

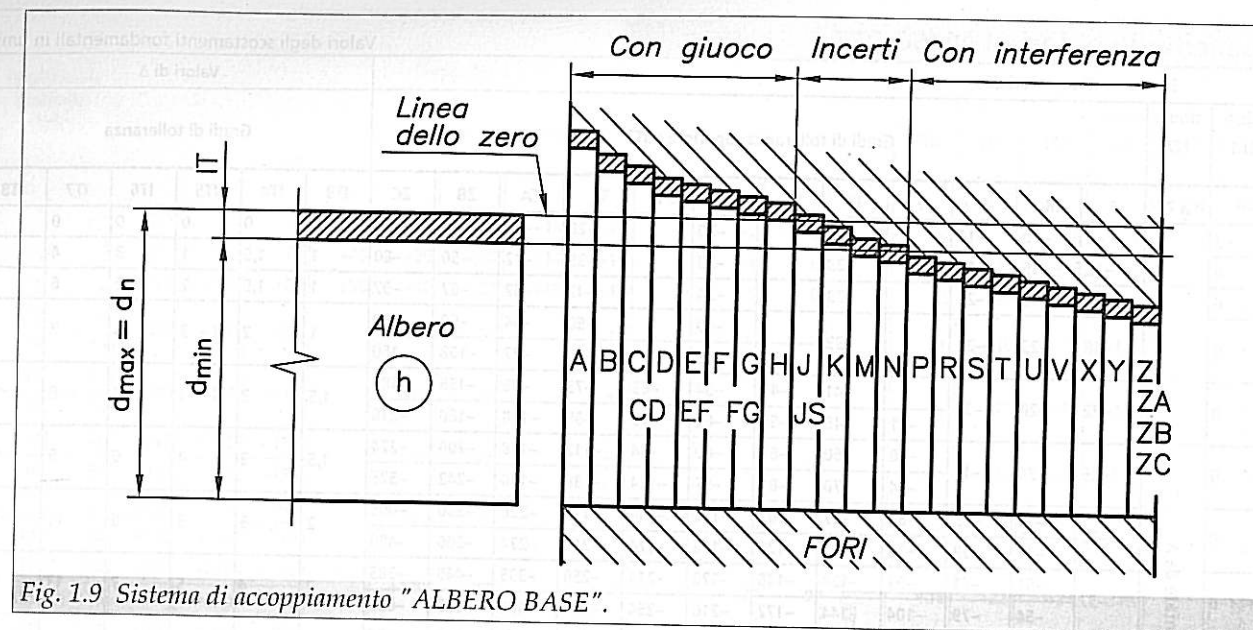


Fig. 1.9 Sistema di accoppiamento "ALBERO BASE".

A) Sistema di accoppiamento ALBERO BASE.

Insieme di accoppiamenti nel quale la dimensione massima dell'albero coincide sempre con la dimensione nominale (posizione h, es=0).

I diversi accoppiamenti si ottengono variando la posizione e il grado di tolleranza del foro (fig. 1.9). Questo sistema è adottato nella costruzione di trasmissioni, di apparecchi di sollevamento e nelle officine di meccanica generale, in particolar modo quando si usano alberi di acciaio trafilati, calibrati o

rettificati, messi in commercio già lavorati con posizione della tolleranza "h".

B) Sistema di accoppiamento FORO BASE.

Insieme di accoppiamenti nel quale la dimensione minima del foro coincide sempre con la dimensione nominale (posizione "H", EI=0).

I diversi accoppiamenti si ottengono variando la posizione e il grado di tolleranza dell'albero (fig. 1.10).

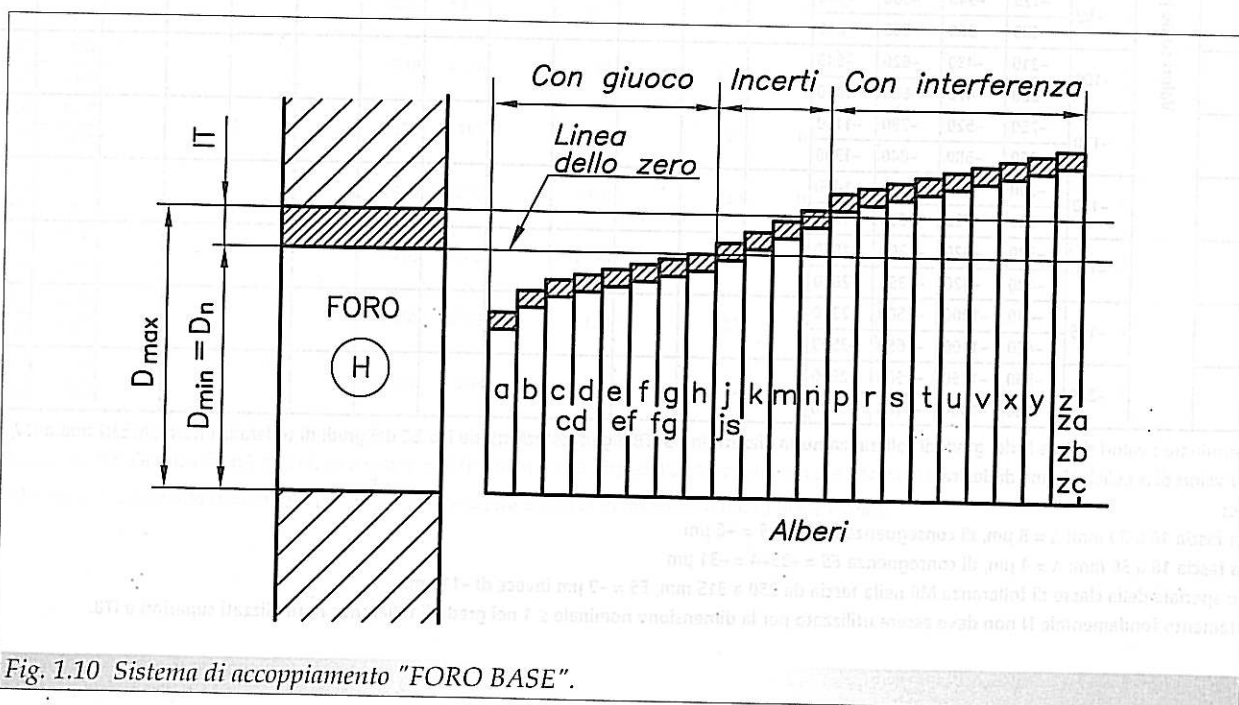


Fig. 1.10 Sistema di accoppiamento "FORO BASE".

Poiché questo sistema permette di ridurre gli alesatori per la finitura dei fori e i calibri di controllo, viene adottato di preferenza nell'industria automobilistica, nell'industria aeronautica e in generale nella costruzione di macchine utensili.

Accoppiamenti raccomandati

Con i sistemi di accoppiamento "albero base" e "foro base", si riducono già notevolmente le possibili combinazioni di posizioni e tolleranze, per la formazione degli accoppiamenti, che comunque rimangono, però, ancora troppo elevate.

Allo scopo di limitare ulteriormente gli utensili per la lavorazione e i calibri per il controllo, le tabelle UNI ISO presentano una serie di **accoppiamenti raccomandati**, da usare nella progettazione.

La tabella 1.8 riporta alcuni accoppiamenti di comune impiego, foro base e albero base, con le rispettive applicazioni.

Catene di tolleranze

Quando tutte le dimensioni sono in tolleranza gli scostamenti possono risultare concatenati tra loro.

In particolare:

- nella quotatura in serie ciascun scostamento (inferiore e superiore) risulta come somma algebrica degli scostamenti delle altre quote (fig. 1.11).
- nella quotatura in parallelo, a quote sovrapposte e per coordinate le tolleranze di ogni quota sono indipendenti dalle altre (fig. 1.12).

Nel caso di figura 1.12 la tolleranza attribuita alla distanza tra il foro (1) ed il foro (3) avrà:

$$D_{\min} = (24 - 0,2) - (10 + 0,1) = 13,7$$

$$D_{\max} = (24 + 0,2) - (10 - 0,1) = 14,3$$

Quota con tolleranza $14 \pm 0,3$

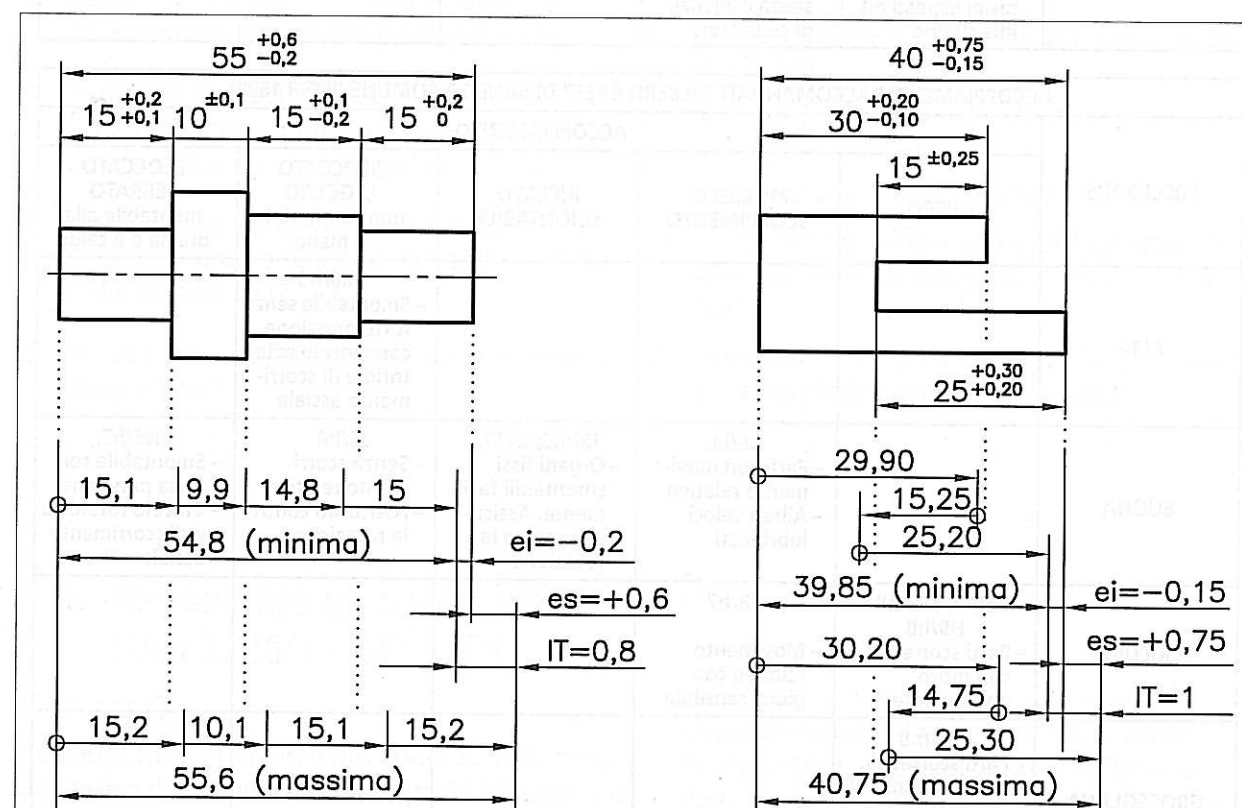


Fig. 1.11 Legame fra le tolleranze nella quotatura in serie.

TABELLA 1.8 - Accoppiamenti raccomandati

ACCOPIAMENTI RACCOMANDATI "FORO BASE" DI IMPIEGO COMUNE (ISO/R 1829)					
PRECISIONE	ACCOPIAMENTO				
	LIBERO	MOBILE DI SCORRIMENTO	INCERTO SMONTABILE	BLOCCATO LEGGERO non smontabile a mano	BLOCCATO SERRATO montabile alla pressa o a caldo
ALTA	H6/g5 - Parti rotanti lubrificate - Acc. bonificato rettificato	H6/h5 - Accoppiamento di centratura - Lubrificato internamente	H6/js5 - Parti reciproc. fisse. Sfilabile a mano con mazzetta	H6/n5 - Parti non bloccate assialmente - Vincolo torsionale con linguetta o scanalato	H6/p5 - Parti da considerarsi un sol pezzo
BUONA	H7/g6 - Accoppiamenti rotanti con buona centratura - Lubrificazione mediocre	H6/h6 - Alberi veloci poco caricati con mozzi di ruote	H7/j6 - Parti reciproca- mente fisse. Sfilabile a mano - Buona centratura	H7/n6 - Parti recipr. fisse senza linguetta o scanalato - Buona centratura	H7/r6 - Trasmissione con carichi assiali e torsionali senza linguette o scanalati
MEDIA	H7/f7 - Accoppiamenti rotanti veloci - Centratura imperfetta	H7/h6 - Centratura di scorrimento - Movim. altern. circol. e assiale - Comandi idraulici di precisione		H8/n8 - Ingranaggi di forza da smontare raramente, collegati con linguetta	
GROSSOLANA	H11/d11 - Macch. Agricole - Appar. sollevamento. Meccanismi esposti ad intemperie	H8/f8; H8/h8 - Accopp. rotanti in genere - Bassi carichi senza esigenze di centratura			

ACCOPIAMENTI RACCOMANDATI "ALBERO BASE" DI IMPIEGO COMUNE (ISO/R 1829)					
PRECISIONE	ACCOPIAMENTO				
	LIBERO	MOBILE DI SCORRIMENTO	INCERTO SMONTABILE	BLOCCATO LEGGERO non smontabile a mano	BLOCCATO SERRATO montabile alla pressa o a caldo
ALTA				M6/h6 - Smontabile senza forte pressione con vincolo rotatorio e di scorrimento assiale	
BUONA		H6/h6 - Parti con movimento relativo - Alberi veloci lubrificati	K6/h6; K7/h7 - Organi fissi smontabili facilmente. Assicurati contro la rotazione	J6/h6 - Senza scorrimento relativo - Assicurati contro la rotazione	N6/h7 - Smontabile con forte pressione - Vincolo rotatorio e di scorrimento assiale
MEDIA	E8/h7; F8/h8 H9/h8 - Parti scorrevoli, con gioco abbondante	F8/h7 - Movimento relativo con gioco sensibile			
GROSSOLANA	D10/h8 - Parti scorrevoli, gioco abbondante senza esigenze di precisione				

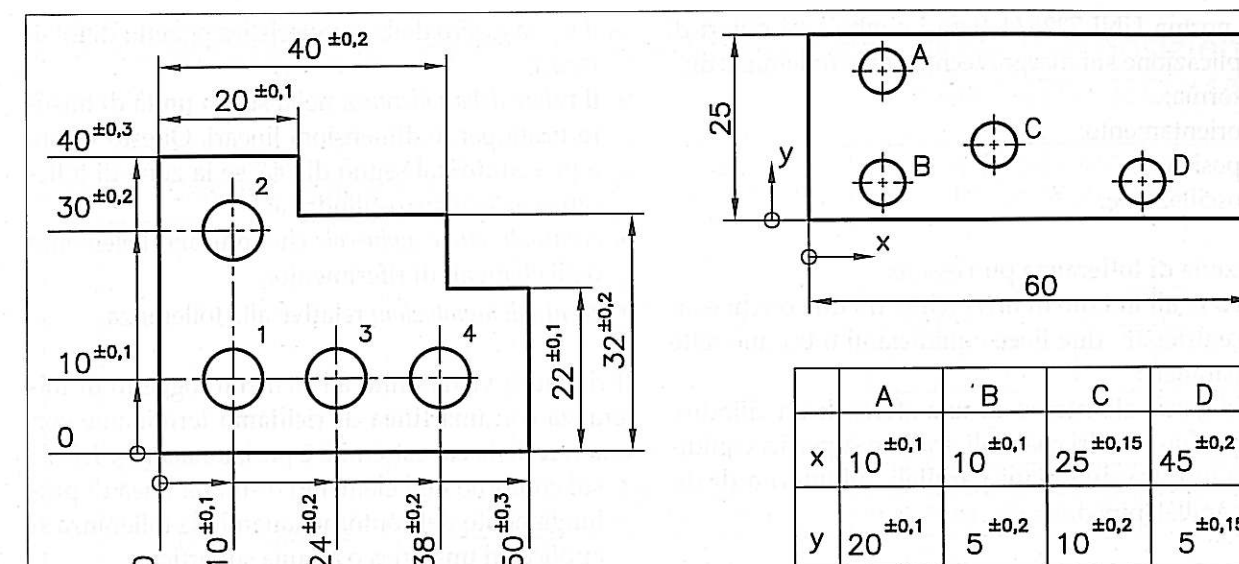


Fig. 1.12 Tolleranze nella quotatura in parallelo, a quote sovrapposte e per coordinate.

PUNTO DI CONTROLLO



- Come vengono designati gli accoppiamenti nel sistema ISO?
- Negli accoppiamenti precisi si lavorano più facilmente le dimensioni interne o esterne?
- A parità di accuratezza di lavorazione un albero con qualità di tolleranza IT6 si accoppia con un foro di qualità _____.
- Quali sistemi vengono utilizzati per ridurre l'elevato numero di accoppiamenti consentiti dal sistema ISO?
- In cosa consiste il sistema di accoppiamento Albero Base?
- Come si ottengono i diversi accoppiamenti nel sistema Albero Base?
- Dove è adottato il sistema Albero Base?
- In cosa consiste il sistema di accoppiamento Foro Base?
- Come si ottengono i diversi accoppiamenti nel sistema Foro Base?
- Dove è adottato il sistema Foro Base?
- Per quale motivo le tabelle UNI ISO presentano una serie di accoppiamenti raccomandati?
- Come risultano concatenate tra loro le tolleranze nei diversi sistemi di quotatura?

1.4. Tolleranze geometriche
(UNI 7226/1 - ISO 1101)

Generalità

Le tolleranze geometriche, come le tolleranze dimensionali, devono essere assegnate solo nei casi in cui siano indispensabili per il funzionamento, l'intercambiabilità e la fabbricazione dei prodotti.

La tolleranza geometrica applicata ad un elemento (punto, linea, superficie o piano di simmetria), definisce la zona all'interno della quale deve essere compreso l'elemento considerato.

La norma UNI 7226/1 fissa i simboli e i criteri di applicazione sui disegni tecnici delle tolleranze di:

- forma;
- orientamento;
- posizione;
- oscillazione.

La **zona di tolleranza** può essere:

- l'area all'interno di un cerchio, tra due cerchi concentrici, tra due linee equidistanti o tra due rette parallele;
- lo spazio all'interno di una sfera, di un cilindro, tra due cilindri coassiali, tra due superfici equidistanti, tra due piani paralleli, all'interno di un parallelepipedo.

Segni grafici ed indicazioni sui disegni

I **segni grafici fondamentali** per le caratteristiche oggetto di tolleranza, sono riportati nelle *tabelle 1.9*.

Le indicazioni delle tolleranze geometriche sui disegni, devono essere iscritte in un **riquadro rettangolare**, diviso in due o più caselle, contenenti nell'ordine (*fig. 1.13*):

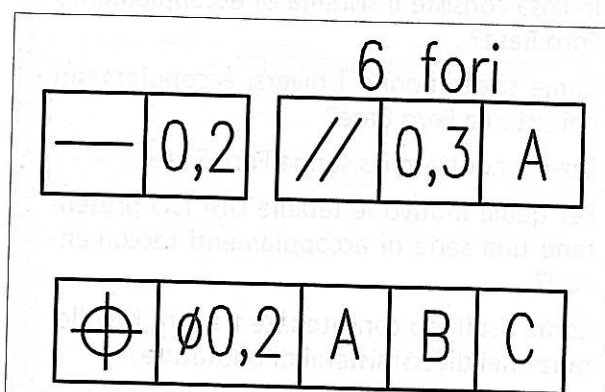


Fig. 1.13 Riquadro delle tolleranze.

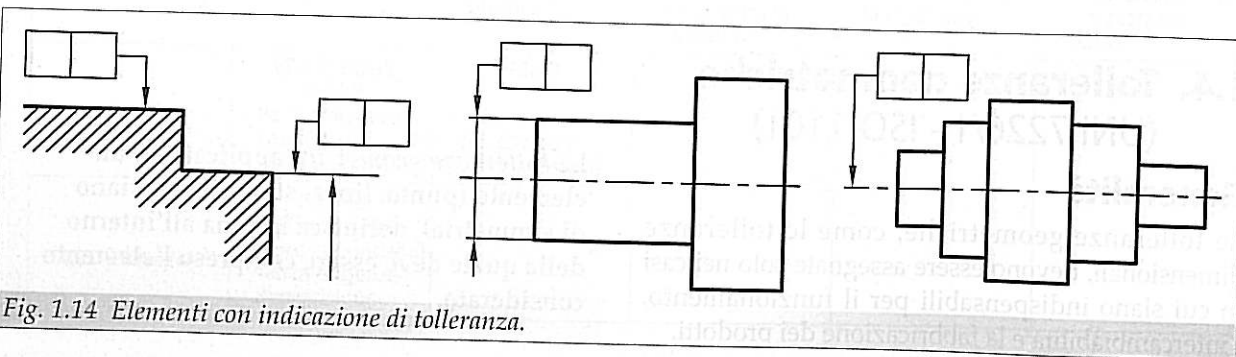


Fig. 1.14 Elementi con indicazione di tolleranza.

- il **segno grafico** della caratteristica oggetto di tolleranza;
- il **valore della tolleranza** nella stessa unità di misura usata per le dimensioni lineari. Questo valore è preceduto dal segno di "φ" se la zona di tolleranza è circolare o cilindrica;
- eventuali **lettere maiuscole** che indicano l'elemento o gli elementi di riferimento;
- eventuali **annotazioni** relative alla tolleranza.

Il riquadro viene unito all'elemento oggetto di tolleranza con una **linea di richiamo** terminante con una **freccia** la cui estremità è posizionata (*fig. 1.14*):

- sul contorno dell'elemento o su una linea di prolungamento del contorno, quando la tolleranza si applica ad una linea o ad una superficie;
- sul prolungamento della linea di misura, quando la tolleranza si applica all'asse o al piano mediano della parte quotata;
- sull'asse, quando la tolleranza si applica all'asse o al piano mediano di tutti gli elementi che hanno in comune quell'asse o quel piano.

Elementi di riferimento

L'elemento di riferimento è identificato con una **lettera maiuscola** inscritta in un riquadro, unita con una linea e un triangolo (indifferentemente nero o bianco) nelle seguenti posizioni (*fig. 1.15*):

- sulla linea di contorno dell'elemento o su un suo prolungamento, quando l'elemento di riferimento è la linea o la superficie stessa;
- sul prolungamento della linea di misura, quando l'elemento di riferimento è l'asse o il piano di simmetria (è ammesso sostituire una delle frecce della linea di misura con il triangolo di riferimento);
- sull'asse o sul piano mediano, quando l'elemento di riferimento è l'asse o il piano mediano comune a due o più elementi.

TABELLA 1.9/1 - Tolleranze geometriche di forma e di posizione
UNI 7226 - ISO 1101

ELEM. TOLL.	CARATTERISTICA	SEGNO GRAFICO	ZONA DI TOLLERANZA	INDICAZIONE ED INTERPRETAZIONE
ELEMENTI SINGOLI	RETTILINEITA'			
			Zona compresa fra due rette parallele distanti t.	Ogni linea, o ogni generatrice del cilindro, deve essere compresa nella zona di tolleranza.
	PLANARITA'			
			Volume del parallelepipedo di sezione t1x2 o del cilindro di øt3.	L'asse della barra o del cilindro deve essere compreso nella zona di tolleranza.
TOLLERANZE DI FORMA	CIRCULARITA'			
	CILINDRICITA'			

TABELLA 1.9/2 - Tolleranze geometriche di forma e di posizione

UNI 7226 - ISO 1101

ELEM. TOLL.	CARATTERISTICA	SEGNO GRAFICO	ZONA DI TOLLERANZA	INDICAZIONE ED INTERPRETAZIONE
ELEMENTI SINGOLI O ASSOCIATI	TOLLERANZE DI FORMA		LINEA QUALUNQUE Zona limitata dalle due linee di inviluppo dei cerchi di diametro t con i centri sulla linea corretta.	In ogni sezione parallela al piano di proiezione il profilo deve essere compreso nella zona di tolleranza.
			SUPERFICIE QUALUNQUE Spazio compreso tra le due superfici di inviluppo delle sfere di ϕt con centro sulla superficie corretta.	La superficie considerata deve essere compresa entro la zona di tolleranza.
ELEMENTI ASSOCIATI	TOLLERANZE DI ORIENTAMENTO	● PARALLELISMO	—Linea rispetto ad una retta. Zona limitata da due rette parallele distanti t_1 o t_2 e parallele alla retta di riferimento, in un solo piano.	L'asse con tolleranza deve essere compreso nella zona di tolleranza.
			—Linea rispetto ad una retta. Zona limitata da un parallelepipedo di sezione $t_1 \times t_2$, o da un cilindro di diametro ϕt.	L'asse con tolleranza deve essere compreso nella zona di tolleranza.
			—Linea rispetto ad una superficie. Spazio limitato da due piani distanti t e paralleli alla superficie di riferimento.	L'asse del foro deve essere compreso nella zona di tolleranza.

TABELLA 1.9/3 - Tolleranze geometriche di forma e di posizione

UNI 7226 - ISO 1101

ELEM. TOLL.	CARATTERISTICA	SEGNO GRAFICO	ZONA DI TOLLERANZA	INDICAZIONE ED INTERPRETAZIONE
ELEMENTI ASSOCIATI	TOLLERANZE DI ORIENTAMENTO	● PARALLELISMO	—Superficie rispetto ad una retta. Zona compresa tra due piani paralleli distanti t e paralleli alla retta di riferimento.	La superficie deve essere compresa nella zona di tolleranza.
			—Superficie rispetto ad una superficie. Zona limitata da due piani paralleli distanti t e paralleli alla superficie di riferimento.	Tutta la superficie (oppure tutti i punti presi in una posizione qualsiasi per una lunghezza di 100 mm) deve stare (devono stare) nella zona di tolleranza.
ELEMENTI ASSOCIATI	TOLLERANZE DI ORIENTAMENTO	● PERPENDICOLARITÀ	—Linea rispetto ad una retta. Zona limitata da due rette distanti t e perpendicolari alla retta di riferimento.	L'asse del foro deve essere compreso nella zona di tolleranza.
			—Linea rispetto a una superficie. Zona delimitata da un parallelepipedo (cilindro) perpendicolare al piano di riferimento. (N.B. assegnando solo t la zona è piana).	L'asse del cilindro deve essere compreso nella zona di tolleranza.
			—Superficie rispetto ad una retta o ad una superficie. Zona limitata da due piani distanti t e perpendicolari alla retta o alla superficie di riferimento.	La superficie deve essere compresa nella zona di tolleranza.

TABELLA 1.9/4 - Tolleranze geometriche di forma e di posizione
UNI 7226 - ISO 1101

ELEM. TOLL.	CARATTERISTICA	SEGNO GRAFICO	ZONA DI TOLLERANZA	INDICAZIONE ED INTERPRETAZIONE
ELEMENTI ASSOCIATI	TOLLERANZE DI ORIENTAMENTO		INCLINAZIONE —Linea rispetto ad una retta o ad una superficie. Zona limitata da due rette distanti t e inclinate di α rispetto alla linea o alla superficie di riferimento. —Superficie rispetto ad una retta o ad una superficie. Zona limitata da due piani paralleli distanti t e inclinati di α rispetto alla linea o alla superficie di riferimento.	L'asse del foro inclinato deve essere compreso nella zona di tolleranza. La superficie inclinata deve essere compresa nella zona di tolleranza.
	TOLLERANZE DI POSIZIONE		LOCALIZZAZIONE —Localizzazione di un punto. Zona limitata da un cerchio di diametro t il cui centro è nella posizione teorica esatta. —Localizzazione di una linea. Zona limitata da: a) due rette parallele distanti t e simmetriche rispetto alla posizione teorica; b) un parallelepipedo di sezione $t_1 \times t_2$ con l'asse nella posizione teorica; c) un cilindro di diametro t_3 con l'asse nella posizione teorica.	Il punto reale deve essere compreso nella zona di tolleranza. Le linee e gli assi dei fori devono essere compresi nella zona di tolleranza.

TABELLA 1.9/5 - Tolleranze geometriche di forma e di posizione
UNI 7226 - ISO 1101

ELEM. TOLL.	CARATTERISTICA	SEGNO GRAFICO	ZONA DI TOLLERANZA	INDICAZIONE ED INTERPRETAZIONE
ELEMENTI ASSOCIATI	TOLLERANZE DI POSIZIONE		LOCALIZZAZIONE —Localizzazione di una superficie. Zona limitata da due piani paralleli distanti t e simmetrici rispetto alla posizione teorica. —Concentricità di un punto. Zona limitata da un cerchio di diametro t con centro nella posizione teorica del punto. —Coassialità di un asse. Zona limitata da un cilindro di diametro t avente l'asse coincidente con l'asse di riferimento.	La superficie inclinata deve essere compresa nella zona di tolleranza. Il centro del cerchio con tolleranza deve essere compreso nella zona di tolleranza. L'asse del cilindro con tolleranza deve essere compreso nella zona di tolleranza.
	SIMMETRIA		—Simmetria di un piano mediano. Zona limitata da due piani paralleli distanti t e simmetrici rispetto al piano o all'asse di riferimento. —Simmetria di una linea o di un asse. Zona limitata da due rette parallele distanti t o da un parallelepipedo di sezione $t_1 \times t_2$ il cui asse coincide con l'asse di riferimento.	Il piano mediano della scanalatura deve essere compreso nella zona di tolleranza. L'asse del foro deve essere compreso nella zona di tolleranza.

TABELLA 1.9/6 - Tolleranze geometriche di forma e di posizione
UNI 7226 - ISO 1101

ELEM. TOLL.	CARATTERISTICA	SEGNO GRAFICO	ZONA DI TOLLERANZA	INDICAZIONE ED INTERPRETAZIONE
ELEMENTI ASSOCIATI TOLLERANZE DI OSCILLAZIONE	OSCILLAZIONE CIRCOLARE		—Oscillazione circolare radiale. superficie in tolleranza Zona limitata in ogni piano di misura da due cerchi concentrici distanti t e con centro sull'asse di riferimento.	$\sqrt{t}$ A-B L'oscillazione radiale non deve essere maggiore di t in ogni piano di misura durante una rotazione completa attorno all'asse di riferimento A-B.
			—Oscillazione circolare assiale. cilindro di misura Zona limitata, per ogni posizione radiale, da due circonferenze distanti t giacenti sul cilindro di misura avente per asse l'asse di riferimento.	$\sqrt{t}$ E L'oscillazione assiale non deve essere superiore di t su ogni posizione di misura durante una rotazione completa attorno all'asse di riferimento E.
			—Oscillazione in tutte le direzioni. cono di misura Zona limitata su ogni cono di misura, avente per asse l'asse di riferimento, da due cerchi distanti t. La direzione di misura è perpendicolare alla superficie.	$\sqrt{t}$ A $\sqrt{t}$ B L'oscillazione su ogni cono di misura o nella direzione prescritta, per una rotazione completa attorno all'asse di riferimento, deve essere inferiore a t.
	OSCILLAZIONE TOTALE		—Oscillazione totale radiale. t Zona limitata da due cilindri coassiali distanti t i cui assi coincidono con l'asse di riferimento.	$\sqrt{t}$ A-B L'oscillazione totale non deve essere maggiore di t durante più rotazioni attorno all'asse A-B, con spostamento assiale dello strumento di misura.
			—Oscillazione totale assiale. t Zona limitata da due piani paralleli distanti t e perpendicolari all'asse di riferimento.	$\sqrt{t}$ C L'oscillazione non deve essere maggiore di t in qualsiasi punto della superficie durante più rotazioni attorno all'asse di riferimento e con spostamento radiale dello strumento di misura.

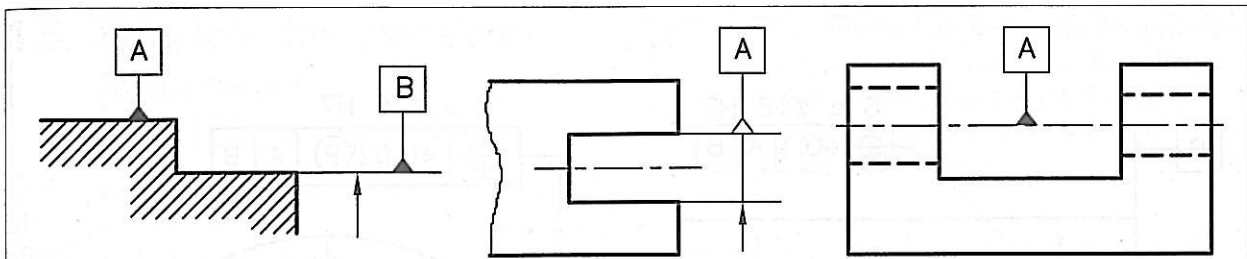


Fig. 1.15 Identificazione degli elementi di riferimento.

La lettera di riferimento viene omessa quando il riquadro può essere unito direttamente all'elemento di riferimento, mediante linea di richiamo e relativo triangolo (fig. 1.16).

Prescrizioni restrittive

Qualora la tolleranza prescritta non si applichi a tutto l'elemento ma ad una sua parte, la lunghezza di questa deve essere aggiunta al valore della tolleranza, separata da un tratto obliquo, o quotata sul pezzo (fig. 1.17).

Segni grafici complementari

a - Se per un elemento sono prescritte tolleranze di localizzazione, di forma qualunque o di inclinazione, le dimensioni che determinano la sua posizione, il profilo o l'inclinazione non devono essere oggetto di tolleranza dimensionale perché considerate **dimensioni teoricamente esatte**.

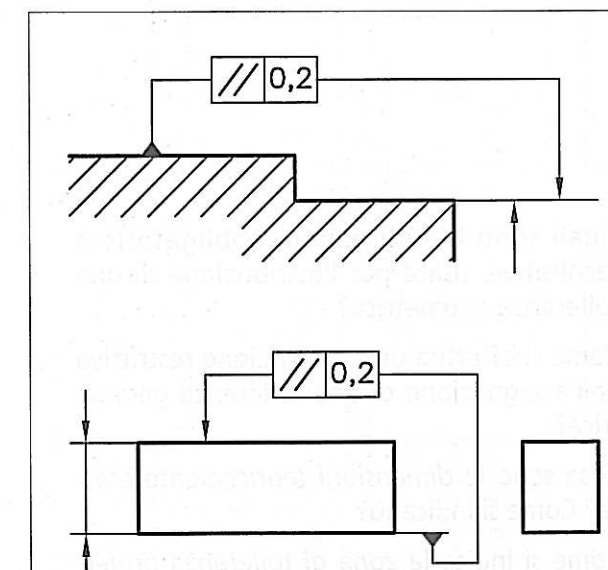


Fig. 1.16 Assegnazione di tolleranze geometriche.

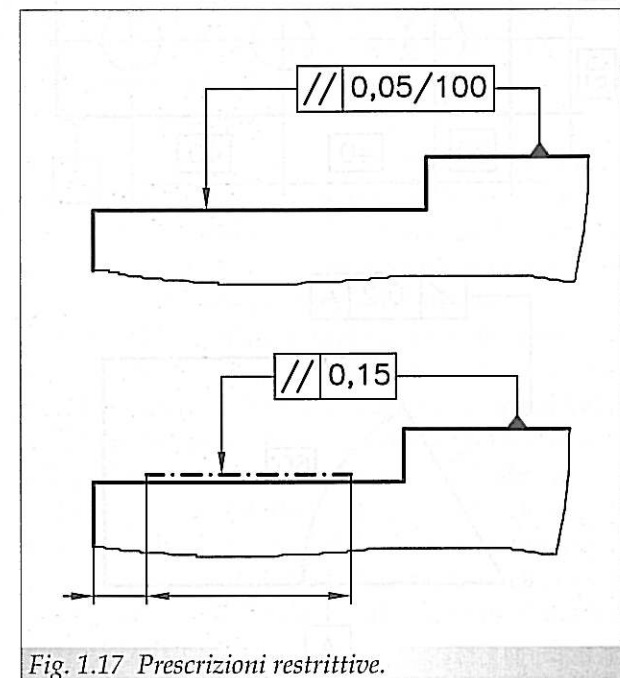


Fig. 1.17 Prescrizioni restrittive.

Queste quote sono indicate in un riquadro, mentre le dimensioni effettive corrispondenti sono limitate solamente dalle tolleranze geometriche prescritte (fig. 1.18).

b - Le tolleranze di orientamento e di posizione, alcune volte possono non essere prescritte sull'elemento stesso, ma sulla sua proiezione esterna. Può verificarsi questa esigenza quando un pezzo deve essere flangiato con precisione mediante viti e spine su una parete di spessore noto. La zona di tolleranza proiettata sarà indicata con il simbolo $\textcircled{P}$ (fig. 1.19).

Nelle tabelle 1.9 vengono riportati i segni grafici fondamentali per le caratteristiche oggetto di tolleranza, la definizione delle corrispondenti zone di tolleranza e le indicazioni ed interpretazioni relative.

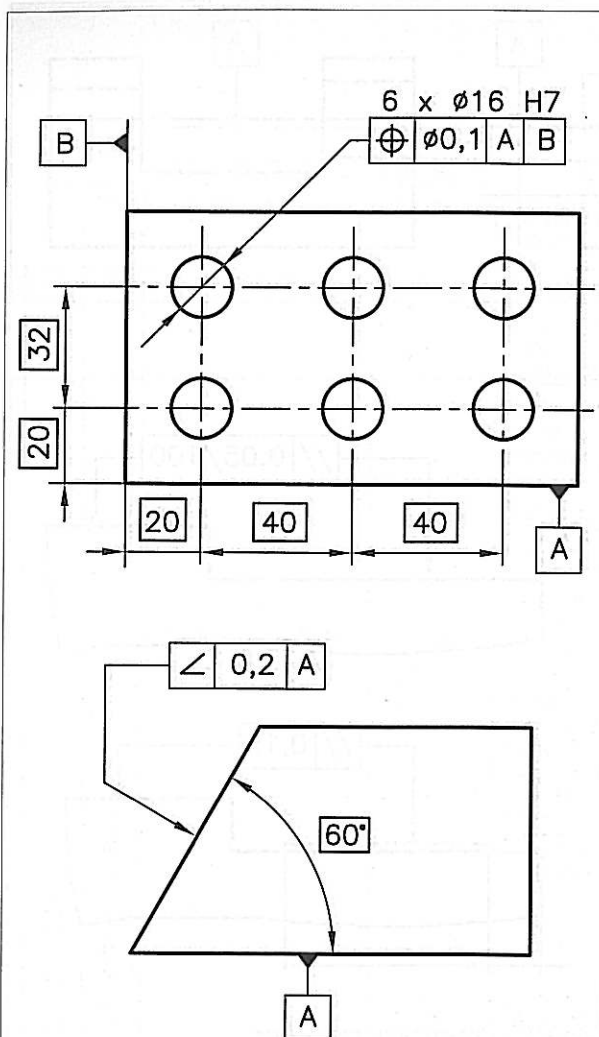


Fig. 1.18 Dimensioni teoricamente esatte.

PUNTO DI CONTROLLO



- 1 Cosa definisce una *tolleranza geometrica* applicata ad un punto, ad una linea, ad una superficie o ad un piano?
- 2 Quali caratteristiche geometriche sono oggetto di tolleranza?
- 3 Quali sono i *segni grafici* che esprimono sui disegni le caratteristiche geometriche oggetto di tolleranza?
- 4 Come si identificano gli elementi di riferimento?
- 5 Quali sono le indicazioni, obbligatorie e facoltative, usate per l'attribuzione di una tolleranza geometrica?
- 6 Come si effettua una prescrizione restrittiva nell'assegnazione di una tolleranza geometrica?
- 7 Cosa sono le *dimensioni teoricamente esatte*? Come si indicano?
- 8 Come si indica la *zona di tolleranza proiettata*?

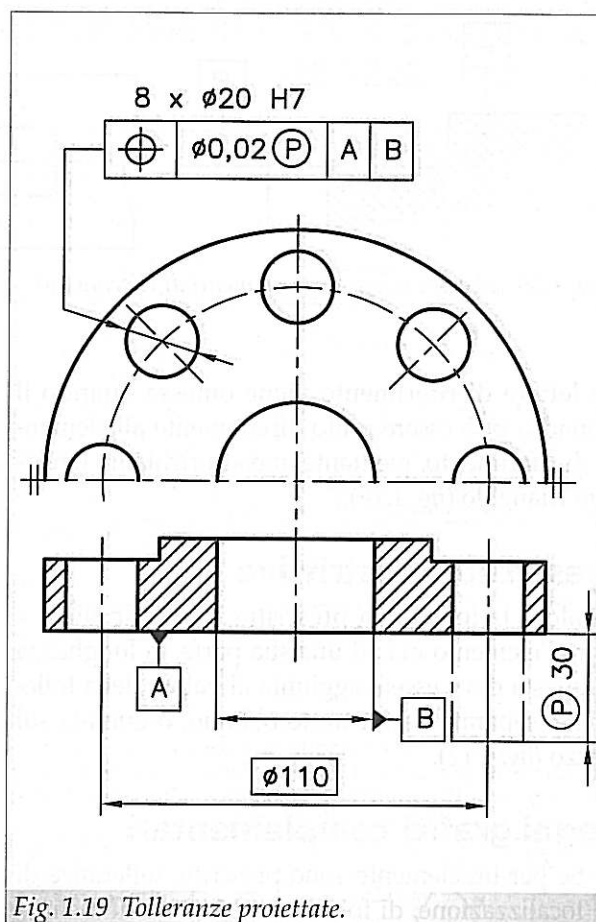


Fig. 1.19 Tolleranze proiettate.

1.5. Principio del massimo materiale (UNI 7226/2 - ISO 2692)

Le caratteristiche di accoppiamento degli elementi dipendono dall'effetto congiunto delle dimensioni effettive e degli errori di forma e di posizione degli elementi stessi. In particolare, il giuoco minimo di un accoppiamento si verifica quando gli elementi da accoppiare sono entrambi all'esterno della zona di tolleranza corrispondente al **massimo materiale** (dimensione massima dell'albero o elemento pieno e minima del foro o elemento cavo) e contemporaneamente gli errori di forma e di posizione presentano i massimi valori consentiti.

Il giuoco dell'accoppiamento cresce quando le dimensioni effettive degli elementi da accoppiare si scostano dai limiti di massimo materiale e se gli errori di forma e di posizione non raggiungono i valori massimi consentiti.

Da queste considerazioni si desume che se le dimensioni effettive degli elementi da accoppiare non raggiungono i valori corrispondenti alla condizione di massimo materiale, le tolleranze di forma o di posizione possono venire superate senza compromettere la possibilità di accoppiamento.

La figura 1.20 illustra l'applicazione del principio del *massimo materiale alla rettilineità*. La tolleranza prevista di 0,01 può ammontare a 0,03 quando l'albero si trova al limite inferiore della tolleranza dimensionale ossia a 9,98 mm.

Il simbolo **(M)** indica che la tolleranza a cui è riferito è stata fissata in base al principio del massimo materiale e che le tolleranze di forma o di posizione previste, possono venire incrementate di un valore pari alla differenza tra la dimensione di massimo materiale e la dimensione effettiva.

L'aumento delle tolleranze previste è consentito solo quando la dimensione effettiva non raggiunge il valore corrispondente alle condizioni di massimo materiale e in ogni caso tale aumento non deve mai superare l'ammontare della tolleranza stessa.

La figura 1.21 illustra l'applicazione del principio del *massimo materiale alla perpendicolarità*. La tolleranza assegnata di 0,04 può aumentare fino al valore di 0,06 quando il perno si trova al limite inferiore della tolleranza dimensionale ossia a 15,98 mm.

Se la tolleranza di forma o di posizione viene prescritta per un elemento dotato di riferimento, per il quale è indicata una tolleranza dimensionale, è possibile applicare il principio di massimo materiale

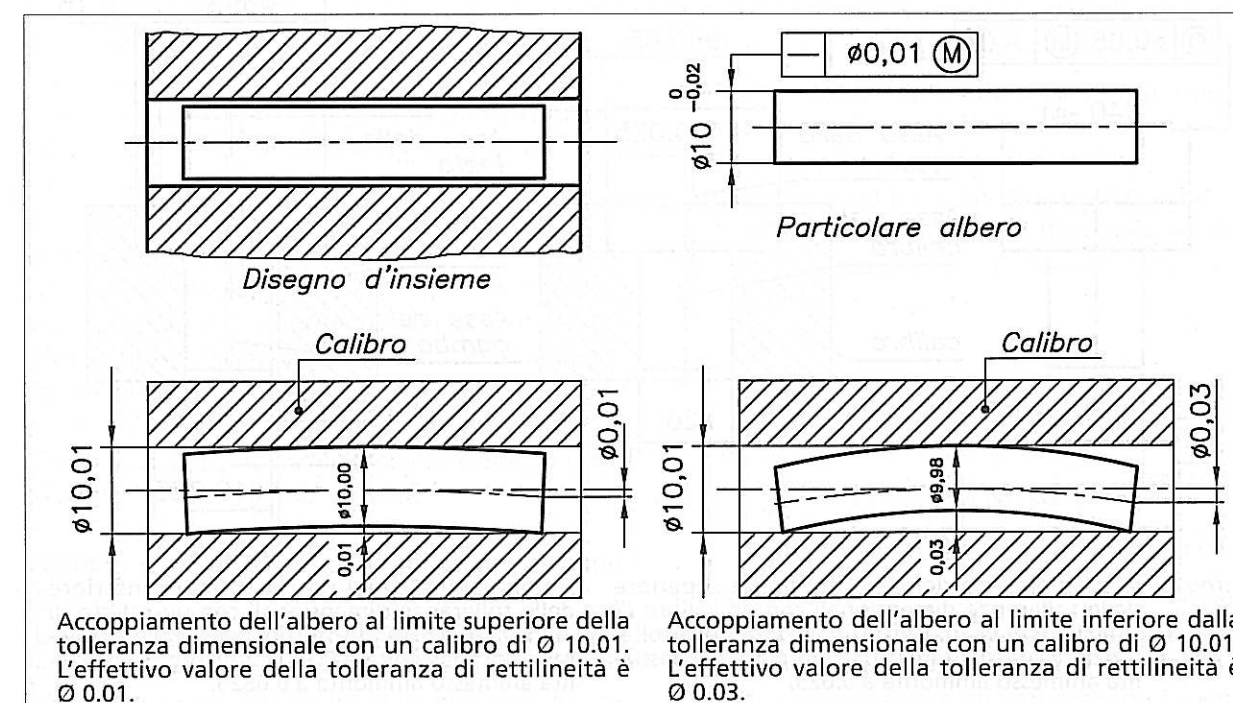


Fig. 1.20 Principio del massimo materiale applicato alla rettilineità.

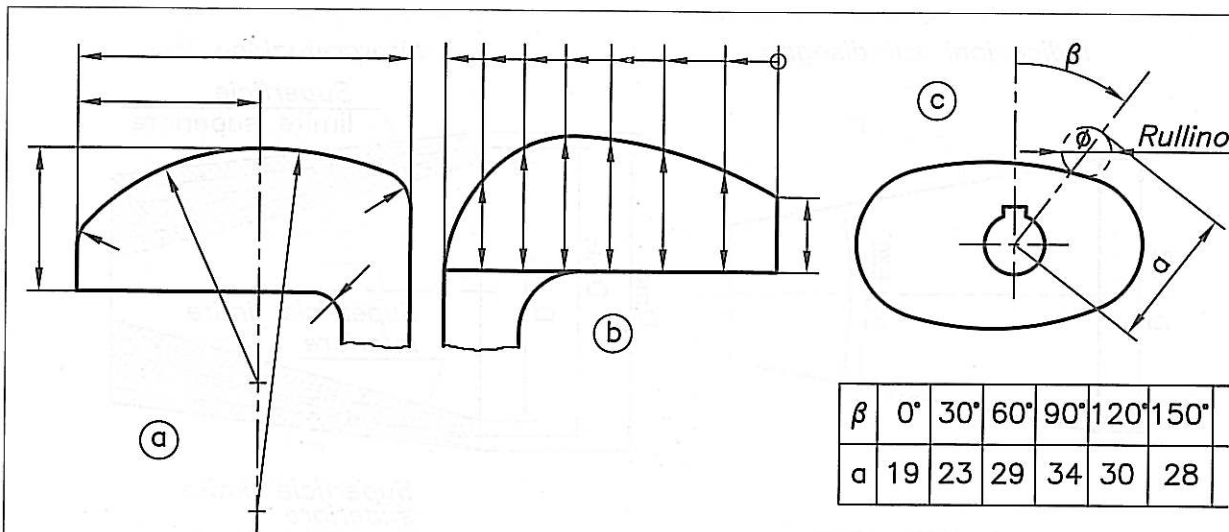


Fig. 1.26 Quotatura di profili.

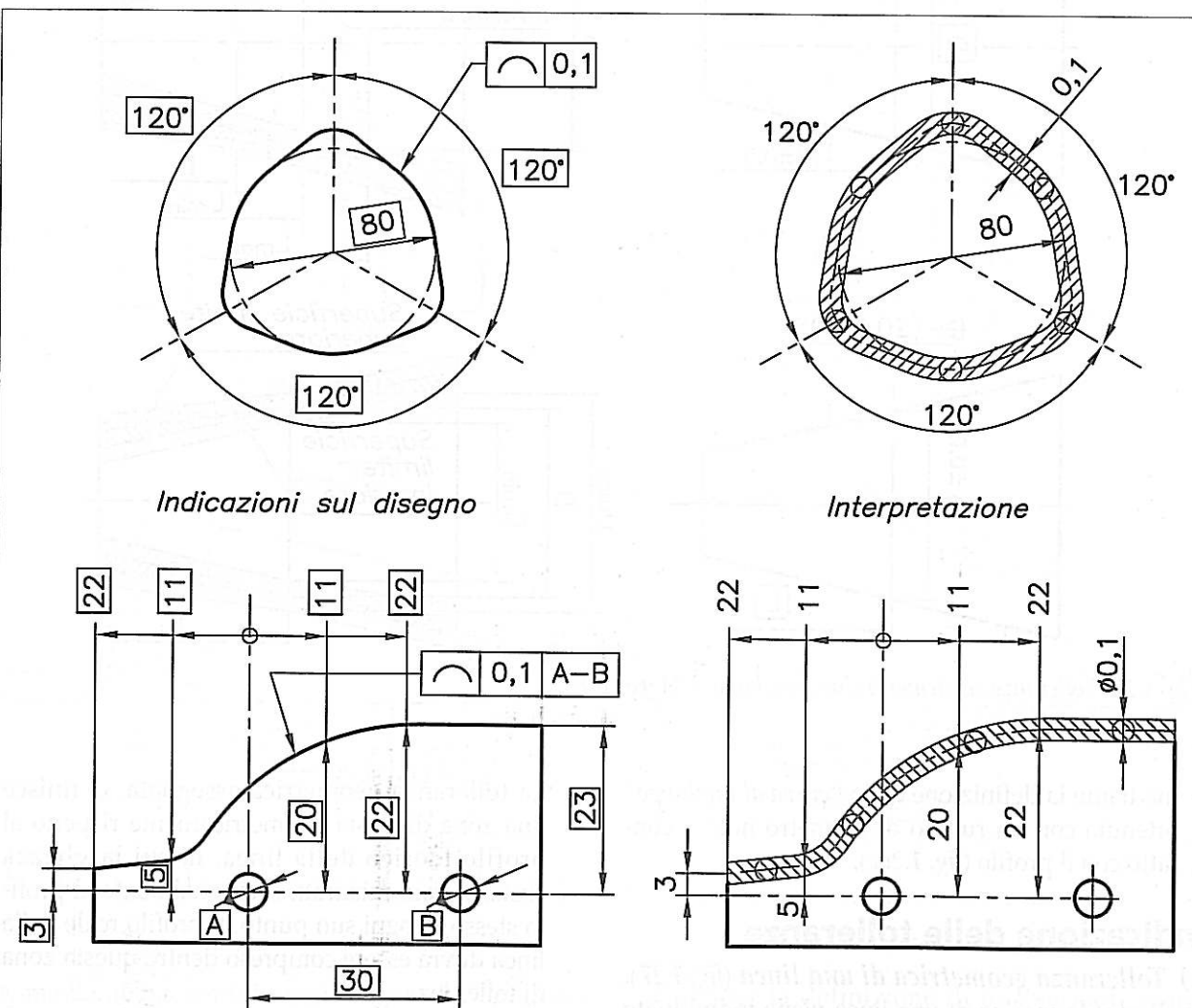


Fig. 1.27 Tolleranza geometrica di una linea.

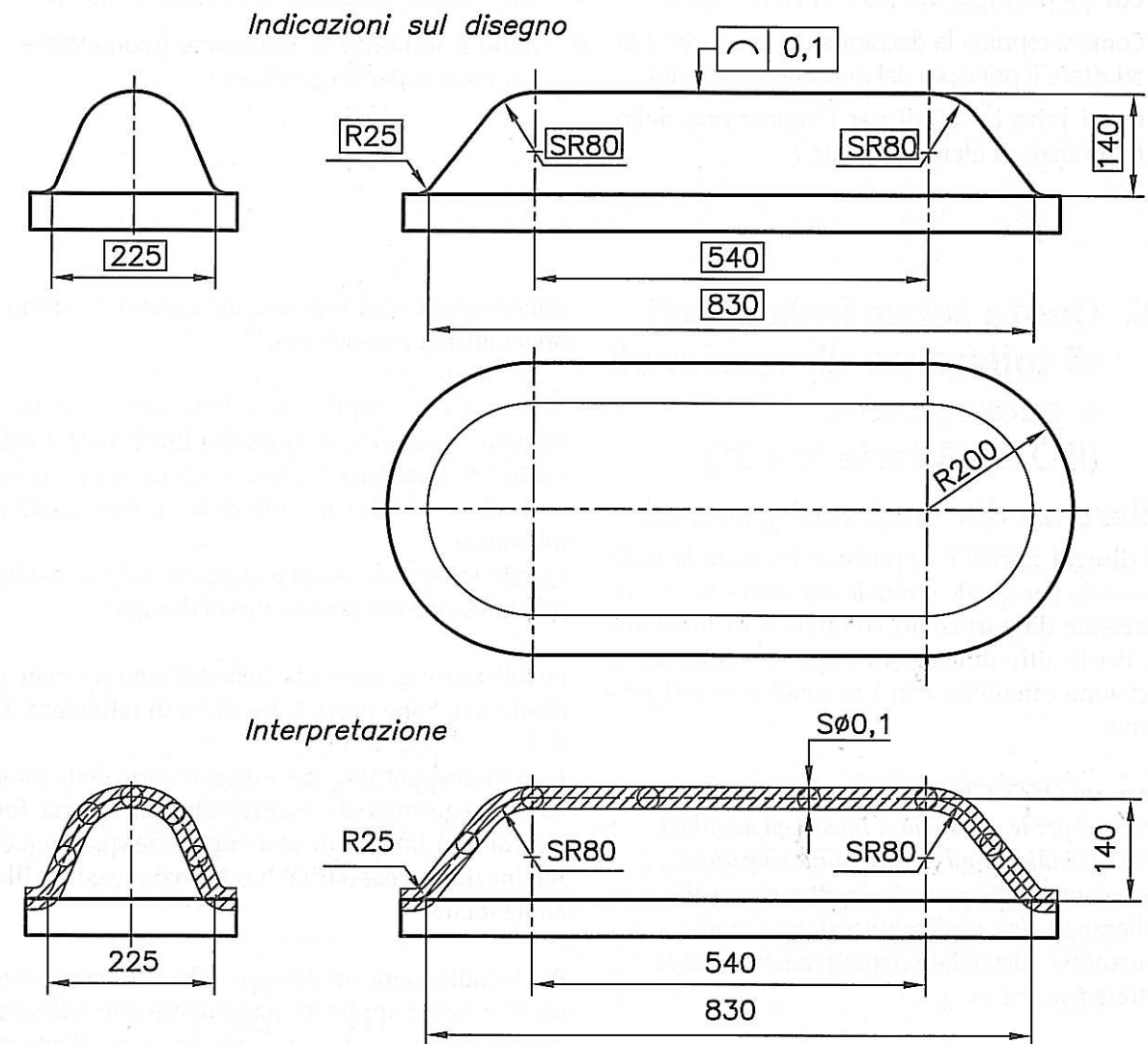


Fig. 1.28 Tolleranza geometrica di una superficie.

Il profilo teorico di una superficie viene individuato tramite le quote "teoricamente esatte" (riquadrate).

La tolleranza geometrica assegnata definisce una zona disposta simmetricamente rispetto al profilo teorico della superficie, la cui larghezza costante sarà misurata ortogonalmente alla superficie stessa in ogni suo punto. La superficie reale dovrà essere compresa dentro questa zona di tolleranza.

Esempi di indicazioni di tolleranze geometriche (UNI 7226 Parte 4ª - ISO/R 1661)

Facendo riferimento a questa norma, negli esempi 1.1 e 1.2 si riportano disegni di organi meccanici con indicazione di tolleranze geometriche di forma e di posizione. Sono state riportate solo le quote utili per l'indicazione delle tolleranze geometriche i cui valori sono dati a solo titolo indicativo.

PUNTO DI CONTROLLO



- 1 Cos'è il principio del massimo materiale?
- 2 Come si esprime la decisione del progettista di adottare il principio del massimo materiale?
- 3 Quali sono i metodi per l'indicazione delle tolleranze su elementi conici?
- 4 Quali sono i metodi di quotatura dei profili?
- 5 Come si indicano le tolleranze geometriche di linee e superfici profilate?

1.8. Quote senza indicazioni di tolleranze dimensionali e geometriche (ISO 2768 Parte 1^a e 2^a)

Tolleranze dimensionali generali

Nei disegni tecnici è opportuno indicare la tolleranza solo per quelle quote le cui dimensioni sono interessate da particolari condizioni di funzionalità. Per le altre dimensioni è spesso sufficiente la precisione ottenibile con i normali processi produttivi.

La norma ISO 2768/1 stabilisce le tolleranze generali per le dimensioni lineari ed angolari prive di indicazioni di tolleranze specifiche. Esse sono raggruppate in quattro classi di tolleranza: *fine*, *media*, *grossolana* e *molto grossolana* (designate rispettivamente con le lettere *f*, *m*, *c* e *v*).

Le tolleranze generali per le dimensioni lineari e gli scostamenti limite ammessi per le dimensioni angolari sono riportati nella *tabella 1.10*.

Quando si intendono applicare le tolleranze dimensionali generali secondo la norma UNI ISO 2768, si devono riportare all'interno, o nei pressi del riquadro delle iscrizioni, il riferimento a questa norma e la classe di tolleranza prescelta, designata con le lettere riportate in *tabella 1.10*.

Esempio: Tolleranze generali ISO 2768 - m

Tolleranze geometriche generali

La funzionalità di un elemento in un complessivo richiede che siano definiti, sempre, gli scostamenti

dimensionali e gli scostamenti geometrici (forma, orientamento e posizione).

Allo scopo di semplificare le indicazioni che devono figurare sui disegni la *tabella ISO 2768/2* stabilisce le *tolleranze geometriche generali* da applicare sui particolari i cui disegni sono privi di indicazioni di tolleranze.

Queste tolleranze saranno applicate solo se risultano espressamente richiamate sul disegno.

Le tolleranze geometriche generali sono riportate in *tabella 1.11*. Sono previste **tre classi di tolleranza**: H, K, L.

Esse sono applicabili alla maggior parte delle caratteristiche geometriche **escludendo**: **cilindricità**, **forma** (di una linea o di una superficie qualunque), **inclinazione**, **coassialità**, **localizzazione** ed **oscillazione totale**.

Per le indicazioni sul disegno delle *tolleranze geometriche generali* applicate unitamente alle *tolleranze dimensionali generali*, si devono riportare all'interno o nei pressi del riquadro delle iscrizioni le seguenti indicazioni:

- il riferimento alla norma ISO 2768;
- la classe di tolleranza dimensionale: *f*, *m*, *c*, *v*;
- la classe di tolleranza geometrica: H, K, L.

Esempio: Tolleranze generali ISO 2768 - mK

Se le *tolleranze dimensionali generali* non devono essere applicate, non viene precisata la corrispondente classe.

Esempio: Tolleranze generali ISO 2768 - K

Rettilinearità e planarità

Le tolleranze generali di *rettilinearità* e di *planarità* sono specificate nel **prospetto I** di *tabella 1.12* ed interpretate in *figura 1.29*.

TABELLA 1.10 - Scostamenti limiti ammessi per dimensioni lineari ed angolari (ISO 2768/1)

Prospetto I - Scostamenti limite ammessi per dimensioni lineari, esclusi smussi e raccordi per eliminazione di spigoli (per raccordi esterni ed altezze di smusso, vedere prospetto II)

Valori in mm

Classe di tolleranza		Scostamenti limite per campi di dimensioni nominali							
Designazione	Denominazione	da 0,5 ¹⁾ fino a 3	oltre 3 fino a 6	oltre 6 fino a 30	oltre 30 fino a 120	oltre 120 fino a 400	oltre 400 fino a 1000	oltre 1000 fino a 2000	oltre 2000 fino a 4000
f	fine	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	-
m	media	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
c	grossolana	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3	± 4
v	molto grossolana	-	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	± 6	± 8

1) Per le dimensioni nominali minori di 0,5 mm, lo scostamento deve essere indicato dopo la dimensione nominale.

Nota nazionale - È inteso che il prospetto vale anche per i raccordi interni.

Prospetto II - Scostamenti limite ammessi per dimensioni lineari di smussi e raccordi per eliminazione di spigoli (per raccordi esterni ed altezze di smusso)

Valori in mm

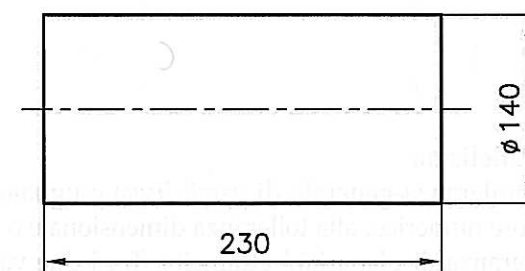
Classe di tolleranza		Scostamenti limite per campi di dimensioni nominali		
Designazione	Denominazione	da 0,5 ¹⁾ fino a 3	oltre 3 fino a 6	oltre 6
f	fine	± 0,2	± 0,5	± 1
m	media			
c	grossolana	± 0,4	± 1	± 2
v	molto grossolana			

1) Per le dimensioni nominali minori di 0,5 mm, lo scostamento deve essere indicato dopo la dimensione nominale.

Prospetto III - Scostamenti limite ammessi per dimensioni angolari

Classe di tolleranza		Scostamenti limite in funzione dei campi di lunghezza, in millimetri, del lato più corto dell'angolo considerato				
Designazione	Denominazione	fino a 10	oltre 10 fino a 50	oltre 50 fino a 120	oltre 120 fino a 400	oltre 400
f	fine	± 1°	± 0°30'	± 0°20'	± 0°10'	± 0°5'
m	media					
c	grossolana	± 1°30'	± 1°	± 0°30'	± 0°15'	± 0°10'
v	molto grossolana	± 3°	± 2°	± 1°	± 0°30'	± 0°20'

Indicazioni sul disegno



Tolleranze generali ISO 2768-mH

Interpretazione

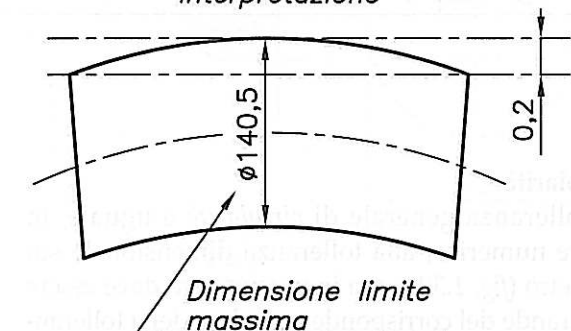


Fig. 1.29 Tolleranze di rettilinearità e planarità.

TABELLA 1.11 - Tolleranze geometriche generali (ISO 2768/2)

Valori in mm

Prospetto I - Tolleranze generali di rettilineità e di planarità

Classe di tolleranza	Tolleranze generali di rettilineità e di planarità per campi di lunghezze nominali					
	fino a 10	oltre 10 fino a 30	oltre 30 fino a 100	oltre 100 fino a 300	oltre 300 fino a 1000	oltre 1000 fino a 3000
H	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
K	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
L	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6

Valori in mm

Prospetto II - Tolleranze generali di perpendicolarità

Classe di tolleranza	Tolleranze di perpendicolarità per campi di lunghezze nominali del lato minore			
	fino a 100	oltre 100 fino a 300	oltre 300 fino a 1000	oltre 1000 fino a 3000
H	0,2	0,3	0,4	0,5
K	0,4	0,6	0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

Valori in mm

Prospetto III - Tolleranze generali di simmetria

Classe di tolleranza	Tolleranze di simmetria per campi di lunghezze nominali			
	fino a 100	oltre 100 fino a 300	oltre 300 fino a 1000	oltre 1000 fino a 3000
H	0,5			
K	0,6		0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

Valori in mm

Prospetto IV - Tolleranze generali di oscillazione circolare

Classe di tolleranza	Tolleranze di oscillazione circolare
H	0,1
K	0,2
L	0,5

Circolarità

La tolleranza generale di *circolarità* è uguale, in valore numerico, alla tolleranza dimensionale sul diametro (fig. 1.30a), ma in nessun caso deve essere più grande del corrispondente valore della tolleranza di oscillazione circolare radiale specificata nel prospetto IV di tabella 1.11 (fig. 1.30b).

Parallelismo

La tolleranza generale di *parallelismo* è uguale, in valore numerico, alla tolleranza dimensionale o alla tolleranza di planarità/rettilineità. Tra i due valori si assume il più grande.

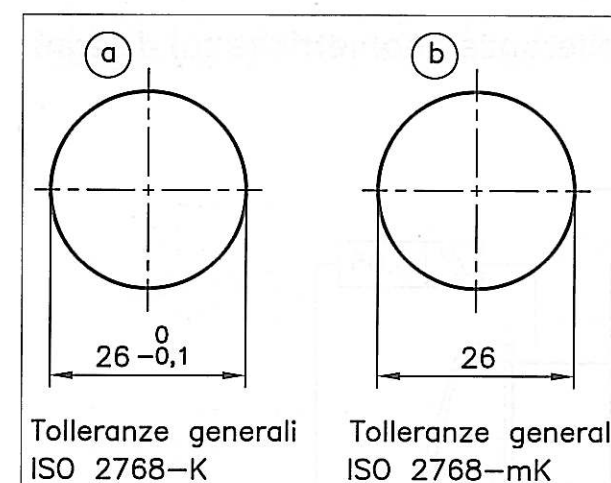


Fig. 1.30 Tolleranze generali di circolarità.

Perpendicolarità

Le tolleranze generali di *perpendicolarità* sono indicate nel prospetto II di tabella 1.11.

Simmetria

Le tolleranze generali di *simmetria* sono indicate nel prospetto III di tabella 1.11. In caso di lunghezza diversa deve essere preso come riferimento l'elemento maggiore (fig. 1.31).

Oscillazione circolare

Le tolleranze generali di *oscillazione circolare* sono indicate nel prospetto IV di tabella 1.11.

Esempi di indicazioni di tolleranze generali

Negli esempi 1.1 e 1.2 sono riportati degli esempi di disegni di organi meccanici con le sole quote utili per l'indicazione delle *tolleranze geometriche di forma e di posizione* i cui valori sono dati solo a titolo indicativo.

Nell'esempio 1.3 viene riportato il disegno di un elemento quotato con l'applicazione delle tolleranze generali ISO 2768 - mH. I valori di tolleranza sono desunti dalle tabelle 1.10 e 1.11.

Lo stesso disegno viene ripresentato con l'interpretazione e l'assegnazione delle tolleranze, sia *dimensionali* che *geometriche*, desunte dalla tabella ISO 2768, indicate in riquadri tracciati con linea a tratti.

Negli esempi 1.4 e 1.5 sono riportati altri disegni di particolari meccanici con applicazioni tipiche di *tolleranze dimensionali e geometriche* accompagnate dalla prescrizione delle *tolleranze generali*.

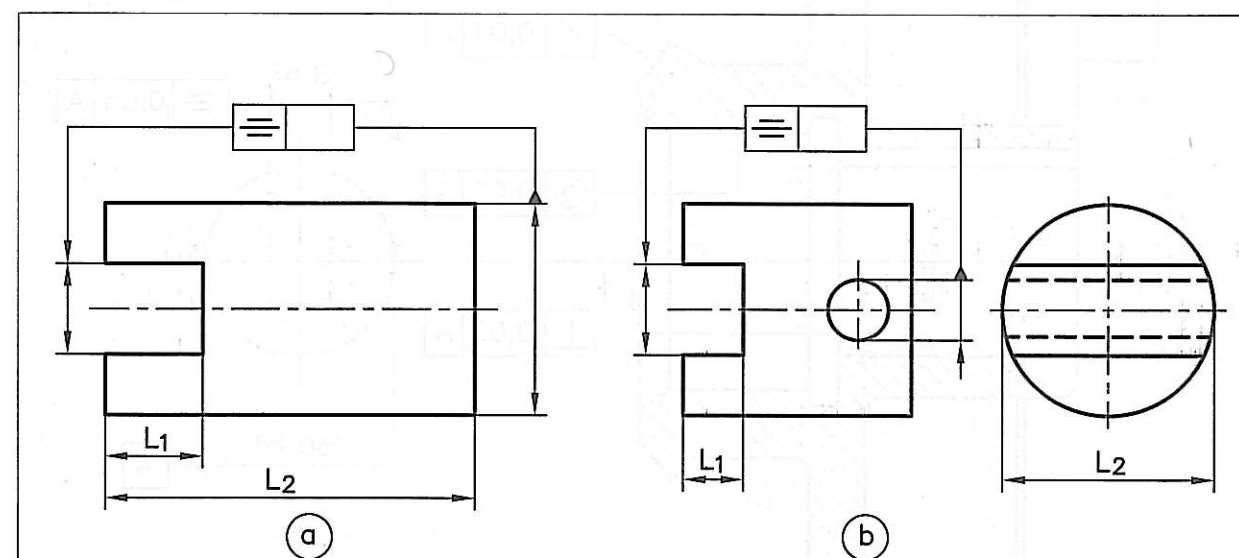
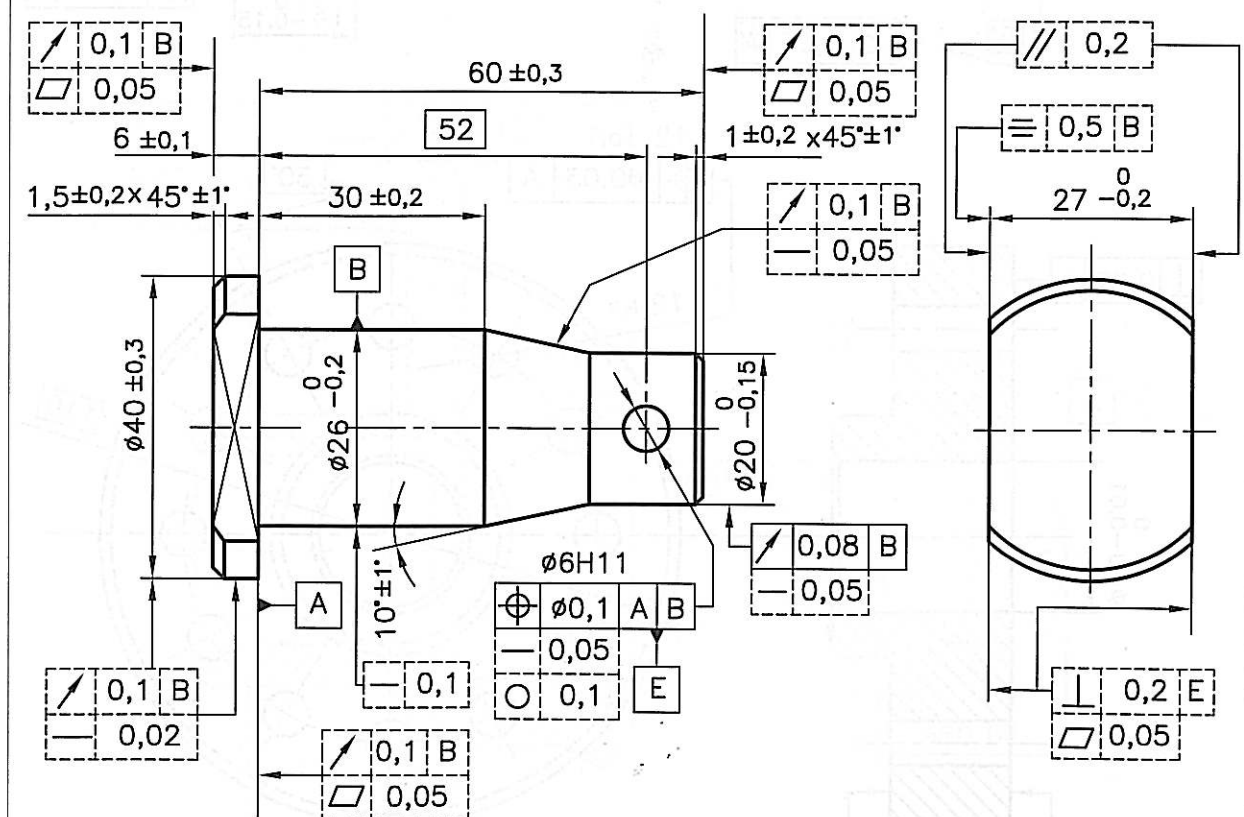
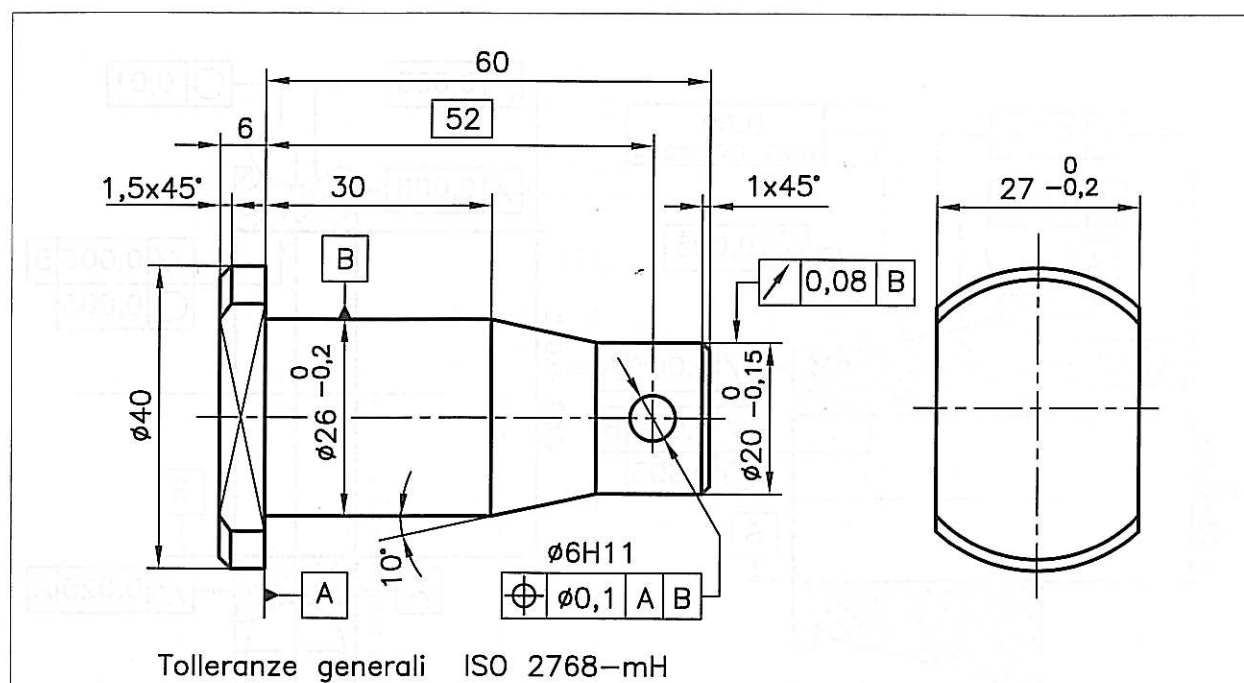


Fig. 1.31 Tolleranze generali di simmetria.

ESEMPIO 1.3 - Interpretazione delle tolleranze generali



ESEMPIO 1.4 - Indicazione delle tolleranze sui disegni

