



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Ingegneria dell'Innovazione del Prodotto

A.A. 2022/23

Metodi di rappresentazione tecnica e CAD

Lezione 12

Scala, Quotatura

Lezione 12:

- ✓ Scala
- ✓ Definizioni e principi di quotatura
- ✓ Sistemi di quotatura
- ✓ Elementi di quotatura
- ✓ Indicazioni di quote speciali (continua in Lez 15)
- ✓ Convenzioni particolari (continua in Lez 15)

Scala dimensionale di rappresentazione

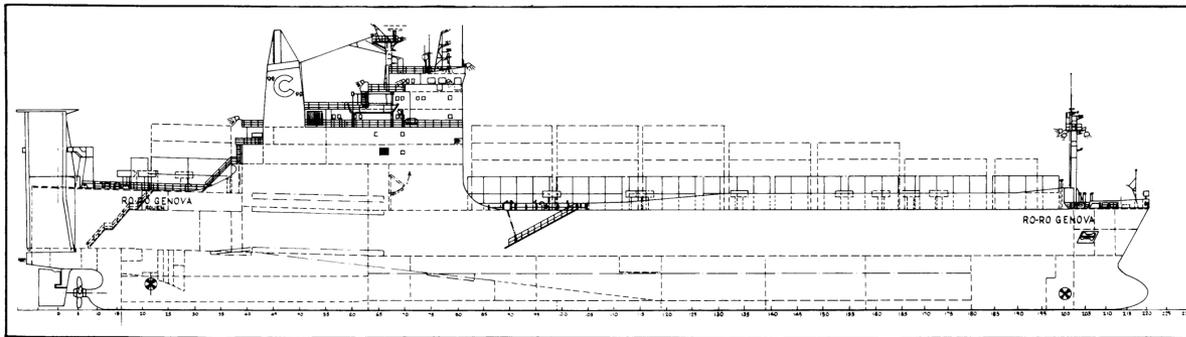


Scale dimensionali

Il metodo delle Proiezioni Ortogonali permette di ottenere la rappresentazione in 2D di oggetti tridimensionali.

Finora nel passaggio da oggetto reale (3D) a disegno 2D ovvero da rappresentazione 2D all'ambiente CAD (3D) abbiamo conservato le dimensioni.

Problema: come si possono rappresentare su un formato standardizzato (o su uno schermo di un PC) oggetti molto grandi?...



... o molto piccoli?



Nota: in ambiente CAD disponiamo di uno spazio di modellazione infinito quindi riporteremo sempre le dimensioni reali dell'oggetto. Per poterlo visualizzare utilizziamo la funzione ZOOM.

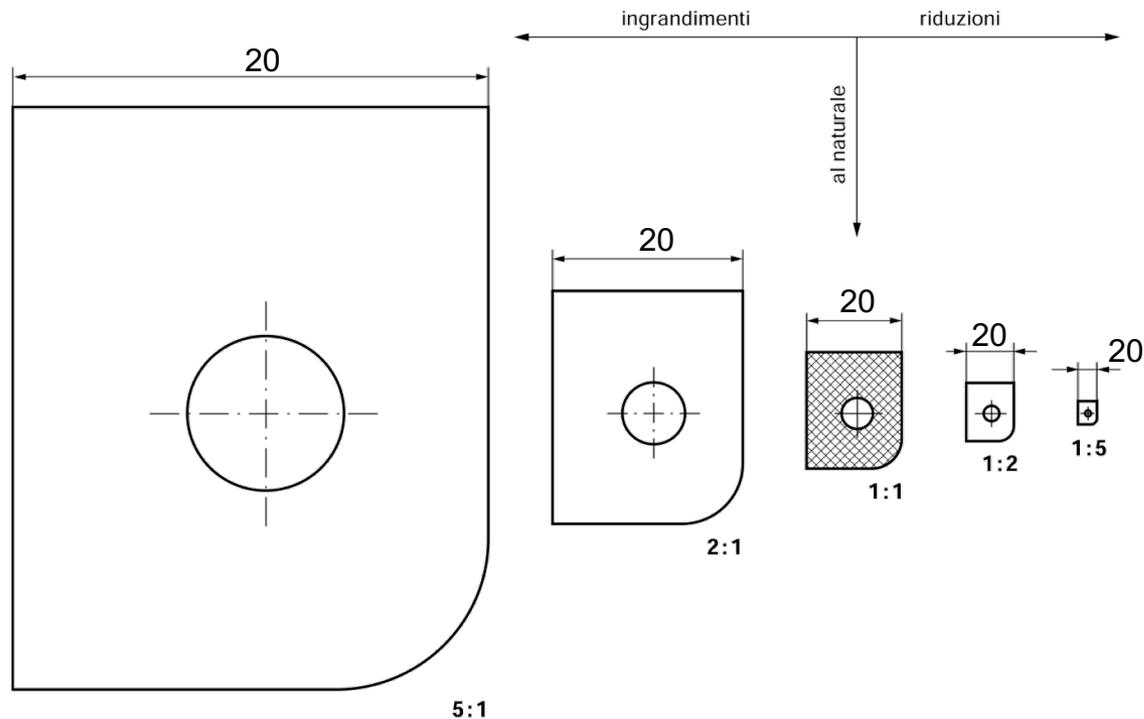
Scale dimensionali

Scale dimensionali: (UNI EN ISO 5455:1998)

Rapporto tra una dimensione (lineare) sul disegno e il valore della dimensione corrispondente sull'oggetto reale

Ad es: Scala 1:2

1 mm sul disegno corrisponde a 2 mm sull'oggetto reale



Scale dimensionali

Scelta della scala:

- Raccomandata (unificata)
- Minima possibile
- Nessun elemento $< 2\div 3\text{mm}$

Categoria	Scale raccomandate		
Scale di ingrandimento	50 : 1	20 : 1	10 : 1
	5 : 1	2 : 1	
Scala al naturale			1 : 1
Scale di riduzione	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	1 : 20	1 : 50	1 : 100
	1 : 200	1 : 500	1 : 1 000
	1 : 2 000	1 : 5 000	1 : 10 000

Designazione:

~~SCALA~~ X:Y

Se non sussiste possibilità di confusione, il termine “SCALA” può essere omissso.

Osservazioni conclusive

Osservazioni:

- Le quote indicano sempre le dimensioni effettive (reali) dell'oggetto rappresentato.

quindi:

- Le quote riportate sul disegno sono indipendenti dalla scala impiegata.

La scelta della scala (unificata) deve garantire che il disegno:

- sia chiaro ed i particolari più piccoli siano distinguibili (> 2-3 mm),
- sia leggibile (in particolare il valore delle quote),
- sia il più piccolo possibile,
- occupi al meglio lo spazio disponibile

Nota: L'uso di scale unificate aiuta lo sviluppo di una sensibilità immediata alla correttezza della soluzione progettuale descritta



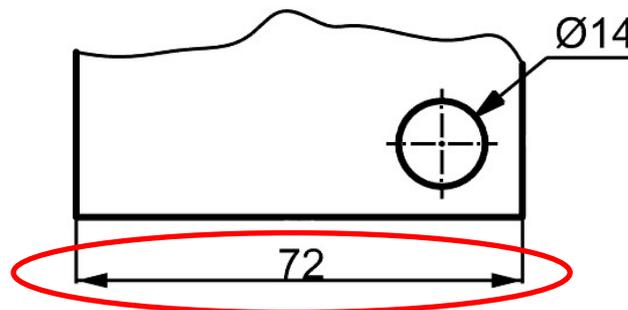
Definizioni e principi di quotatura



Quotatura – Definizioni e principi generali

Scopo: associare alla rappresentazione geometrica **informazioni quantitative esplicite** su dimensioni lineari ed angolari

Quota: L'insieme dei **segni grafici** e dei **valori numerici** necessari per definire la **dimensione** di un elemento.



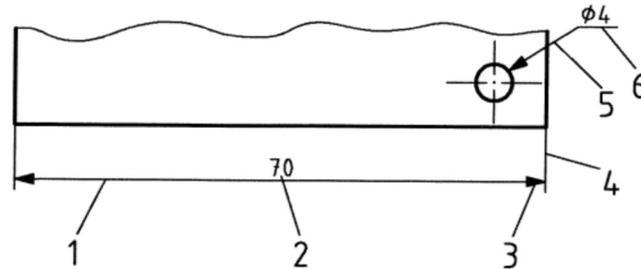
Quotatura: L'insieme delle **quote**, cioè di tutte le informazioni grafiche e alfanumeriche necessarie a definire quantitativamente la **dimensione** degli elementi di un oggetto e il loro reciproco **posizionamento**.

ISO 129-
1:2018

Nota. Il valore della quota deve essere espresso in millimetri

Quotatura: definizioni e principi generali

Default: in assenza di altre indicazioni, una **quota lineare** indica la **distanza tra due punti**.

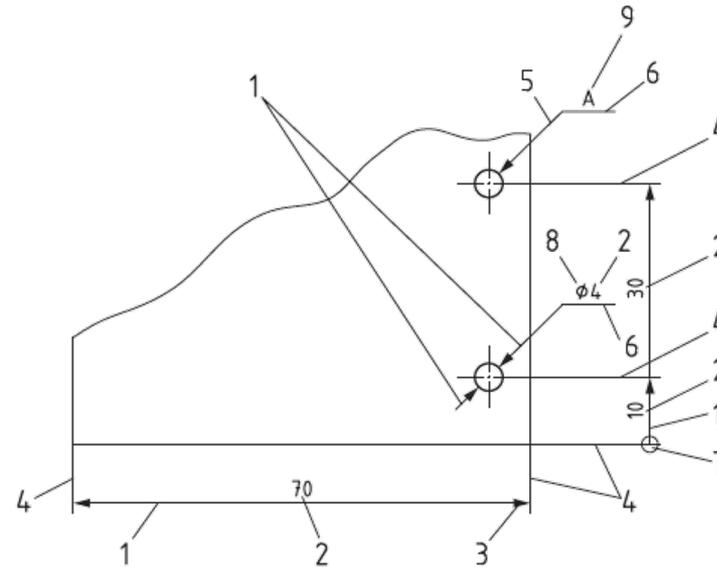


1. Linea di misura (01.1)
2. Valore della quota (nominale della dimensione)
3. Terminale della linea di misura
4. Linea di riferimento (extension line) (01.1)
5. Linea di richiamo (01.1)
6. Linea di riferimento (reference line) (01.1)

In genere, la **linea di misura replica una dimensione dell'oggetto**.

Le **linee di riferimento** collegano la **linea di misura** alla dimensione considerata sull'oggetto (ovvero alla coppia di punti la cui distanza si vuole indicare).

Quotatura: definizioni e principi generali

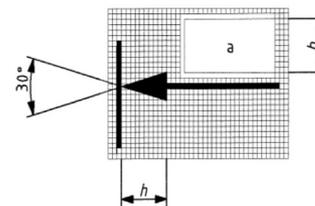
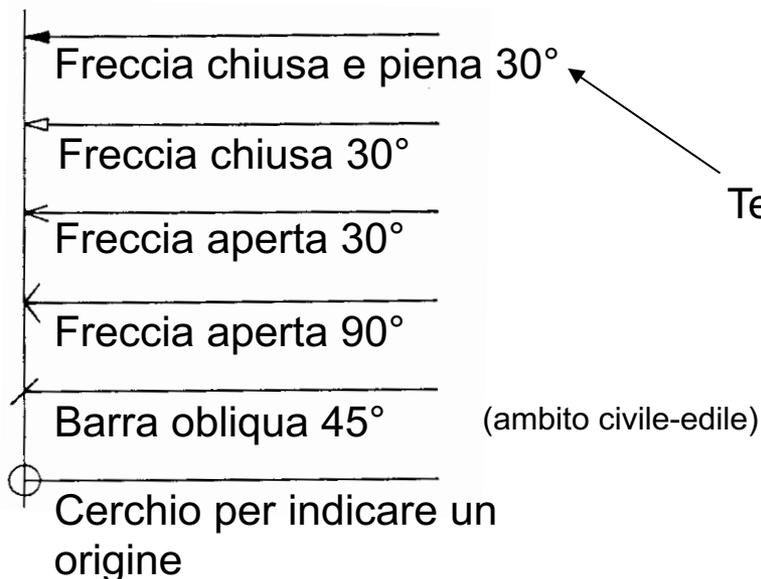


Nota
Disegno non corretto quanto a spessori

1. Linea di misura (01.1)
2. Valore nominale della dimensione
3. Terminale della linea di misura
4. Linea di riferimento (extension line) (01.1)
5. Linea di richiamo (01.1)
6. Linea di riferimento (reference line) (01.1)
7. Origine
8. Indicatore di proprietà
9. Lettera di riferimento

Quotatura: terminali unificati

Terminali unificati delle linee di misura:

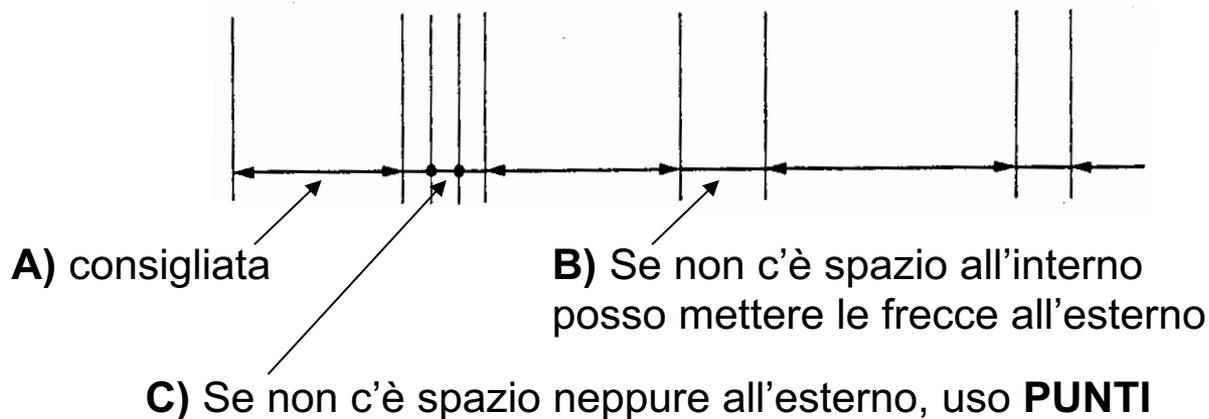


Terminale preferibile

Nota

In un disegno si usa un solo tipo di terminale

Disposizione unificata delle frecce terminali:



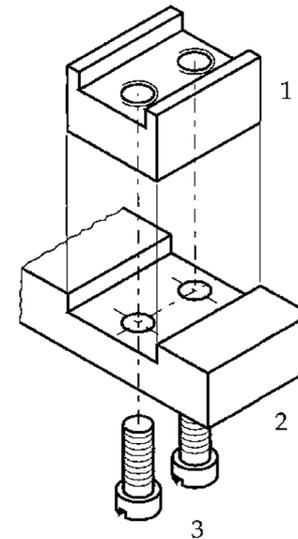
Teoria della quotatura: cosa quotare?

Un **assieme** può essere separato in **parti**.

Ciascuna **parte** può essere a sua volta scomposta in **solidi** (elementi 3D) **geometrici**.

Ciascuno dei **solidi geometrici** può essere **quotato** ...

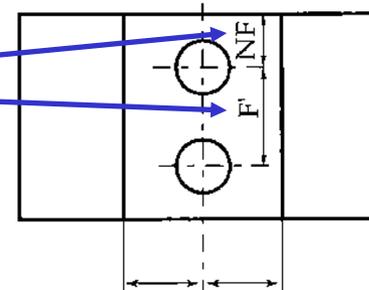
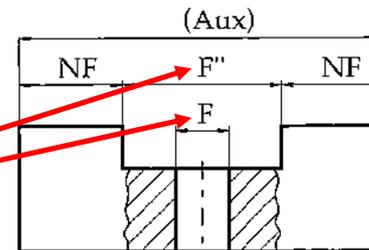
... ed è possibile stabilire le relazioni reciproche (**di posizioni/di orientamento**) tra di essi.



Esistono quindi **due tipi di dimensioni**:

1. le dimensioni che definiscono quanto grande è un solido (dimensione di accoppiamento=**size**);
2. le dimensioni che stabiliscono le distanze reciproche tra solidi (**posizione=location**).

(liberamente tratto da CL Svensen, Drafting for Engineers, 2° ed., Van Nostrand, New York 1935)

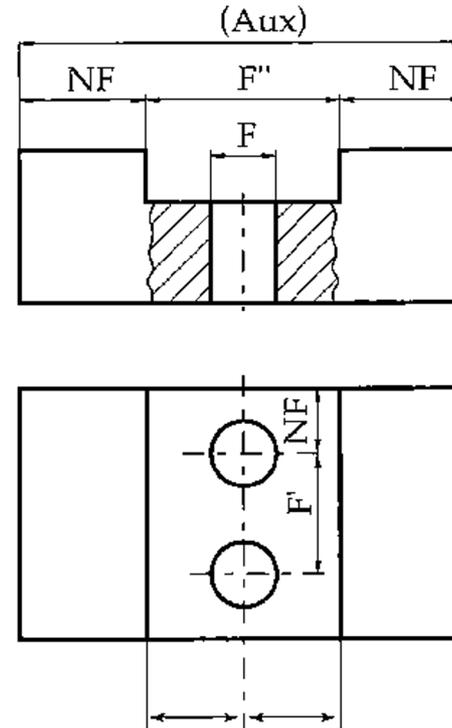


*Nota
Le dimensioni
possono inoltre
essere classificate
in funzionali e non
funzionali,
tecnologiche, di
verifica, ecc.*

Procedimento di quotatura

In 4+2 fasi:

1. Suddividi l'oggetto da quotare nei suoi **elementi geometrici costituenti** (solidi geometrici pieni e cavi): identifica gli elementi funzionali
2. Quota le **dimensioni funzionali** di ogni singolo elemento geometrico (**size dimension**): quota le dimensioni di accoppiamento
3. Individua **origini, assi e superfici** che guidano il **posizionamento** degli elementi geometrici funzionali: identifica i riferimenti
4. Quota le **dimensioni** che posizionano gli elementi geometrici funzionali (**location dimension**): quota le distanze lineari o angolari dai riferimenti
5. Completa lo schema di quotatura con dimensioni di ingombro, raccordi, smussi, quote ausiliare, ecc.
6. Integra e ri-organizza lo schema di quotatura



Nota 1.

Si pensi ad esempio alle funzioni di estrusione e di taglio in ambiente CAD

Nota 2.

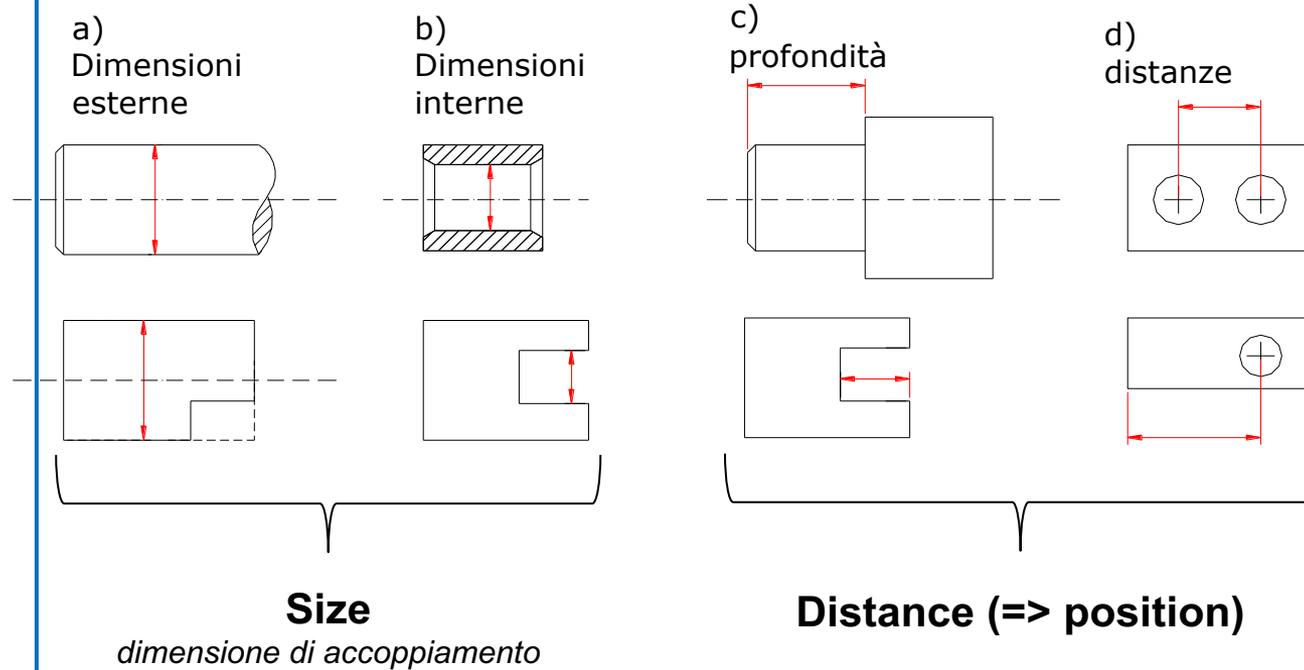
Si pensi al processo di definizione delle dimensioni che conduce a definire completamente uno schizzo

Nota 3.

Le fasi da 1 a 4 sono critiche; le 5 e 6 sono di rifinitura e completamento

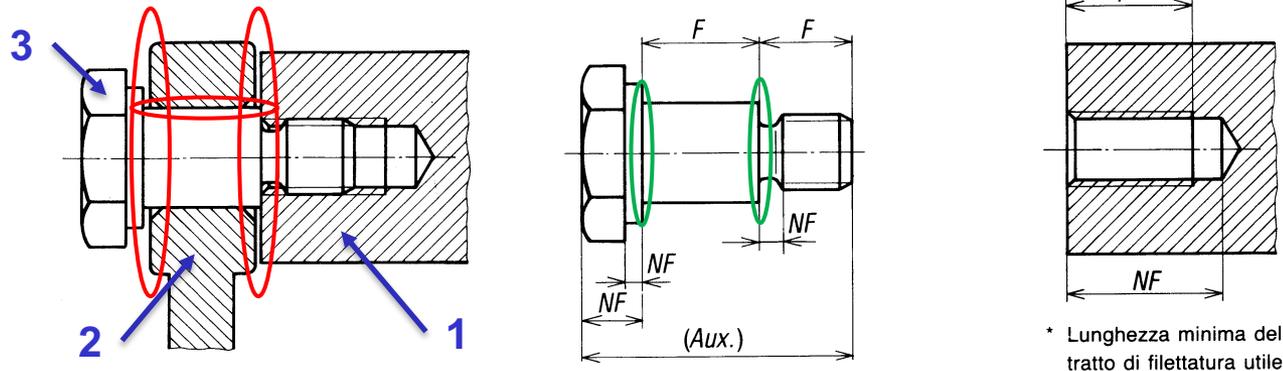
Principi di quotatura: concetto di dimensione

Dimensioni lineari



Differenti gruppi di dimensioni:
a) Dimensione esterna, b) Dimensione interna,
c) Profondità, d) Distanza.

Principi di quotatura: concetto di quota funzionale



Elemento (geometrico) funzionale: elemento di importanza essenziale nel funzionamento di parte/assieme al quale appartiene.

Quota funzionale: quota essenziale alla funzione di un oggetto.
E' relativa ad un elemento funzionale.

Le quote funzionali devono essere scelte nel modo più significativo per esprimere la funzione.

Quota non funzionale: quota non essenziale alla funzione dell'oggetto.
Le quote non funzionali devono essere scelte nel modo più significativo in relazione al loro scopo (per esempio: lavorazione e verifica).

Quota ausiliaria: indicata a solo titolo informativo (fra parentesi).
È deducibile dalla combinazione di altre quote, funzionali o non funzionali, fornite sul disegno.

Principi di quotatura: concetto di quota funzionale

Una **quota funzionale** è, nella maggioranza dei casi, una quota associata all'assemblaggio tra parti.

Infatti, la garanzia di funzionalità per un assieme meccanico è, in primis, ottenuta mediante una corretta progettazione delle modalità di assemblaggio delle singole parti (interfacce).

Questa osservazione si applica sia alle dimensioni di accoppiamento sia a quelle di posizione.

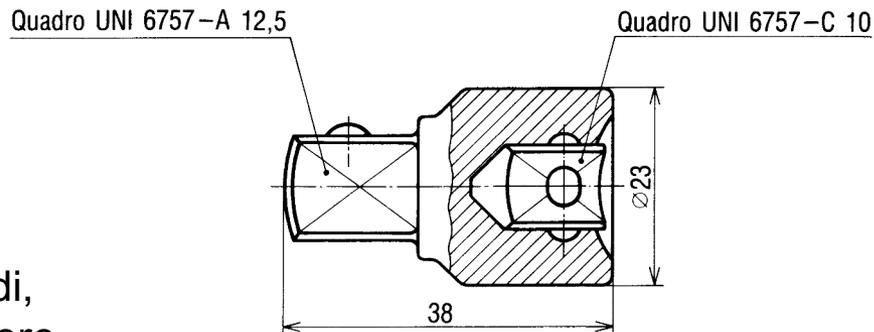
Per queste ultime i riferimenti esemplificano le posizioni nominali delle parti adiacenti, anche non contigue, che nell'assieme finale interagiscono in maniera diretta o indiretta con la parte sottoposta a quotatura.



Principi di quotatura: completezza, funzionalità, essenzialità

- I. **tutte** le quote necessarie a identificare inequivocabilmente le **dimensioni** dell'oggetto e di tutte le sue porzioni devono essere riportate...nel TPD (disegno e/o modello CAD)
- II. **tutte** le quote che assicurano la **funzionalità** dell'oggetto, vanno obbligatoriamente scritte sul disegno; **non** si deve **ricavare** una quota **funzionale** da altre quote
- III. **le quote**, su di un disegno, vanno espresse in **millimetri**; e non si deve rilevare una dimensione dal disegno
- IV. ogni elemento sul disegno **non** deve essere **quotato più di una volta** e le quote inoltre non debbono essere in numero maggiore di quanto non sia strettamente necessario alla compiuta definizione dell'oggetto;

- V. gli **elementi contemplati dalla normativa** e definiti geometricamente in specifiche tabelle, come ad esempio viti, dadi, rosette, possono non essere quotati, ma debbono in ogni caso essere richiamati con la **specificata designazione** normalizzata (ad es. Dado UNI 5448 - A M8).



Nota 1.
Critério di completezza

Nota 2.
Critério di funzionalità

Nota 3.
Critério di essenzialità

(UNI 6757:21
sostituita da
UNI ISO 1174:90
sostituita da
UNI ISO 1174-1:12
UNI ISO 1174-2:99)

Principi di quotatura: concetto di riferimento (quote distance)

La quotatura fa emergere il **principio funzionale** dell'oggetto rappresentato.

Per le quote di posizione, gli elementi funzionali (**riferimenti e riferiti**) con le relative **dimensioni** che li **posizionano** sono tipicamente:

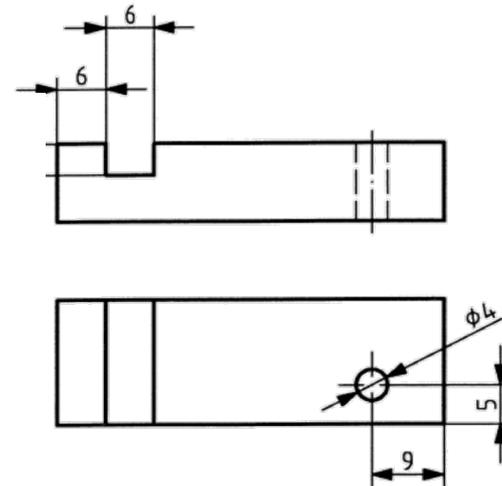
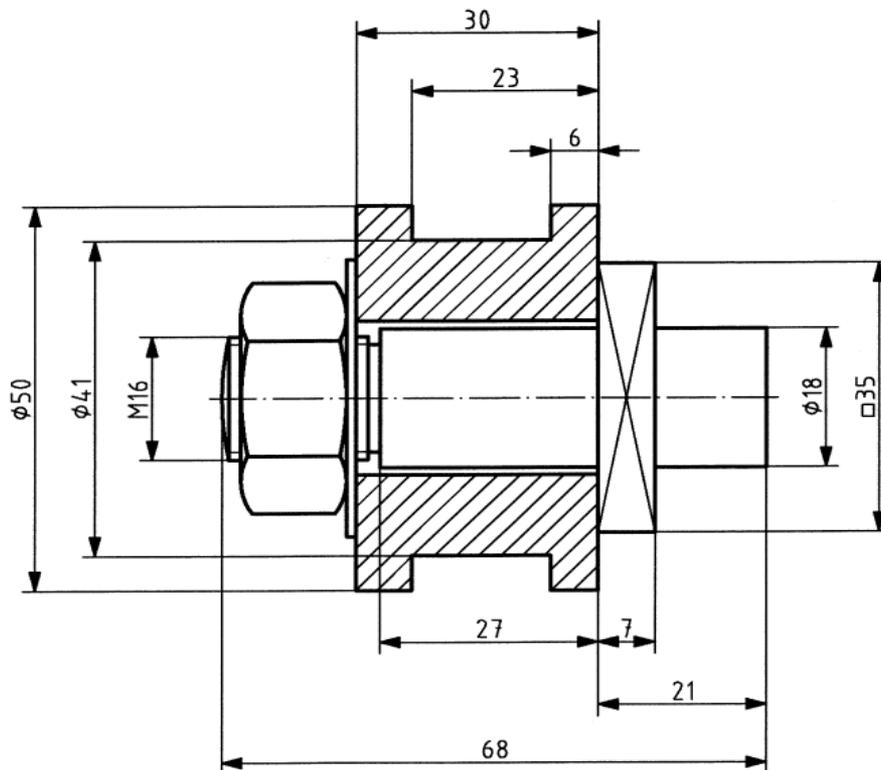
- **assi o piani di simmetria;**
- **centri di fori;**
- **punti di concorrenza di assi;**
- **superfici di contatto**
- **superfici lavorate esterne o di estremità;**
-

Principi di quotatura: posizione delle quote

Le quote vanno poste dove più chiaramente sono associabili agli elementi di cui debbono esprimere le dimensioni

Quote e viste nel disegno tecnico:

- in generale vanno messe nella vista che mostra più chiaramente l'elemento geometrico

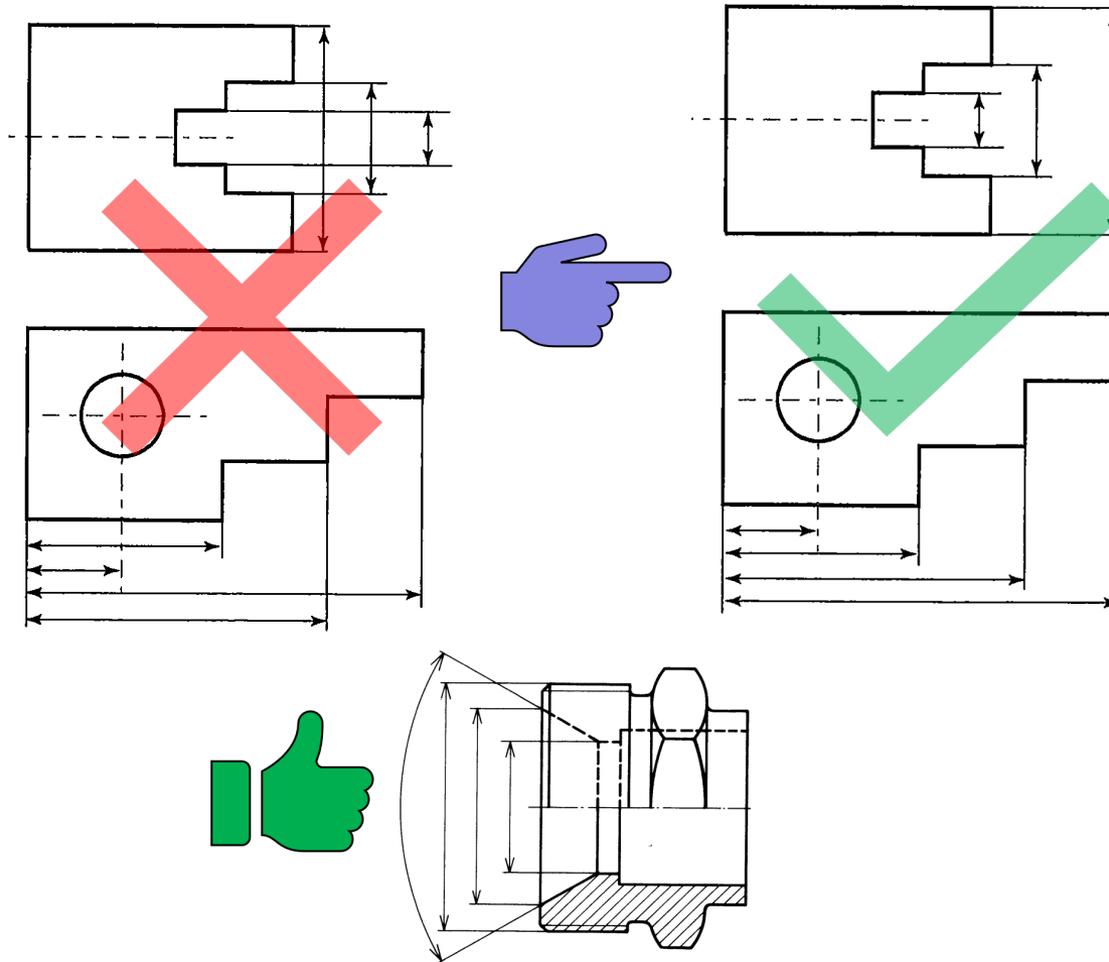


- quando siano presenti più oggetti nello stesso disegno, le quote vanno raggruppate a seconda dell'oggetto quotato

Nota.
*Riferibilità
geometrica*

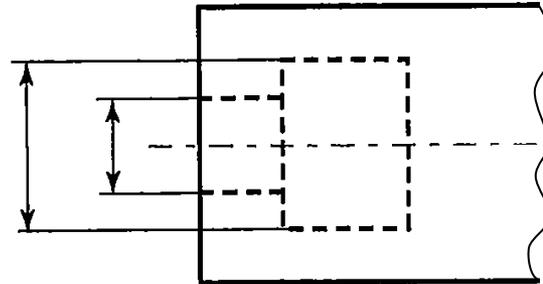
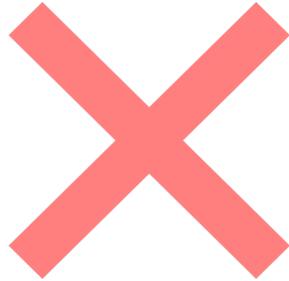
Principi di quotatura: posizione delle quote

Per evitare l'intersezione tra linee di misura e linee di riferimento, le linee di misura maggiori vanno disposte più lontane dal disegno di quelle minori.

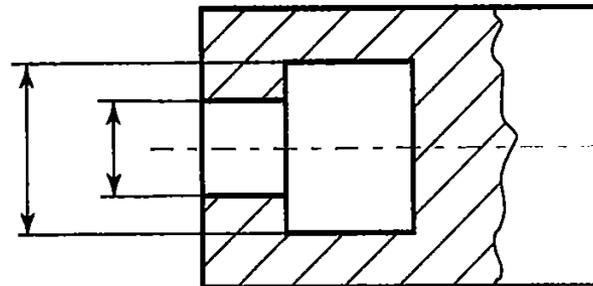


Principi di quotatura: posizione delle quote

In generale **non si quotano parti nascoste**



Se è necessario indicare la dimensione di un particolare nascosto, allora è opportuno eseguire un **taglio**

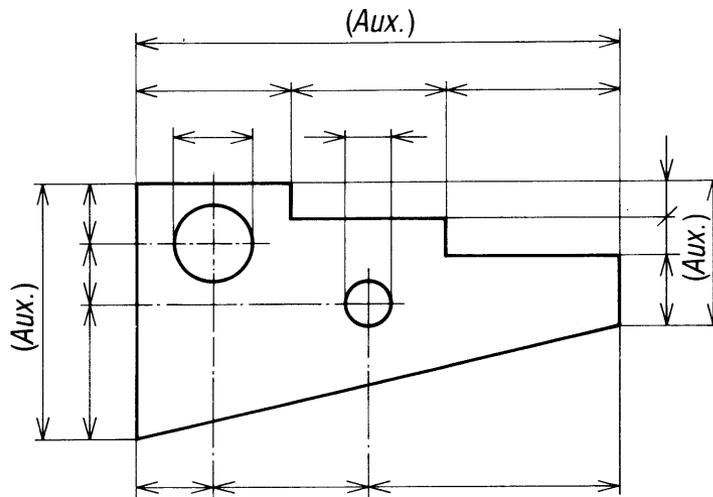
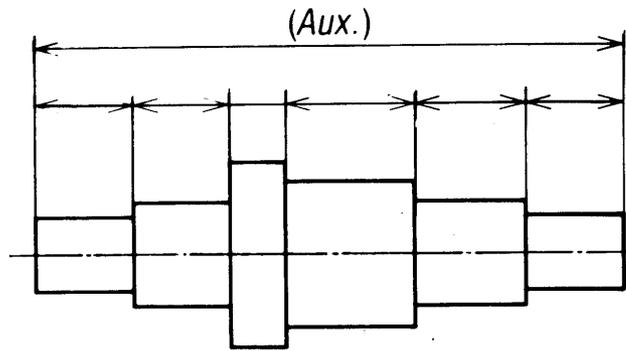
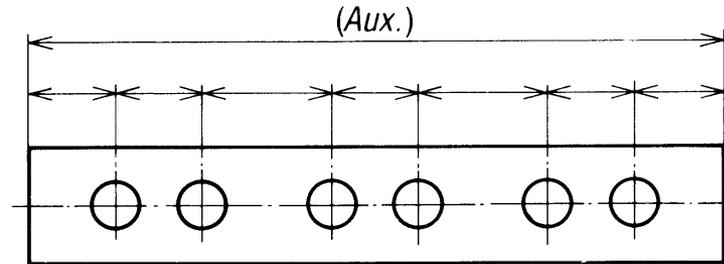


Sistemi di quotatura



Quotatura: sistemi di quotatura

**Quotatura in serie
(o in catena):**

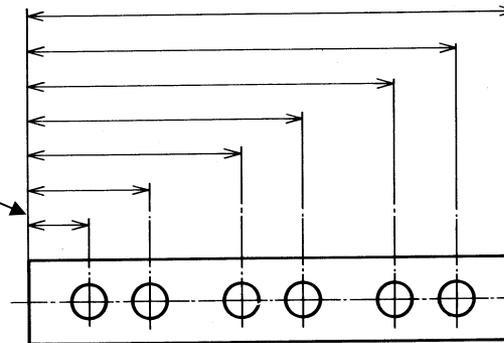


Evidenzia come
importante la
distanza tra elementi
successivi.

Quotatura: sistemi di quotatura

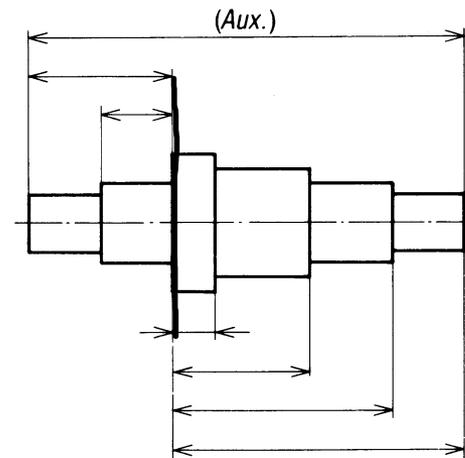
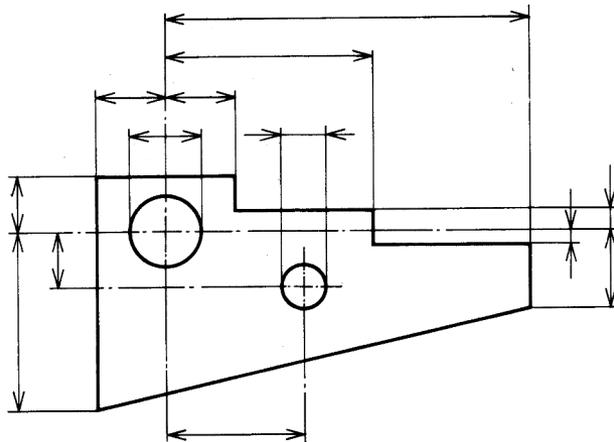
Quotatura in parallelo:

Linea di base



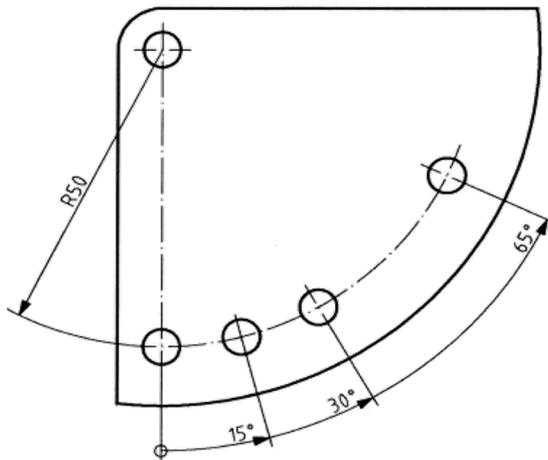
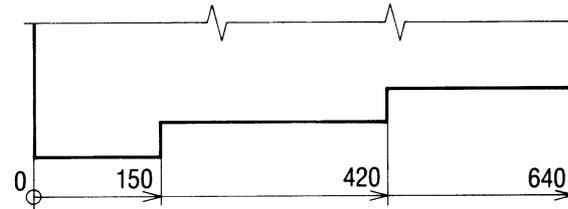
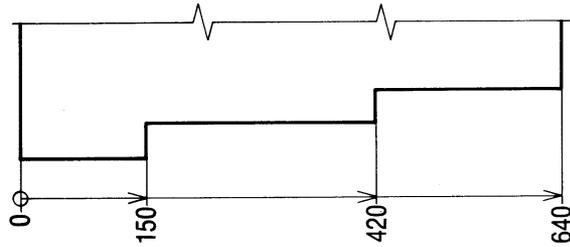
Evidenzia come importante la distanza degli elementi da un riferimento di base.

È ingombrante.

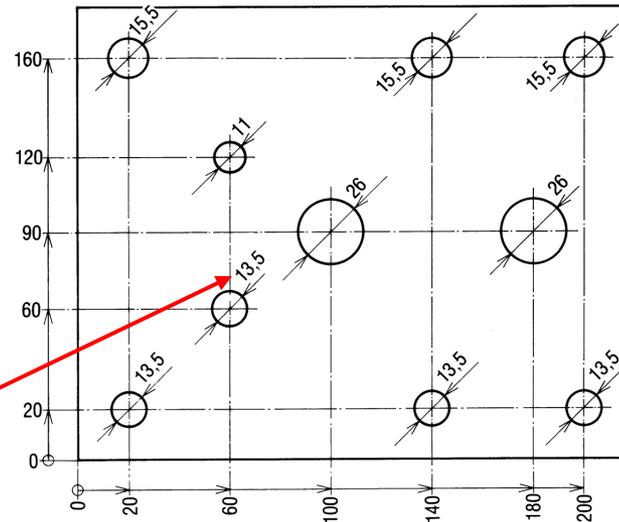


Quotatura: sistemi di quotatura

Quotatura a quote sovrapposte: equivale ad una quotatura in parallelo, ma compressa

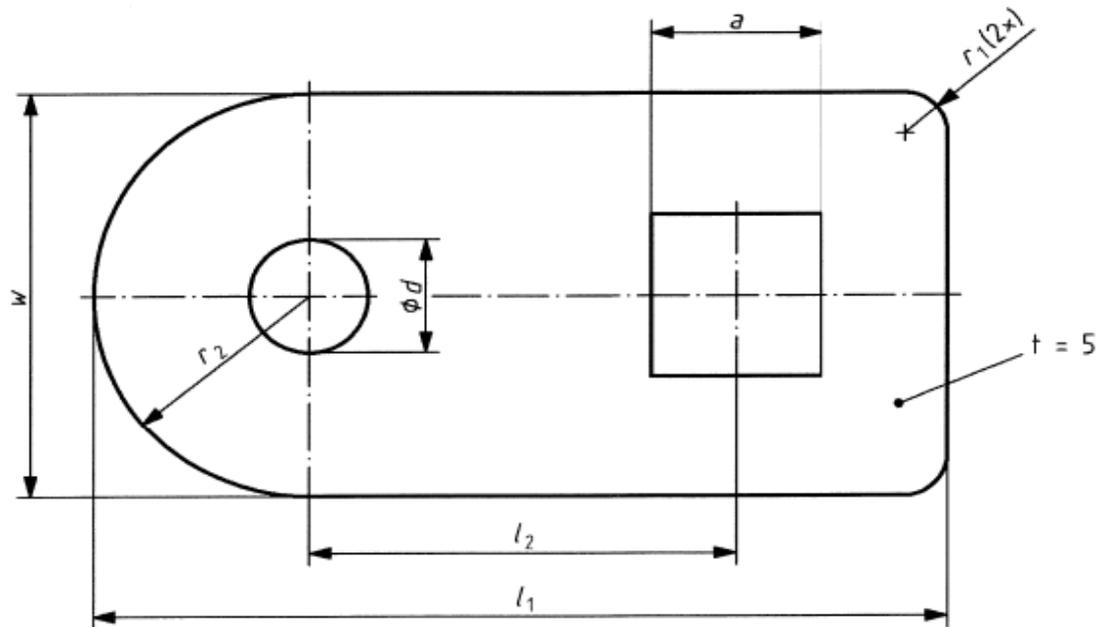


ISO 129-1: il simbolo di diametro ϕ è obbligatorio



Quotatura: quotatura parametrica

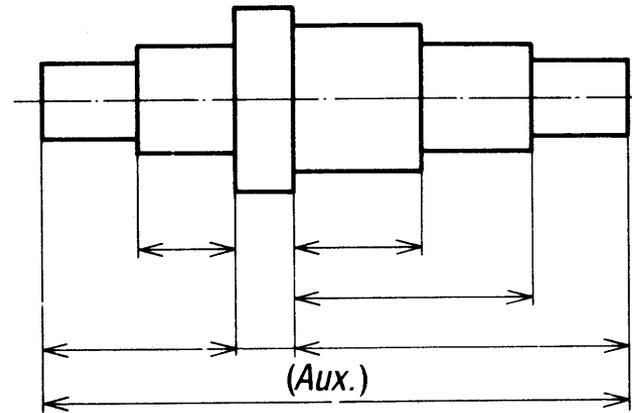
Valore della quota: lettere rappresentanti quote e quotatura tabulare



No.	a	d	l_1	l_2	r_1	r_2	w
1	□ 2	∅ 10	100	50	R6	(R16)	32
2	□ 6	∅ 16	120	64	R6	(R20)	40
3	□ 8	∅ 20	140	78	R8	(R24)	48

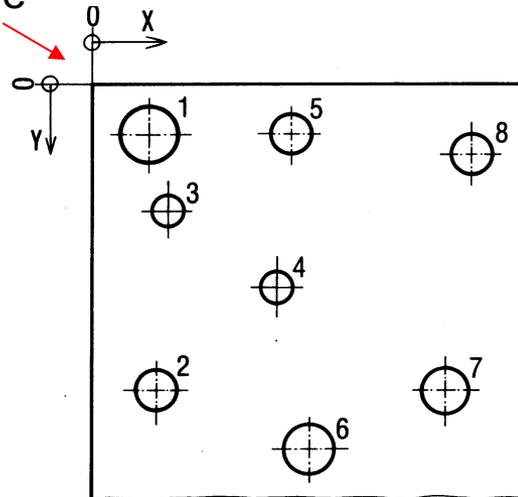
Quotatura combinata:

Un po' in serie e un po' in parallelo



Quotatura in coordinate:

origine

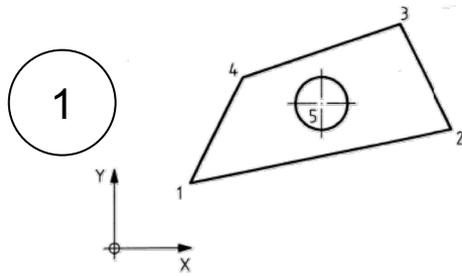


Sia coordinate cartesiane
che polari

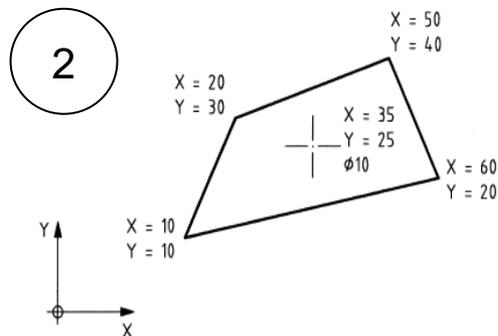
	1	2	3	4	5	6	7	8	
X	16	18	21	51	55	60	98	105	
Y	14	86	36	57	14	103	86	20	
∅	16	10,5	8,4	8,4	10,5	13	12	10,5	

Quotatura: sistemi di quotatura

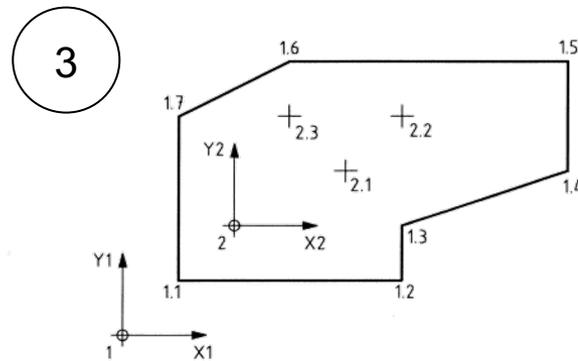
Quotatura in coordinate:



Position	X	Y	d
1	10	10	—
2	60	20	—
3	50	40	—
4	20	30	—
5	35	25	∅10



- 1) con tabella
- 2) con valori delle quote indicate nei vertici
- 3) con due sistemi di riferimento



Coordinate origin	Position	X1, X2	Y1, Y2	d ₁	d ₂
1	1	0	0	—	—
1	1.1	10	10	—	—
1	1.2	50	10	—	—
1	1.3	50	20	—	—
1	1.4	80	30	—	—
1	1.5	80	50	—	—
1	1.6	30	50	—	—
1	1.7	10	40	—	—
1	2	20	20	∅10	—
2	2.1	20	10	∅5	—
2	2.2	30	20	—	∅10
2	2.3	10	20	∅5	—

Elementi di quotatura

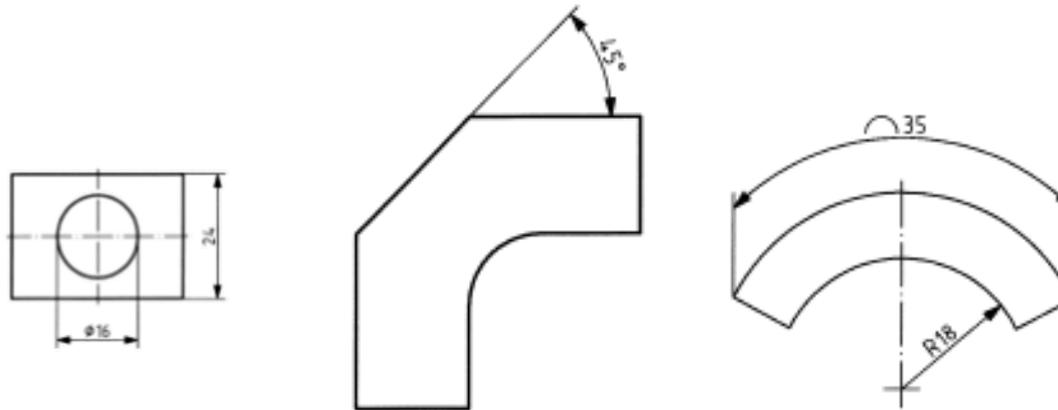


Quotatura: linee di misura

Le linee di misura (01.1):

- nel caso di dimensioni lineari vanno tracciate **parallele** alla dimensione alla quale si riferiscono;
- nel caso di dimensioni angolari o di dimensioni di archi vanno tracciate con un **arco**
- nel caso di raggi la linea di misura deve passare per il centro

Quando lo spazio è limitato le linee di misura possono essere estese e si può invertire la freccia



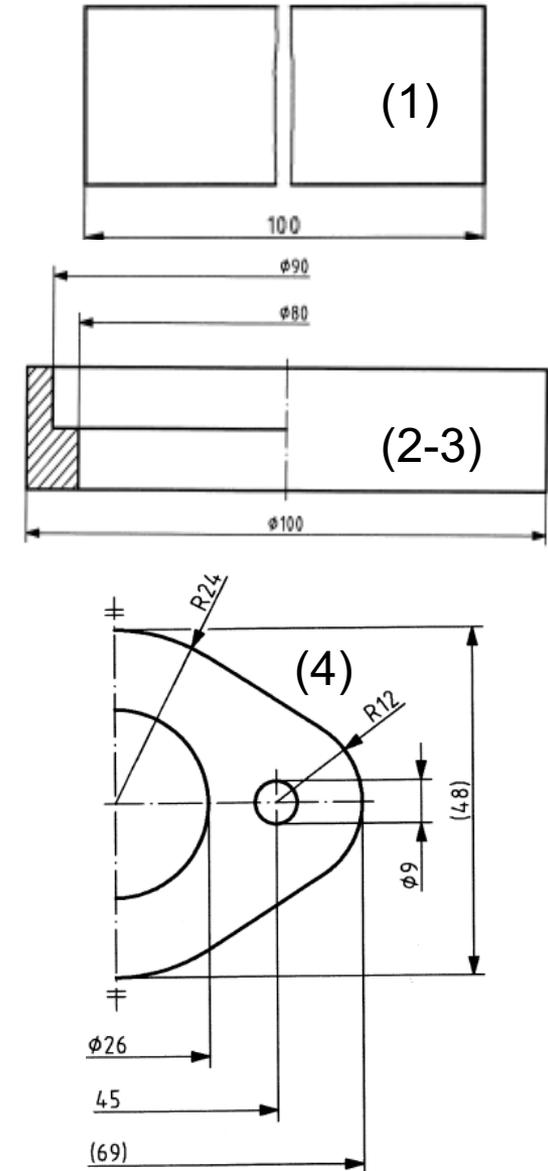
Quotatura: linee di misura

Le linee di misura (01.1):

- se l'oggetto è rappresentato con una vista interrotta la corrispondente linea di misura non va interrotta (1) e la quota è quella totale;
- la linea di misura può essere **non completa** nel caso
 - di diametri (2)
 - di oggetti rappresentati in semitaglio (3)
 - nella rappresentazione di oggetti simmetrici (4)
 - quando un riferimento della linea di misura sia fuori dal foglio e non ci sia bisogno di indicarlo
 - quando le quote siano riferite a un sistema di riferimento (quotatura in coordinate)

Le linee di misura non devono coincidere con:

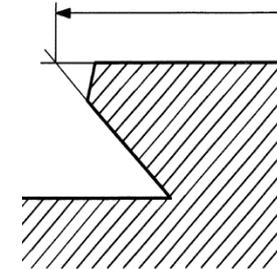
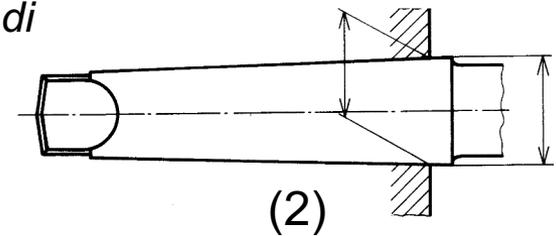
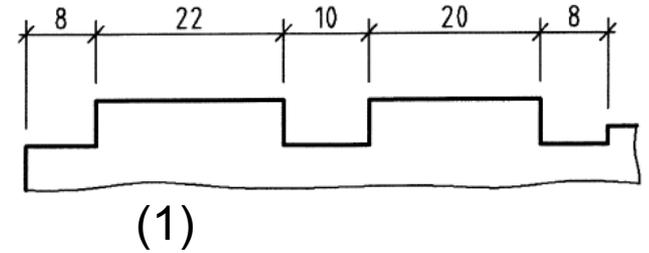
- assi
- linee di contorno
- linee di riferimento



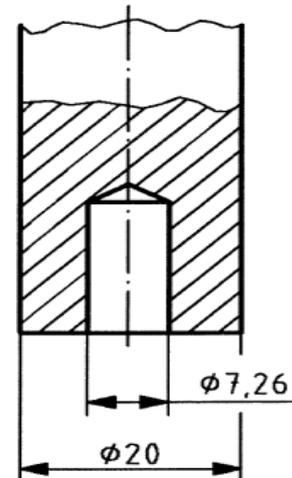
Quotatura: linee di riferimento

Le linee di riferimento (extension line) (01.1):

- **ortogonali** alla corrispondente quota
- **sporgono**, rispetto alla linea di misura, per circa otto volte lo spessore della linea
- è possibile lasciare un vuoto tra l'oggetto e la linea di riferimento pari a circa otto volte lo spessore della linea (1) (soprattutto in ambito "civile")
- se necessario per chiarezza le linee possono essere oblique, ma parallele tra loro (2)
- il prolungamento di contorni per la definizione di quote deve essere esteso circa otto volte oltre l'intersezione (3); in questo caso la linea di riferimento parte dall'intersezione
- possono essere interrotte se non c'è il rischio di ambiguità (4)



(3)

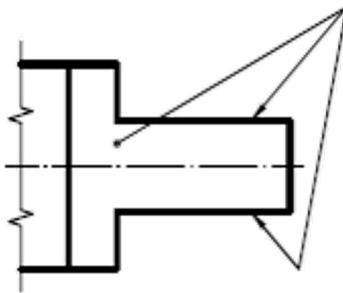
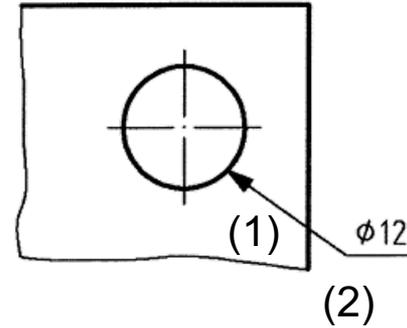


(4)

Quotatura: linee di richiamo

Linee di richiamo (linea tipo 01.1) :

- linea continua fine che collega in modo non ambiguo gli elementi di una rappresentazione grafica con istruzioni alfanumeriche aggiuntive (prescrizioni tecniche, quote...)
- inclinate rispetto alla rappresentazione principale (1)
- non parallele a linee adiacenti (tratteggi o altro)



3 tipi di terminale per la linea di richiamo:

- **punto** (su superficie)
- **freccia** (su contorno o spigolo)
- **niente** (su quota)

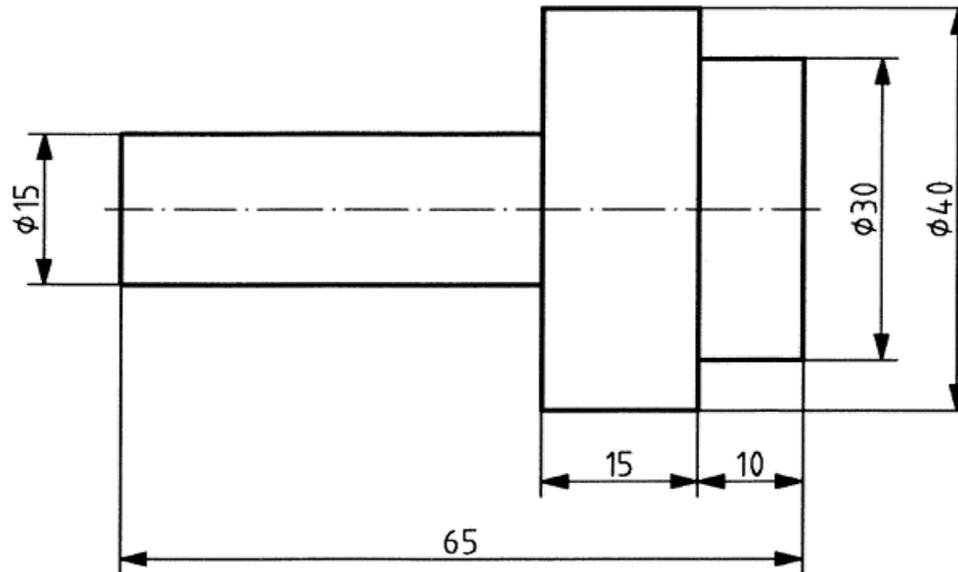
Linee di riferimento (reference line) (linea tipo 01.1) :

- linea continua fine, collegata orizzontalmente o verticalmente alla linea di richiamo, dove sono indicate le istruzioni aggiuntive (2)

Quotatura: valore della quota

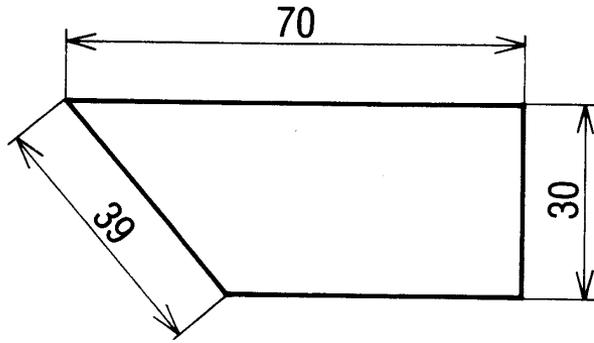
Valore della quota:

- Indicazione: carattere leggibile e riproducibile (consigliata scrittura tipo B verticale)
- Posizione: il valore della dimensione va posto parallelo alla linea di misura, circa a metà della stessa. Il valore della dimensione non deve essere intersecato o separato da altre linee



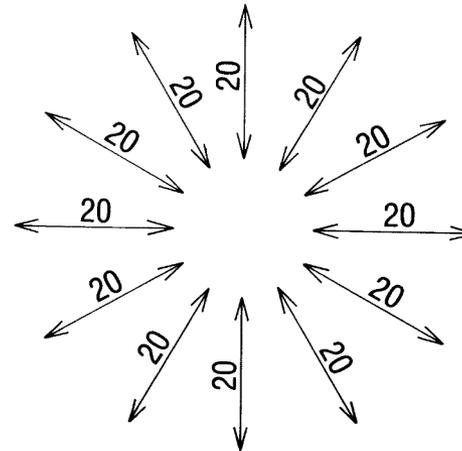
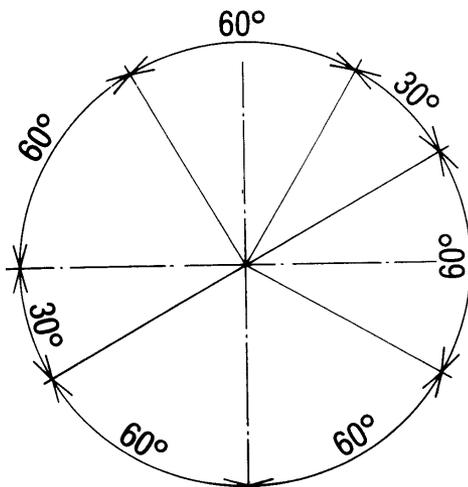
Quotatura: posizione della scrittura della quota

- Quota parallela alla linea di misura,
- Quota sopra o a sinistra della linea di misura
- Staccata da essa



Le quote oblique devono essere orientate come in figura

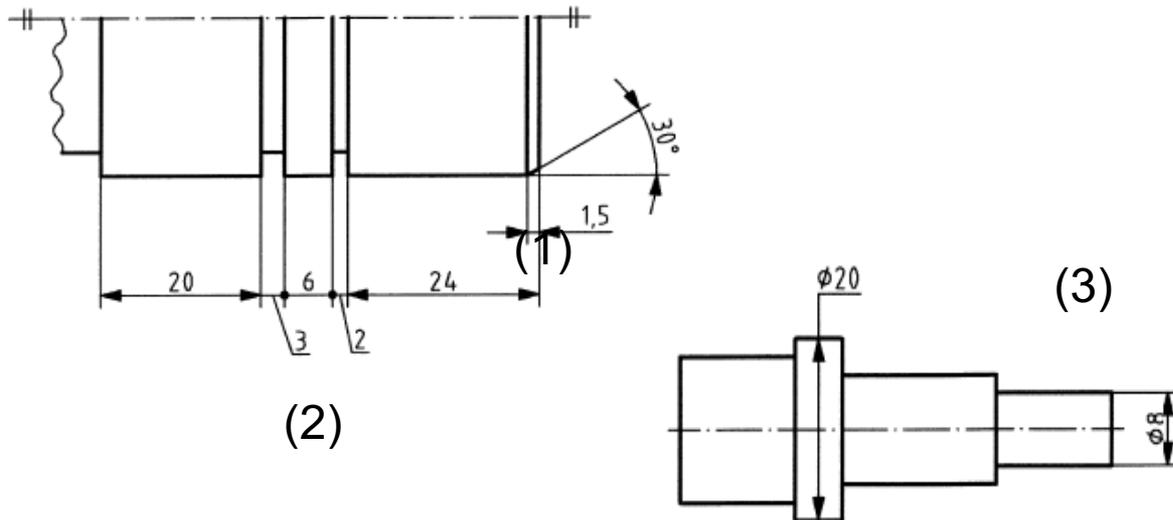
Quotatura di angoli:



Quotatura: valore della quota

Valore della quota:

- **Posizioni speciali del valore della quota**
 - sull'estensione della linea di misura (1);
 - impiegando una linea di richiamo (senza terminale, dato che va a finire sulla linea di misura) e una di riferimento (2);
 - su un'estensione orizzontale di una linea di misura (3);
 - vicino alla freccia nel caso di quote sovrapposte (vedi oltre per gli esempi);



Indicazioni di quote speciali
...segue...



Fine

