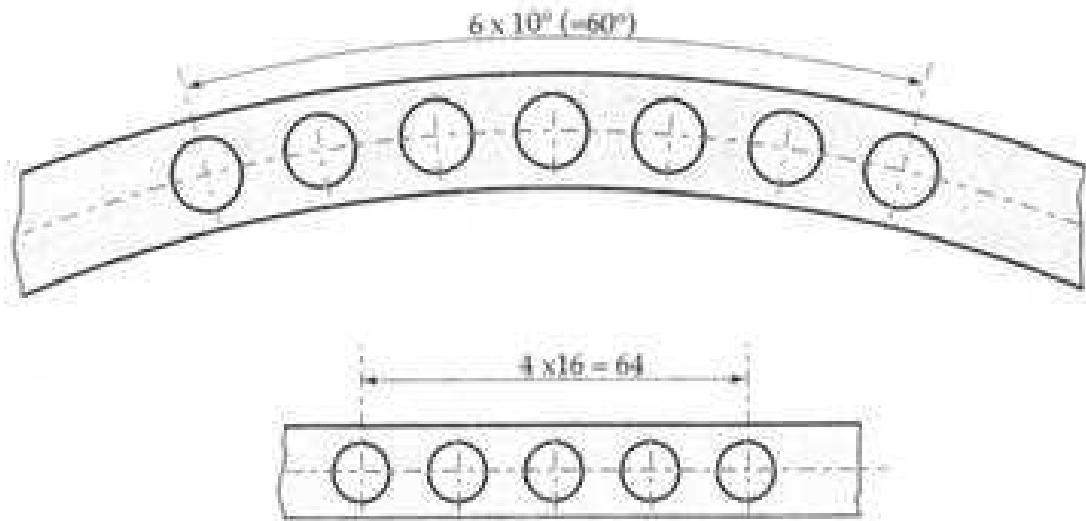


Figura 43 – Quotatura di elementi ripetuti ed equidistanti

**Se il passo e il numero dei passi hanno valori simili** e ciò può dare origine ad errori di interpretazione, si quota una volta il passo (fig. 44), e in genere è preferibile quotare sempre in questo modo.

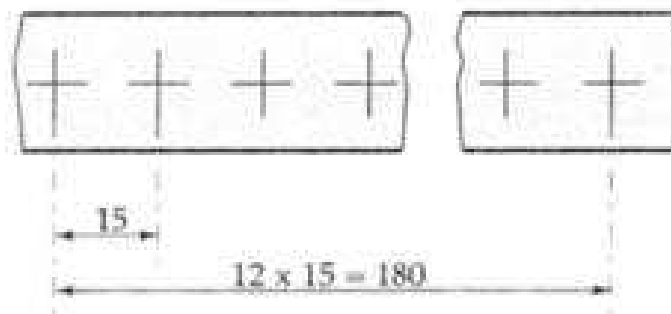


Figura 44 – Indicazione del passo

**Quando si hanno elementi regolarmente disposti** e si vuole semplificare il disegno si può rappresentarne uno solo e indicarne il numero totale, come in figura 45.

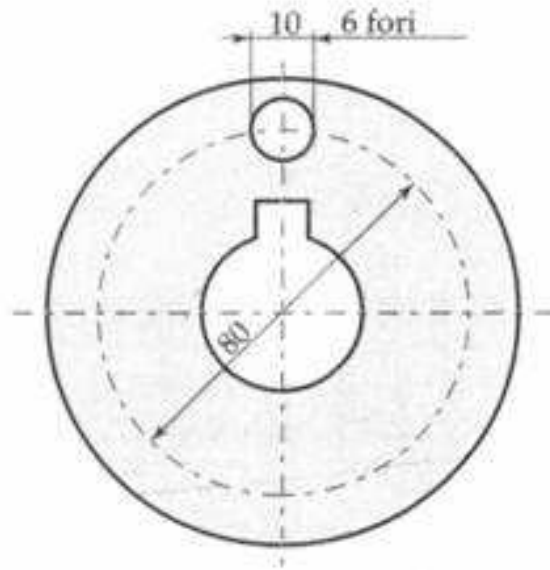


Figura 45 – Fori uguali ed egualmente spazati

Se si hanno **elementi uguali che si ripetono sullo stesso disegno** e non sarebbe sufficientemente chiaro quotarne uno solo per tipo, si possono mettere delle lettere di richiamo su ciascun elemento e specificare separatamente le quote per ciascuna lettera (fig. 46).

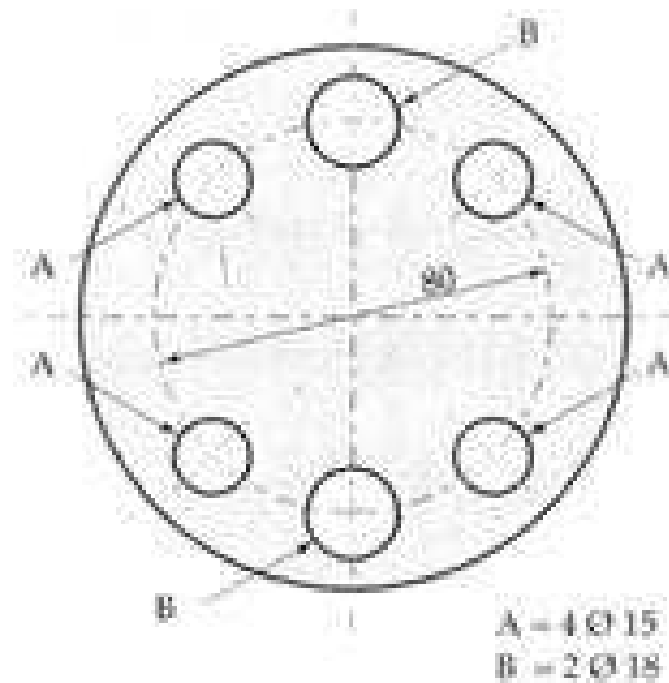


Figura 46 – Uso delle lettere di richiamo.

Se i **fori sono disposti su una circonferenza a distanza angolare costante**, si deve quotare (fig. 47):

- 1) il diametro dei fori,
- 2) il passo angolare,
- 3) il diametro della circonferenza dei centri dei fori.

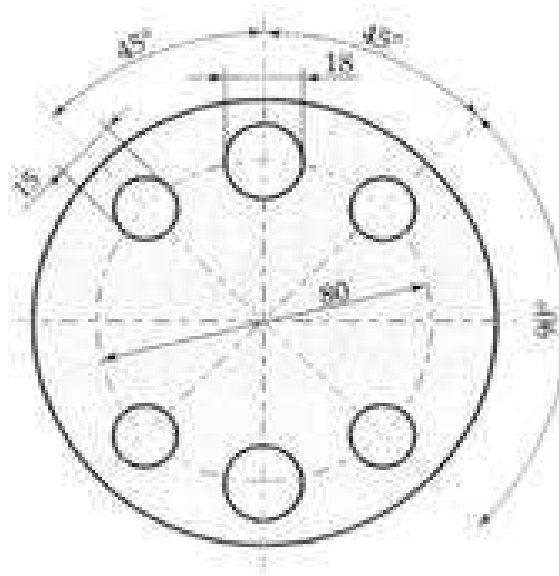
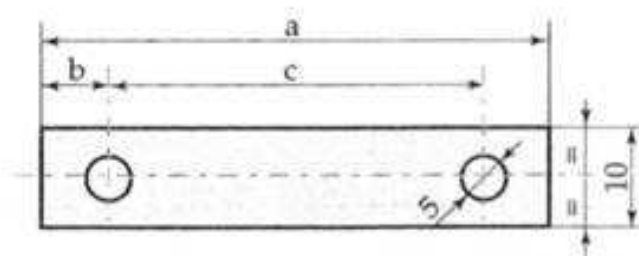


Figura 47 – Quotatura di fori con centri disposti su una circonferenza

Nel caso di **pezzi simili che differiscono tra loro solo per alcune quote** si evita spesso di fare più disegni. Si esegue un solo disegno mettendo delle lettere al posto delle quote e riportando in una tabellina in calce al disegno le dimensioni corrispondenti a ciascun tipo (fig. 48).

In genere quando in un disegno vi sono diversi elementi che appaiono uguali e se ne quota uno solo, ciò conferma l'uguaglianza.



pezzo n°	a	b	c
1	70	5	60
2	100	5	90
3	200	10	180

Figura 48 – Disegno unico per una serie di pezzi di forma uguale

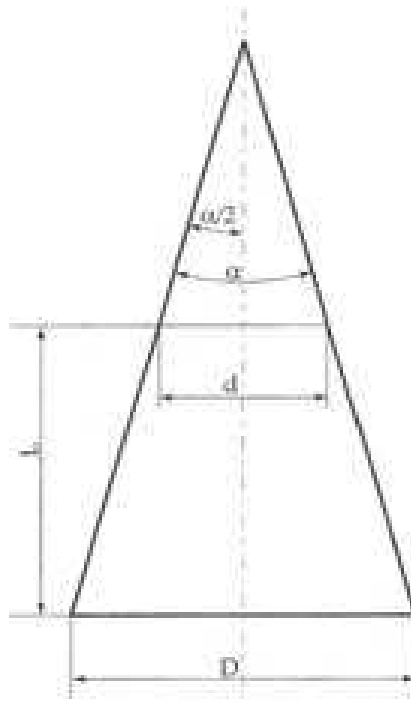


Figura 49 – Definizione di conicità

### **Conicità**

Si definisce conicità  $C$  il rapporto tra la differenza tra i diametri  $D$  e  $d$  di due sezioni di un cono e la distanza  $L$  fra queste due sezioni misurata in senso assiale:

$$C = (D - d) / L = 2 \operatorname{tg}(\alpha/2)$$

La conicità è quindi una grandezza adimensionale (fig. 49).

La conicità può essere espressa in vari modi:

*a) rendendo uguale all'unità il numeratore:*

$$C = (D - d) / L = 1 / K$$

In questo modo si esprime la conicità indicando per quale lunghezza  $K$  lungo l'asse del cono si ha una variazione di diametro uguale a 1 mm.

*b) Si può trasformare la frazione in modo che il denominatore sia uguale a 100:*

$$C = (D - d) / L = p / 100 = p\%$$

dove:

$$p = (1 / K) \cdot 100$$

In questo modo si esprime la conicità indicando la variazione  $p$  di diametro subita dal cono su una lunghezza di 100 mm lungo l'asse.

**Riassumendo, quindi:**

$$C = (D - d) / L = 1 / K = p\% = 2 \operatorname{tg}(a/2)$$

L'indicazione della conicità sui disegni meccanici secondo la UNI ISO 3040 deve essere fatta utilizzando l'apposito simbolo indicato nelle sue dimensioni in figura 50 e **orientato nello stesso senso della conicità**. Dopo questo simbolo si scrive il valore della conicità espresso in  $1/K$  o, se richiesto per ragioni particolari, il valore espresso in  $p\%$ . Oltre al valore della conicità, è necessario dare i valori di  $D$  e  $L$  (fig. 51) o di  $d$  e  $L$ .

L'indicazione della conicità può anche essere fatta dando i valori delle quote occorrenti  $D$ ,  $d$  e  $L$  o quotando l'angolo  $a$  e dando  $D$  e  $L$  o  $d$  e  $L$  (fig. 51).

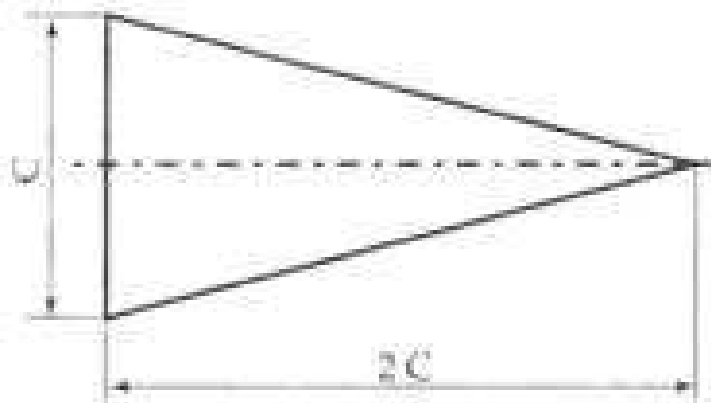


Figura 50 – Simbolo indicante la conicità



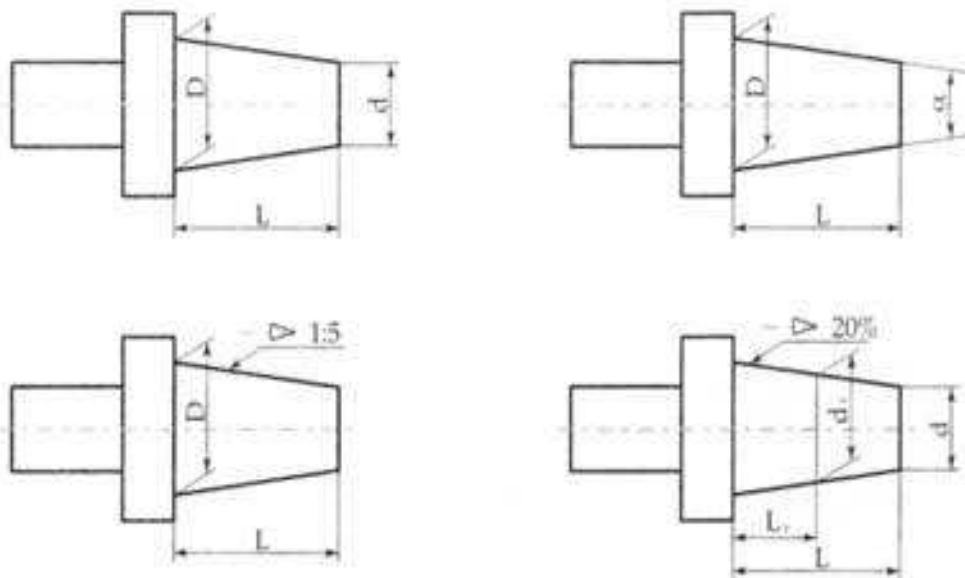


Figura 51 – Quattro diversi modi di indicare la conicità nei disegni

E' infatti chiaro che **fra i quattro elementi che definiscono la conicità uno deve essere omesso**, perché deriva necessariamente dagli altri.

In genere nei perni si omette il diametro minore e nei fori quello maggiore (fig. 52), a causa dei procedimenti di lavorazione (si riduce il perno, si allarga il foro).

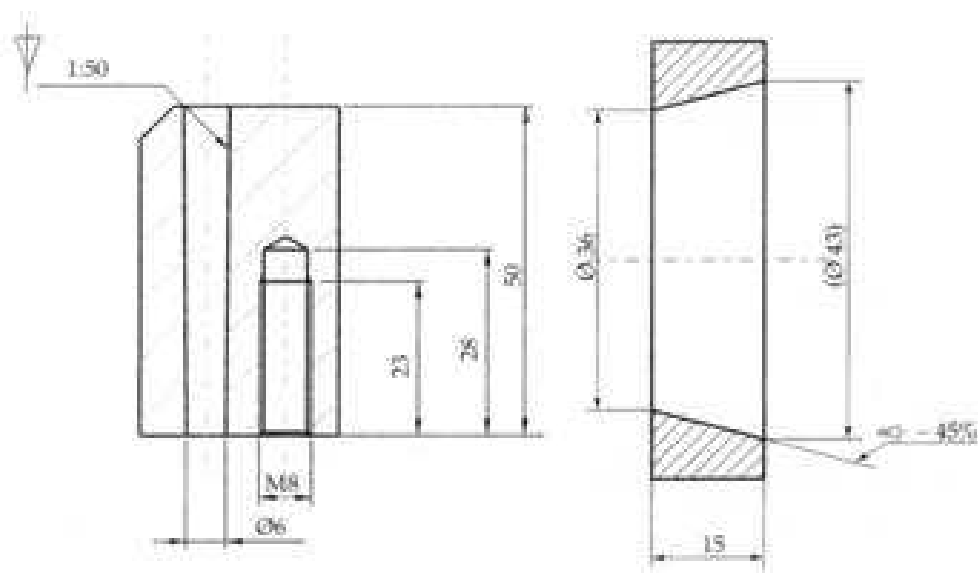


Figura 52 – Quotatura di pezzi conici

VALORI NOMINALI	
SERIE 1	SERIE 2
120°	
90°	
	75°
60°	
45°	
30°	
1:3	
	1:4
1:5	
	1:6
	1:7
	1:8
1:10	
	1:12
	1:15
1:20	
	1:30
1:50	
1:100	
1:200	
1:500	

Tabella 5 – Coni per applicazioni generali (preferibilmente della serie 1)

I valori di conicità per applicazioni meccaniche sono indicati nella norma UNI EN ISO 1119 (tab. 5).

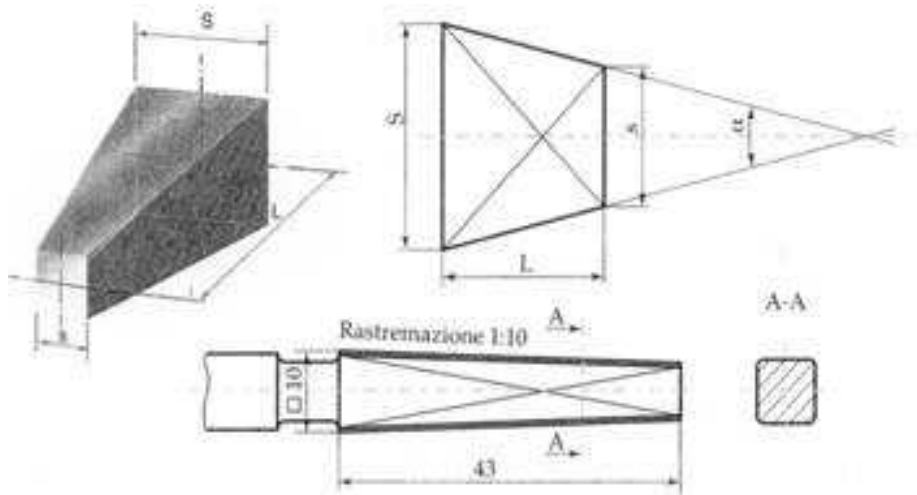


Figura53 – Quotatura di pezzi rastremati

## **Rastremazione**

Si definisce **rastremazione** il rapporto tra la differenza delle dimensioni  $S$  e  $s$  di due sezioni di una piramide o tronco di piramide a base quadrata o poligonale e la distanza  $L$  fra queste due sezioni. Il suo significato e le sue espressioni sono del tutto analoghe a quanto visto per la conicità e anche qui si può scrivere (fig. 53):

$$\text{Rastremazione} = (S - s) / L = 1 / K = 2 \operatorname{tg}(\alpha / 2)$$

Sul disegno l'indicazione può essere fatta con la scritta " **rastremazione 1 : K** ", e dando i valori di  $S$  e  $L$  (fig. 53) o di  $s$  e  $L$ .

L'indicazione di rastremazione può anche essere fatta dando i valori delle quote occorrenti  $S$ ,  $s$  e  $L$  o quotando l'angolo  $\alpha$  e dando  $S$  e  $L$  o  $s$  e  $L$ .

## **Inclinazione**

Si definisce **inclinazione** il rapporto fra la differenza delle dimensioni  $H$  e  $h$  (misurate perpendicolarmente a una data direzione) in due punti di una superficie o di una linea e la distanza  $L$  tra le posizioni in corrispondenza delle quali sono stati misurati i valori di  $H$  e  $h$  (fig. 54):

$$\text{Inclinazione} = (H - h) / L = 1 / K = p / 100 = \operatorname{tg}\beta$$

L'inclinazione dunque è definita tra una sola superficie (o linea) e un piano (o linea) preso come riferimento.

Occorre fare attenzione a **non confonderla** con la rastremazione, che è

riferita a due superfici ambedue egualmente inclinate rispetto a un asse, e quindi a non identificare le indicazioni generiche  $K$  e  $p$  nei due casi: la rastremazione di una piramide a base quadra è espressa da un valore doppio di quello dell'inclinazione di ciascuna delle sue facce.

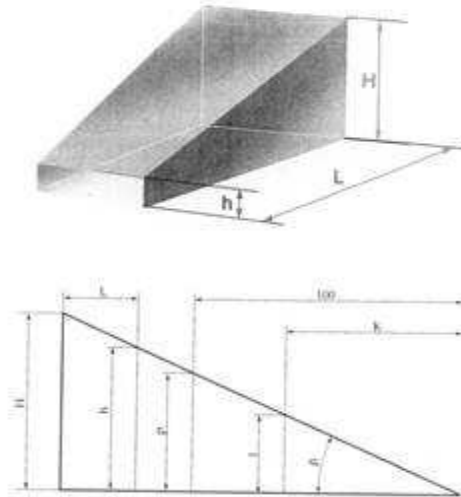


Figura 54 – Definizione di inclinazione

L'inclinazione di un pezzo può essere quotata utilizzando l'apposito simbolo di figura 55a, orientato opportunamente per indicare il senso dell'inclinazione e seguito dall'indicazione del valore espresso in  $1/K$  oppure  $p\%$ , oltre a due delle tre dimensioni  $H$ ,  $h$  e  $L$  (fig. 55b).

L'indicazione dell'inclinazione può essere fatta anche fornendo le quote relative alle dimensioni  $H$ ,  $h$  e  $L$  o dando l'angolo  $\beta$  e le quote relative a due delle tre dimensioni  $H$ ,  $h$  e  $L$ .

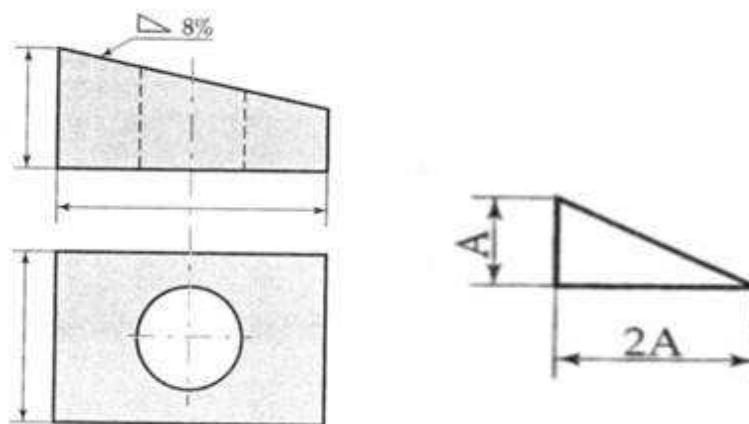


Figura 55a – Simbolo indicante l'inclinazione    Figura 55b – Quotatura di pezzi inclinati

## **Quotatura di complessivi**

Nel caso di disegno di complessivi, come regola generale si indicano solo quote di ingombro o di posizione di alcune parti (fig. 56).

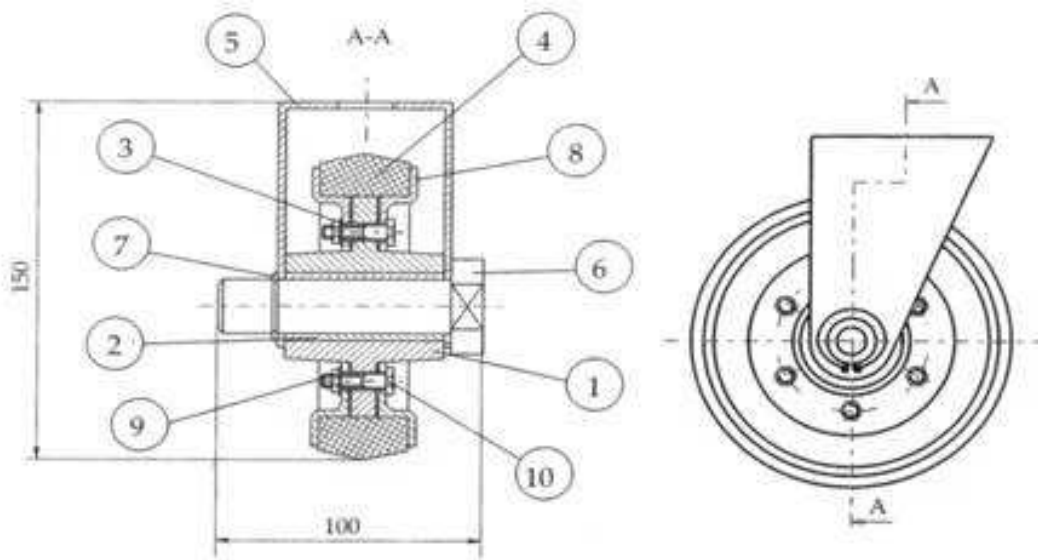


Figura 56 – Quotatura d'ingombro di un compressivo

## **Quotatura di elementi con caratteristiche specifiche**

Parti o zone di un pezzo possono essere soggette a particolari trattamenti, come verniciatura, cromatura, cementazione e tempra, ecc., e in tal caso l'indicazione viene fatta con linea mista grossa tipo a tratto e punto tracciata parallelamente alla superficie interessata.

Se necessario si danno le quote di queste zone sia come posizioni che come dimensioni (fig. 57).

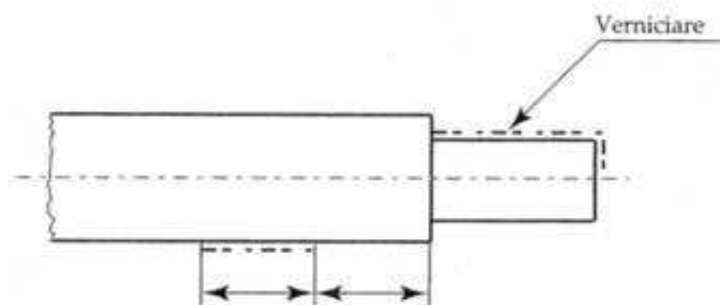


Figura 57 – Quotatura di elementi con caratteristiche specifiche

## **Quotatura di elementi normalizzati**

Elementi normalizzati possono anche non essere quotati, ma definiti dalla loro designazione, con i necessari riferimenti normativi.

## **Tipi di quotatura**

Le quote possono essere classificate **dal punto di vista geometrico** in:

- quote di grandezza,
- quote di posizione,
- quote di accoppiamento.

Si può avere una classificazione **secondo la disposizione**, e si hanno i seguenti sistemi di quotatura:

- quotatura in serie,
- quotatura in parallelo,
- quotatura combinata,
- quotatura con quote sovrapposte,
- quotatura in coordinate.

Tenendo infine presente lo **scopo del disegno** (ad esempio mettere in evidenza la funzione del pezzo o le modalità di fabbricazione), si ha:

- quotatura funzionale,
- quotatura tecnologica,
- quotatura di collaudo.

## Quotatura dal punto di vista geometrico (Quotatura geometrica)

### a) Quote di grandezza

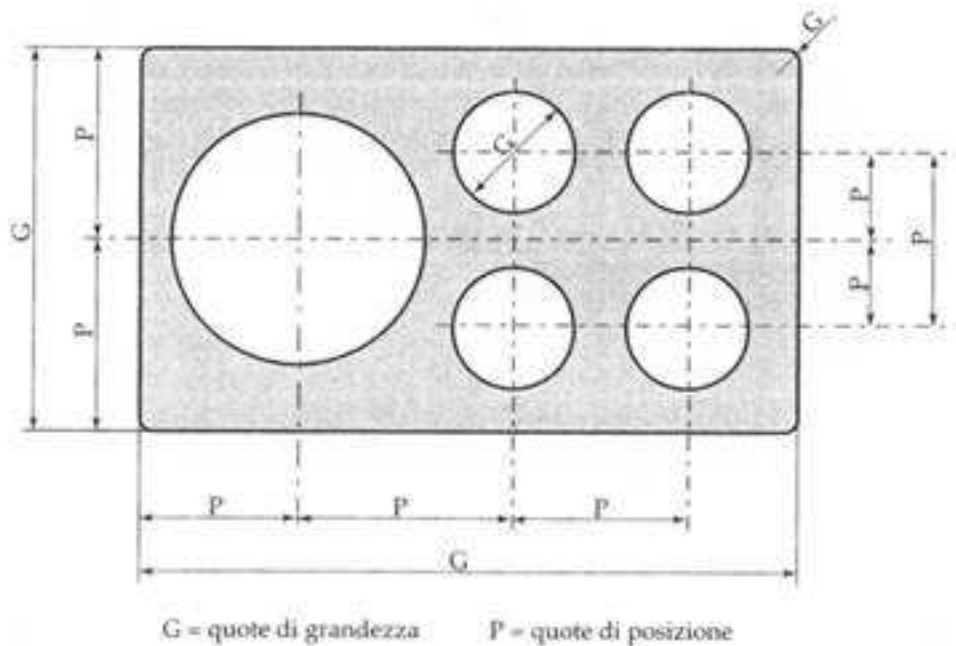


Figura 58 – Quotatura di grandezza e di posizione

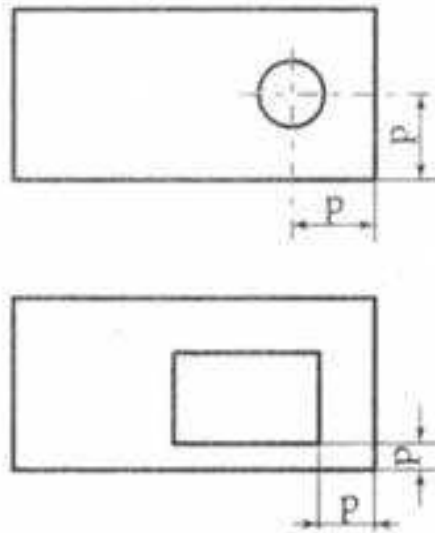
Le **quote di grandezza** sono quelle che si riferiscono alle dimensioni di ogni elemento dell'oggetto rappresentato (fig. 58).

### b) Quote di posizione

Le **quote di posizione o di localizzazione** individuano la posizione di ogni elemento in riferimento agli altri (fig. 58).

**I riferimenti usati per le quote di posizione possono essere gli assi, i punti di intersezione di assi, superfici di appoggio e di estremità.**

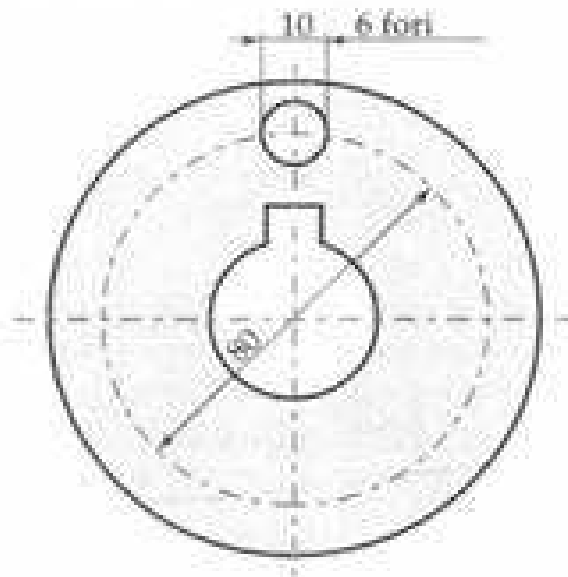
**I fori, gli elementi cilindrici o a simmetria circolare sono individuati dai loro assi, mentre i solidi prismatici sono posizionati in riferimento alle loro facce** (fig. 59).



*Figura 59 – Quote di posizione: il foro (a) è posizionato mediante il suo asse, mentre la scanalatura rettangolare (b) mediante le sue facce*

In presenza di **più fori** è possibile avere due casi:

- localizzazione di fori disposti lungo una circonferenza;
- 
- localizzazione di fori disposti linearmente.



*Figura 60 – Fori uguali ed egualmente spazati*



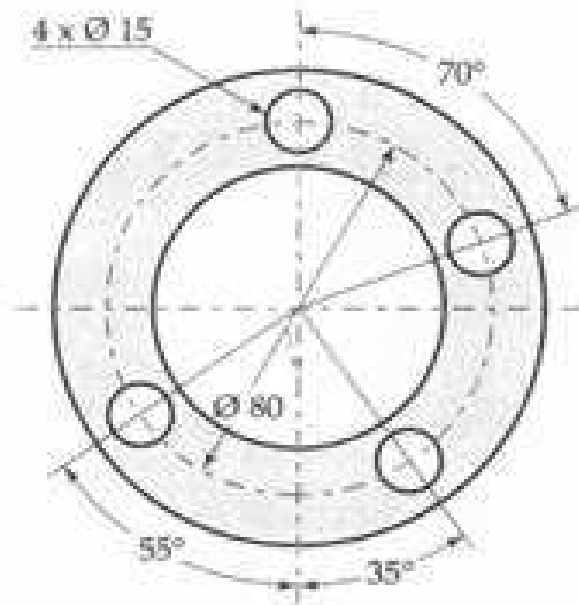


Figura 61 – Fori posti ad angoli diversi.

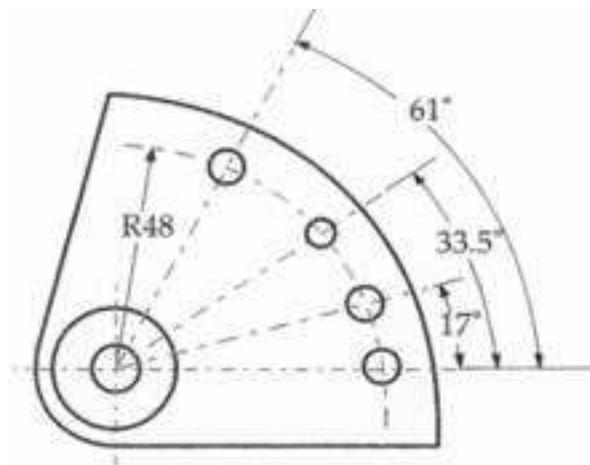
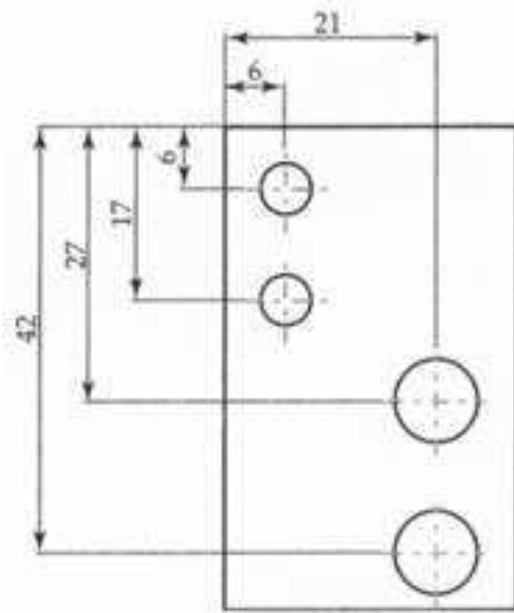


Figura 62 – Fori posti lungo un arco.

- localizzazione di fori disposti lungo una circonferenza

In questo caso, se i fori sono della stessa dimensione ed egualmente spaziati, basta indicare, come si è già visto, il numero e il diametro dei fori e il diametro della circonferenza dei centri (fig. 60). Se i fori sono posti ad angoli diversi, bisogna dare di ognuno la posizione angolare con riferimento a uno solo dei due assi perpendicolari (fig. 61). Nel caso di fori su archi di circonferenza, il raggio e la dimensione angolare sono dati rispetto ad una linea di riferimento (fig. 62).



*Figura 63 – Localizzazione di rispetto a una superficie*

- localizzazione di fori disposti linearmente

•

Se la distanza tra i fori è importante, in genere si cade nel caso dell'accoppiamento (vedi oltre).

Negli altri casi può essere preso come riferimento il centro di un foro, o due superfici accessibili durante la lavorazione e che facilitino l'uso di utensili ed attrezzature (fig. 63).

### **c) Quote di accoppiamento**

Quando si quota il singolo particolare, si dovrà prevedere di tenere in forte considerazione le dimensioni delle superfici che devono essere accoppiate (fig. 64) e che possiamo definire **quote di accoppiamento**.

Queste dimensioni, come si vedrà, potranno essere anche diverse e andranno soggette a **tolleranza**, per ottenere la funzionalità voluta (ad esempio lo scorrimento di un albero entro un foro).

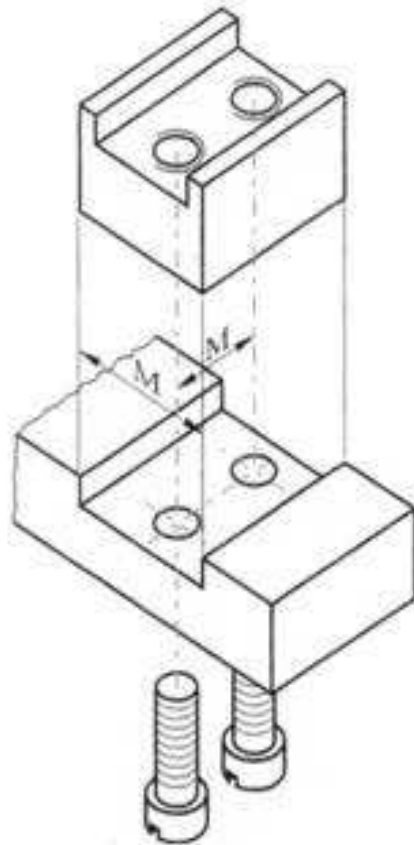


Figura 64 – Le quote indicate con M sono quote di accoppiamento.

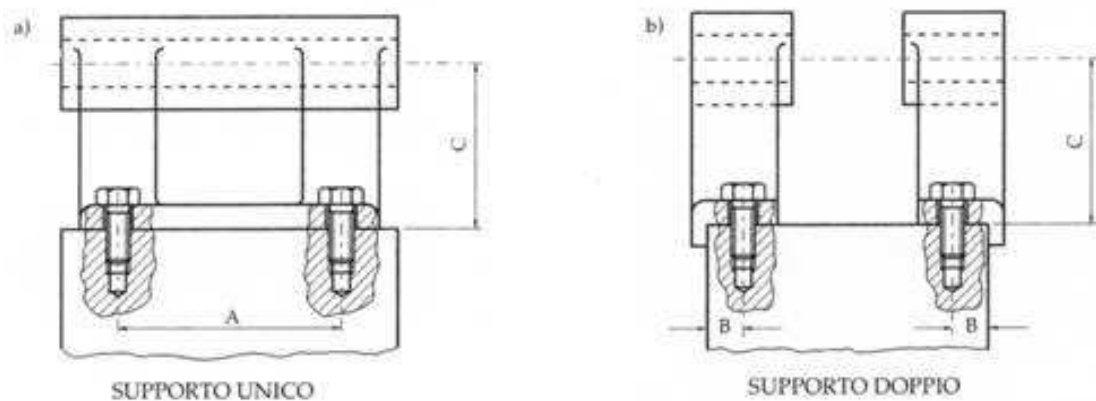


Figura 65 – Nel caso a) sarà importante definire la quota A sia per la base che per il supporto. Nel caso b) la quota di accoppiamento sarà la B

La figura 65 mostra l'esempio di un dispositivo in cui le posizioni dei fori filettati per le viti sono localizzate in due modi diversi a seconda del fatto che il supporto sia costruito in un corpo unico o in due pezzi.

## **Quotatura secondo la disposizione (Sistemi di quotatura)**

La norma UNI 3974 indica i seguenti sistemi di quotatura (fig. 66):

- a) in serie,
- b) in parallelo,
- c) combinata,
- d) a quote sovrapposte,
- e) in coordinate.

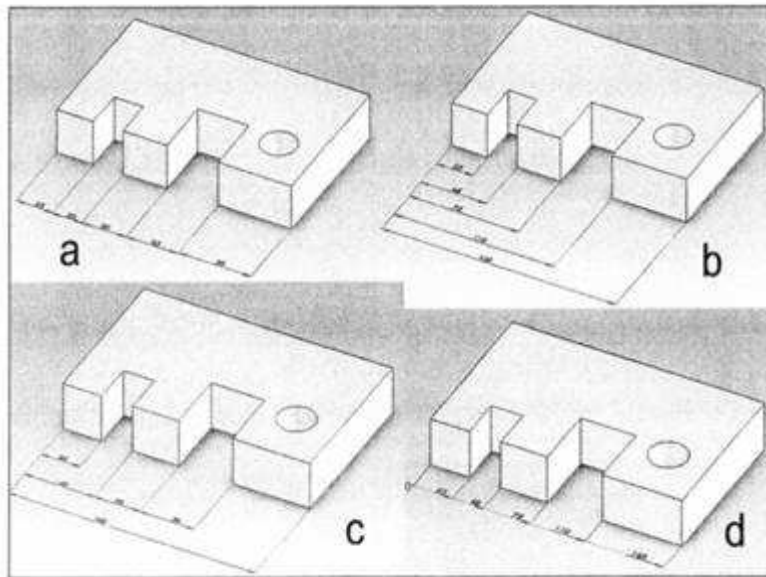


Figura 66 – I sistemi di quotatura secondo la norma UNI 3974: a) in serie; b) in parallelo; c) combinato; d) a quote sovrapposte

### **a) Quotatura in serie**

Ogni elemento del pezzo è quotato rispetto all'elemento vicino. Si forma così una serie, o catena, di quote parziali, messe in successione una dopo l'altra (fig. 67).

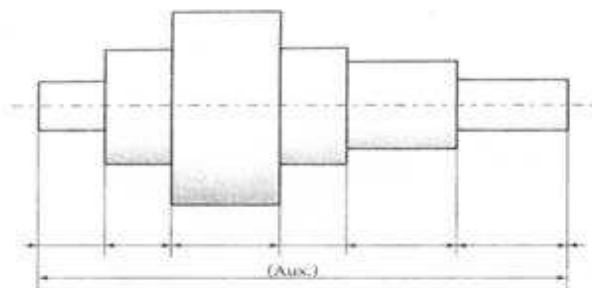


Figura 67 – Quotatura in serie

Con questo metodo non è stabilito nessun elemento di riferimento o di partenza per la costruzione o il controllo del pezzo. In genere, perciò, **si applica quando è fondamentale la lunghezza di ogni singolo elemento e quando l'accumularsi degli errori, che si fanno nel produrre il pezzo, non mette in pericolo la sua utilizzazione.** Queste condizioni non sono frequenti e perciò **la quotatura in serie è poco usata da sola.**

Una volta quotato il pezzo con tutte le quote di una catena, la quota complessiva è automaticamente determinata e quindi o va omessa o posta tra parentesi (fig. 67). E' opportuno indicare la quota totale sia pure in funzione ausiliaria, perché fornisce immediatamente l'ingombro del pezzo.

### **b) Quotatura in parallelo**

Quando più quote aventi uguale direzione hanno un'unica origine di riferimento, si ha la quotatura in parallelo (fig. 68). L'origine può essere un punto, un asse, uno spigolo, un piano, ecc.

**Questo sistema evita la possibilità di accumulo di errori costruttivi, permette di stabilire tolleranze indipendenti ed è particolarmente indicato nella quotatura tecnologica,** in cui la tracciatura, l'esecuzione e il controllo dei pezzi vengono eseguiti con macchine o strumenti a spostamento progressivo.

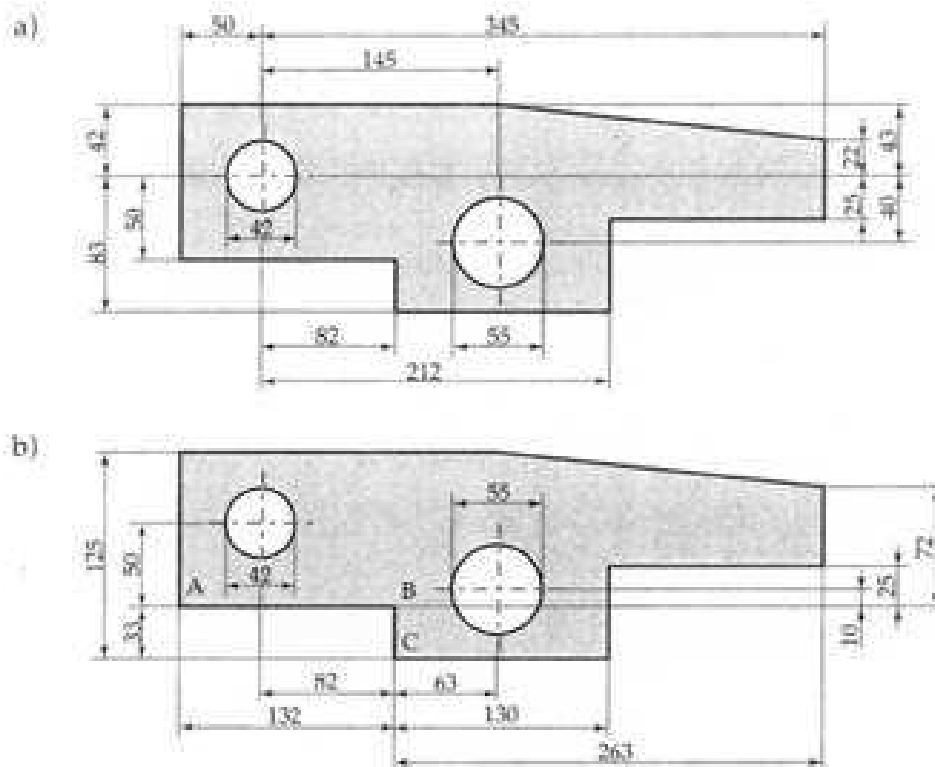


Figura 68 – Quotatura in parallelo con riferimento nei centri dei fori (a) o sulle superfici di traccia AB e BC (b)

### c) Quotatura combinata

•

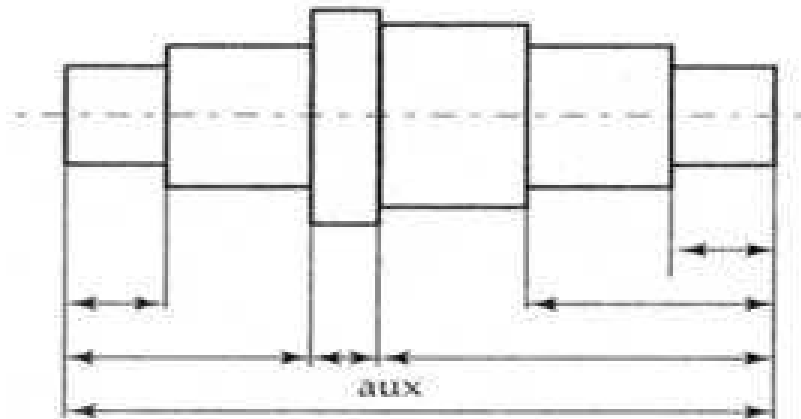


Figura 69 – Quotatura combinata

Questo metodo risulta dalla applicazione simultanea della quotatura in serie e in parallelo: ad esso si ricorre quando è necessario impiegare più elementi di riferimento. Si possono soddisfare in questo modo tutte le esigenze, sia funzionali che costruttive. **E' il sistema più frequentemente usato nei disegni** (fig. 69).

### d) Quotatura a quote sovrapposte (o in sequenza)

E' una variante grafica della quotatura in parallelo e si applica per risparmio di spazio, purché non vi sia pericolo di confusione o di scarsa chiarezza. Se deve essere indicata un'origine, essa può essere rappresentata da un circonferenza avente diametro di circa 3 mm (fig. 70).

Con questo sistema si ha un'unica linea di misura: l'elemento di origine o di riferimento viene individuato con la quota 0 e le altre quote da una freccia all'estremità opposta di ogni linea di misura, disposte nel senso di allontanamento dall'origine. Il valore numerico può essere scritto in prossimità della freccia (fig. 70):

a) al di sopra della linea di misura e un po' staccato da essa;

b) sul prolungamento della linea di riferimento, in verticale.

E'

possibile anche utilizzare la quotatura a quote sovrapposte in due direzioni (fig. 71).

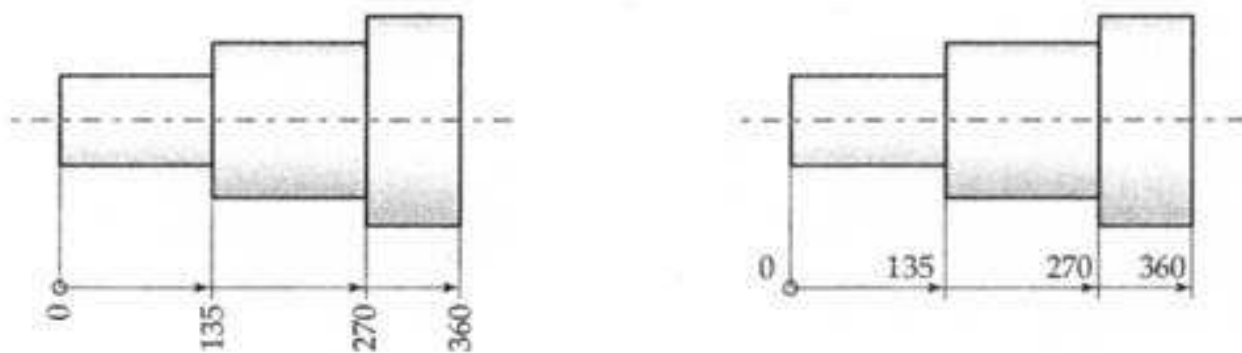


Figura 70 – Esempi di quotatura a quote sovrapposte

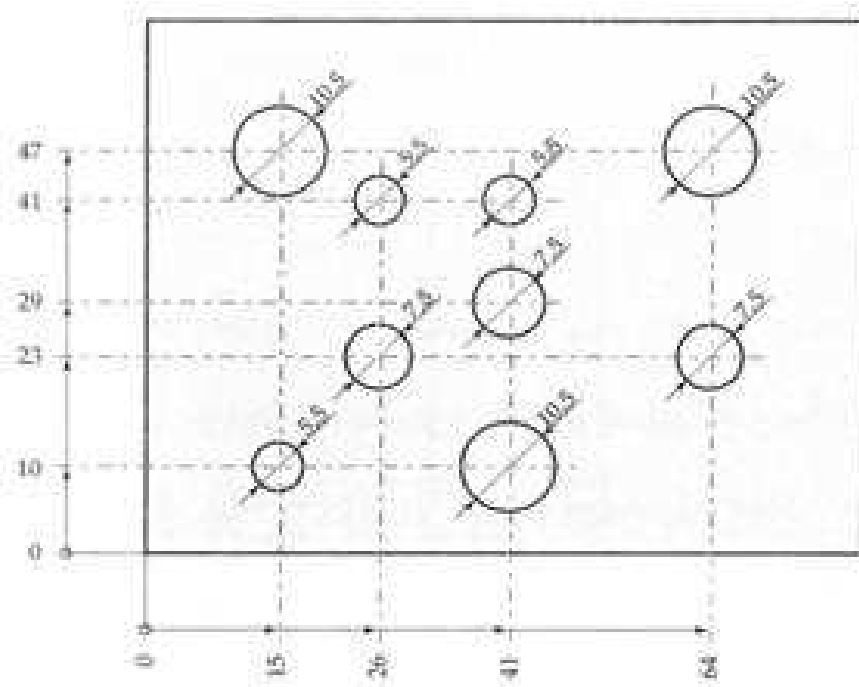


Figura 71 – Quotature secondo due direzioni

### e) Quotatura in coordinate

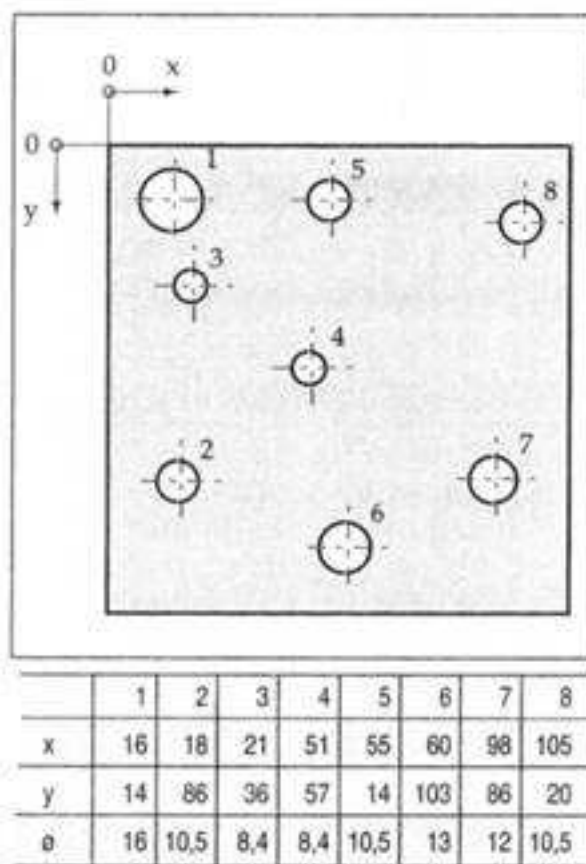


Figura 72 – Quotatura in coordinate cartesiane

In alcuni casi può essere conveniente fare riferimento ad un unico punto, preso come origine per la quotatura. Le quote vengono poi raggruppate in un'unica tabella. Le norme prevedono tre possibilità di quotatura di questo tipo:

- in coordinate cartesiane, figure 72 e 73;
- in coordinate polari, figura 74 ;
- in coordinate polari con rullo di misura, figura 75.

La quotatura in coordinate è utile per la programmazione manuale e automatica delle macchine utensili a controllo numerico.



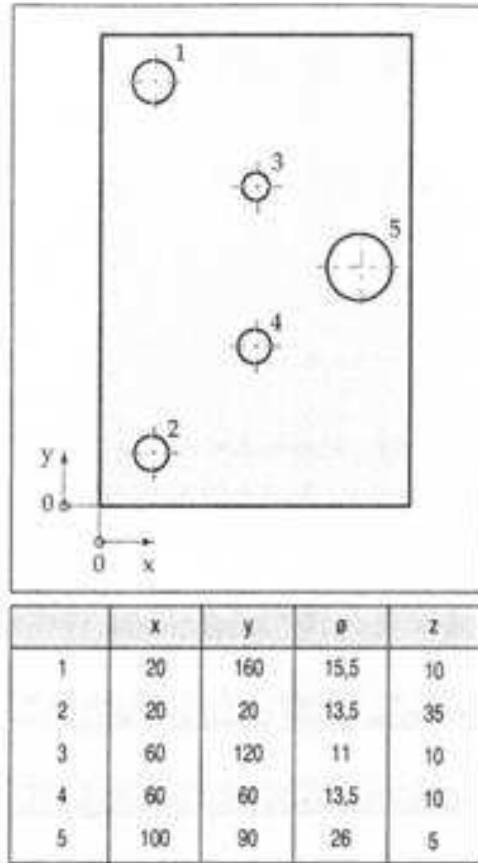


Figura 73 – Altro esempio di quotatura in coordinate cartesiane. Nella tabella z indica la profondità del foro

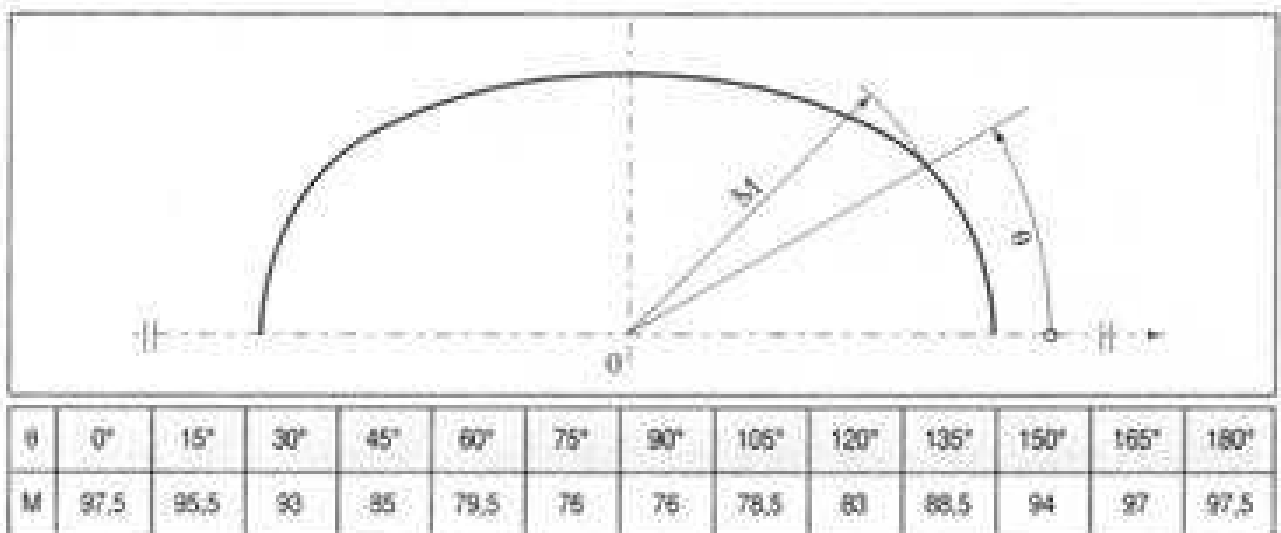


Figura 74 – Quotatura in coordinate polari, usata per profili complessi. L'angolo si considera positivo in senso orario

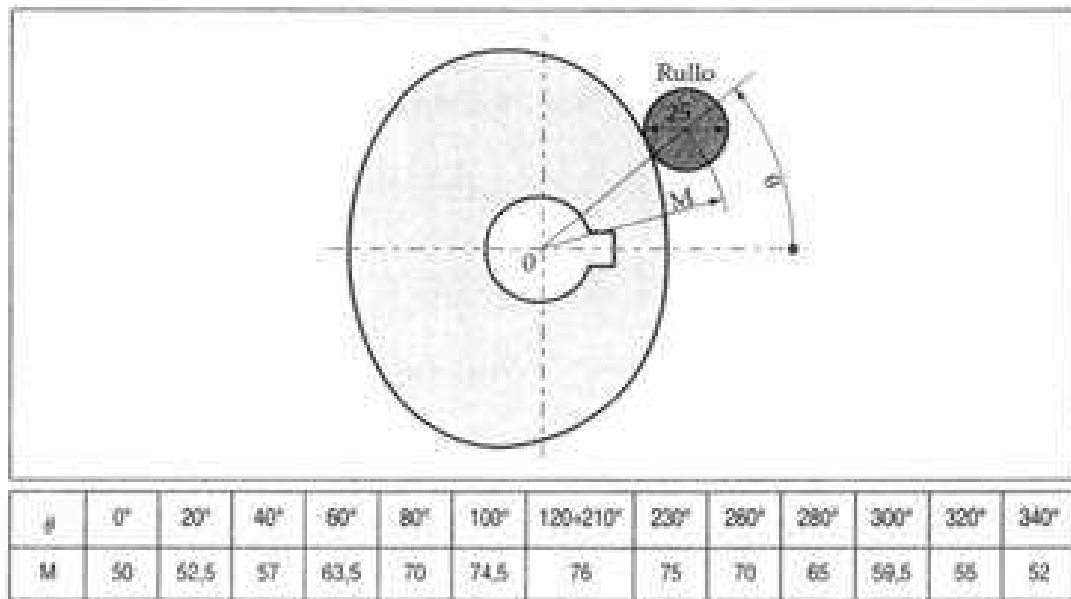


Figura 75 – Uso del rullo di misura, che ha lo scopo di semplificare il controllo del profilo

### **Quotatura secondo lo scopo del disegno**

Tutte le dimensioni o **quote**, così come qualsiasi altra informazione necessaria per definire completamente un pezzo allo stato finito ed assicurarne l'attitudine all'impiego, devono essere poste nel disegno tenendo presente le esigenze di:

- **montaggio(quotatura funzionale),**
- **fabbricazione (quotatura tecnologica)**
- **verifica(quotatura di collaudo).**

Il progettista o il disegnatore, nel riportare sul disegno le quote di un pezzo, deve infatti avere chiari questi tre aspetti:

a) un componente meccanico non deve mai essere considerato a sé stante, ma facente parte di un meccanismo nel quale deve assolvere una determinata funzione, e quindi deve individuare con molta attenzione le **quote funzionali**, essenziali per il corretto funzionamento;

b) deve conoscere la sequenza di operazioni necessarie per ottenere le forme volute, partendo da un pezzo grezzo, in modo da definire le **quote tecnologiche**, che facilitano il lavoro di chi deve eseguire il pezzo, fornendogli le indicazioni che più gli servono per impostare la lavorazione;

c) deve individuare le **quote di collaudo**, di ausilio nelle operazioni che verificano la corrispondenza tra le misure reali e le dimensioni riportate nel disegno.