

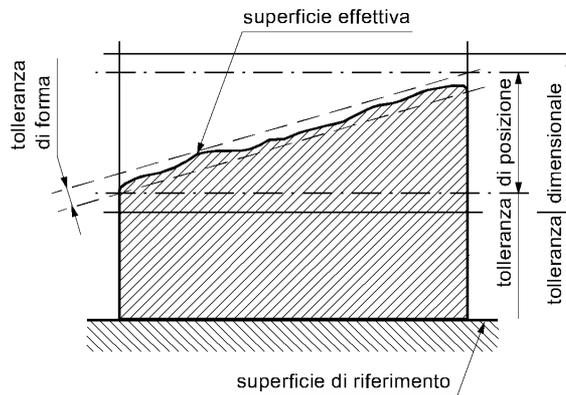
## Tolleranze geometriche – parte 2<sup>a</sup> Tolleranze geometriche generali

Docente: Gianmaria Concheri  
E-mail: gianmaria.concheri@unipd.it  
Tel. 049 8276739



### Tolleranze geometriche di posizione (in senso lato)

La **tolleranza di posizione** limita gli scostamenti della reciproca posizione di due o più elementi, dei quali uno è quello prescelto come elemento di riferimento per la prescrizione della tolleranza.

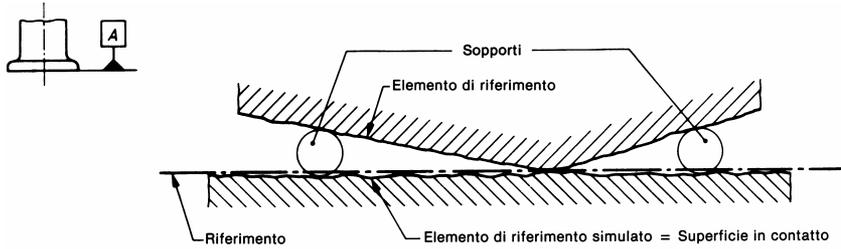


L'elemento di riferimento a sua volta può essere soggetto a tolleranza di forma.

Se vi è necessità si può adottare più di un elemento di riferimento.



## Elementi di riferimento



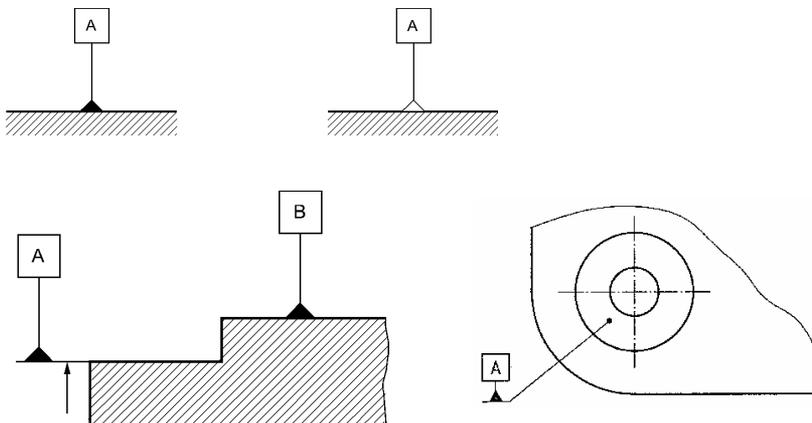
Di preferenza gli elementi di riferimento sono:

- una superficie relativamente grande;
- due superfici anche relativamente modeste ma dislocate distanti l'una dall'altra;
- un asse abbastanza lungo;
- due assi anche corti ma situati distanti l'uno dall'altro;
- un asse corto ed una superficie ortogonale all'asse stesso.



## Elementi di riferimento

**Elementi geometrici integrali:** indicazione sul contorno, su un'estensione del contorno o su una linea di richiamo

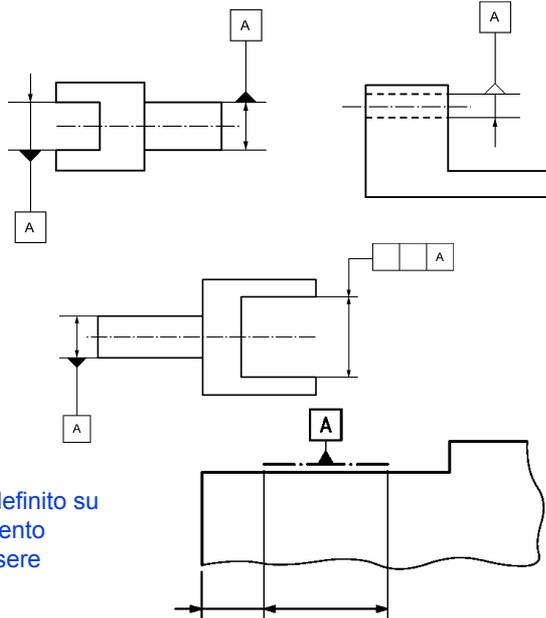


## Elementi di riferimento

**Elementi geometrici derivati:**  
indicazione sull'estensione della  
linea di misura

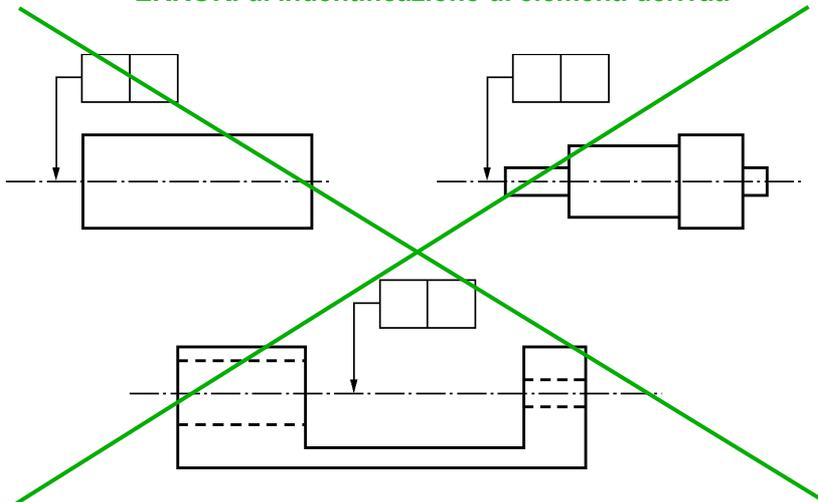
*Quando come elemento di  
riferimento si sceglie un asse  
geometrico, questi non è  
fisicamente rilevabile e pertanto  
quale elemento di riferimento può  
venire adottata la corrispondente  
superficie cilindrica*

Se l'elemento di riferimento è definito su  
di una parte limitata di un elemento  
geometrico, tale parte deve essere  
individuata e quotata.



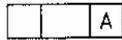
## Errate indicazioni dei riferimenti

### ERRORI di indentificazione di elementi derivati



## Elementi di riferimento

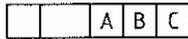
Elemento di riferimento stabilito da un singolo elemento geometrico:



Elemento di riferimento comune stabilito da due elementi geometrici:



Sistema di elementi di riferimento (due o più elementi geometrici in ordine di priorità):



## Orientamento nella UNI 7226-1:1986

Tolleranze  
di orientamento

TOLLERANZE		CARATTERISTICA OGGETTO DI TOLLERANZA	SEGNO GRAFICO
Su elementi singoli	Tolleranze di forma	Rettilineità	—
		Planarità	
		Circularità	○
		Cilindricità	
Su elementi singoli od associati		Forma di una linea qualunque	
		Forma di una superficie qualunque	
Su elementi associati	Tolleranze di orientamento	Parallelismo	//
		Perpendicolarità	
		Inclinazione	
	Tolleranze di posizione	Localizzazione	⊕
		Concentricità e coassialità	⊙
		Simmetria	
	Tolleranze di oscillazione	Oscillazione circolare	
		Oscillazione totale	

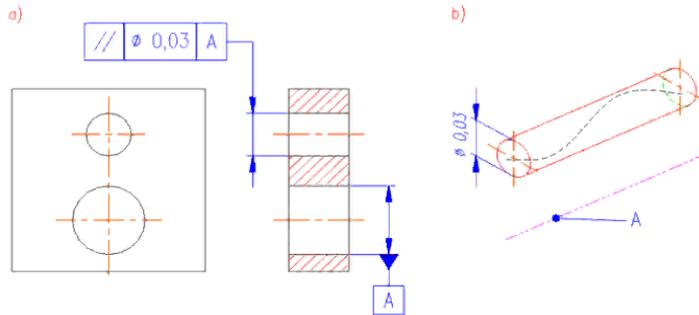


## Tolleranza geometrica di parallelismo

### PARALLELISMO (una linea retta riferita a una linea retta di riferimento)

La zona di tolleranza è definita da un cilindro di diametro  $t = 0,3$  mm, parallelo al riferimento, se il segno "Ø" precede il valore di tolleranza.

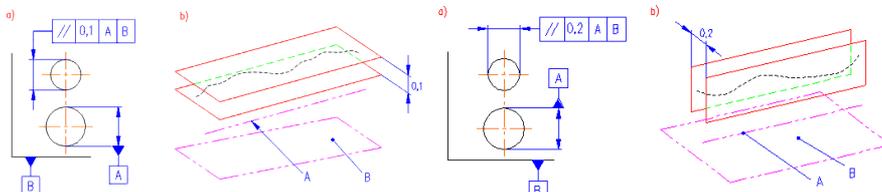
L'asse estratto sarà contenuto all'interno di un volume cilindrico di diametro  $0,03$  mm parallelo alla linea retta di riferimento A



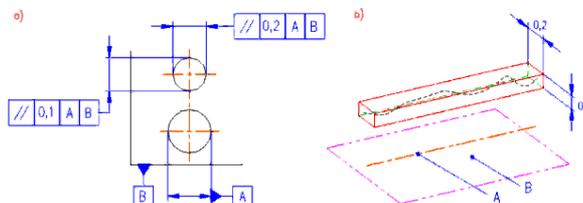
## Tolleranza geometrica di parallelismo

### PARALLELISMO (linea retta rispetto a sistema di riferimenti)

Esempio: tolleranza di parallelismo dell'asse di un foro riferito a un sistema di riferimenti e i relativi intervalli di tolleranza.



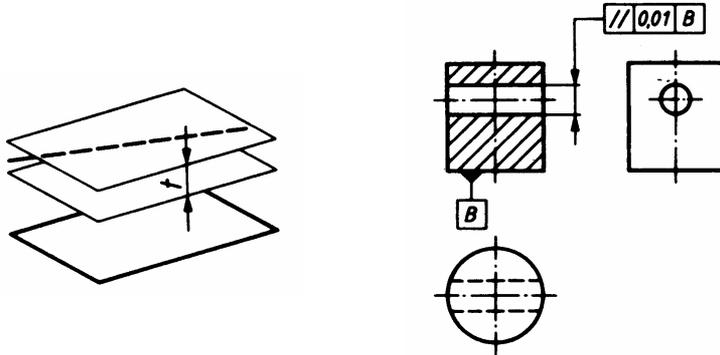
In entrambi i casi l'intervallo di tolleranza è limitato da due piani paralleli. I piani sono paralleli ai riferimenti e in diverse direzioni specificate. La direzione risulta dal posizionamento della linea di misura sul disegno.



## Tolleranza geometrica di parallelismo

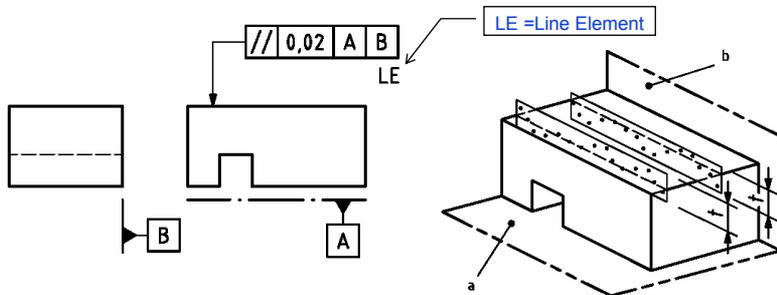
PARALLELISMO (linea retta rispetto a superficie di riferimento)

La zona di tolleranza proiettata in un piano è limitata da due piani paralleli distanti  $t$  e paralleli alla superficie di riferimento.



## Tolleranza geometrica di parallelismo

PARALLELISMO (linea retta riferita a un sistema di riferimento)



La tolleranza si riferisce a linee singole e non all'intero piano. L'intervallo di tolleranza è limitato da due linee rette parallele distanziate di  $t = 0,02$  mm, orientate parallelamente al piano di riferimento A e al riferimento B.

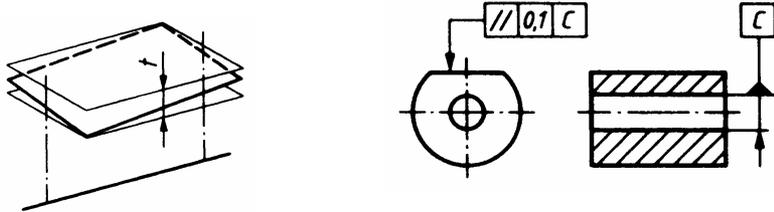
Nell'esempio ogni linea estratta (reale) sarà contenuta tra due linee rette parallele distanziate di 0,02 mm, che sono orientate parallelamente rispetto il piano di riferimento A e al riferimento B.



## Tolleranza geometrica di parallelismo

### PARALLELISMO (superficie rispetto a retta di riferimento)

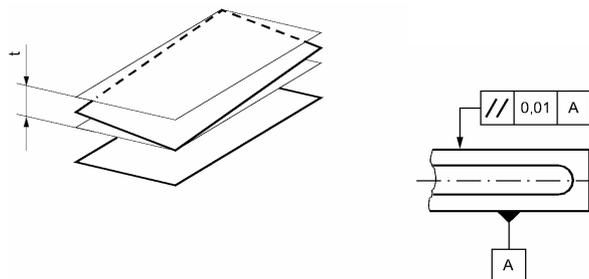
La zona di tolleranza proiettata in un piano è limitata da due piani paralleli distanti  $t$  e paralleli alla retta di riferimento.



## Tolleranza geometrica di parallelismo

### PARALLELISMO (superficie rispetto a superficie di riferimento)

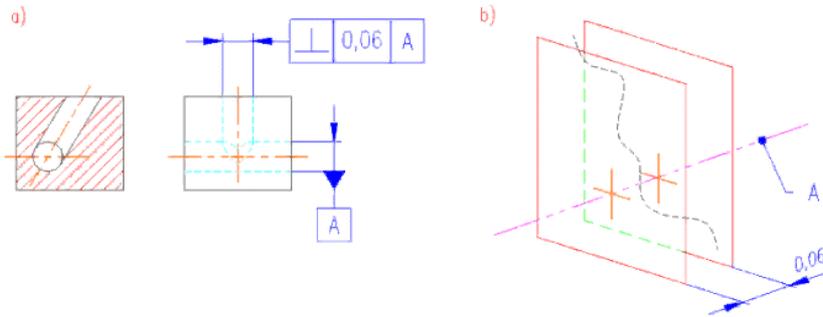
La zona di tolleranza proiettata in un piano è limitata da due piani paralleli distanti  $t$  e paralleli alla superficie di riferimento.



## Tolleranza geometrica di perpendicolarità

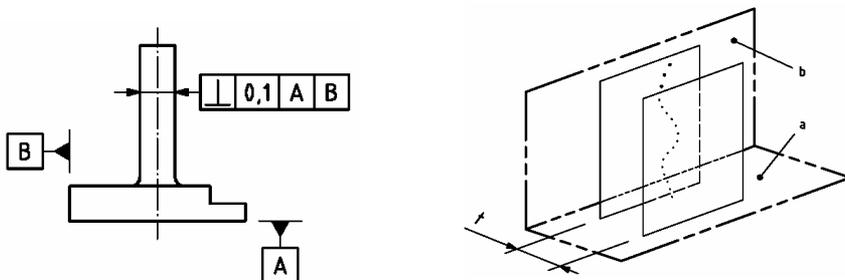
### PERPENDICOLARITA' (linea retta rispetto a retta di riferimento)

La zona di tolleranza proiettata in un piano è limitata da due piani paralleli distanti  $t$  e perpendicolari alla retta di riferimento.



## Tolleranza geometrica di perpendicolarità

### PERPENDICOLARITA' (linea retta rispetto a un sistema di riferimento)

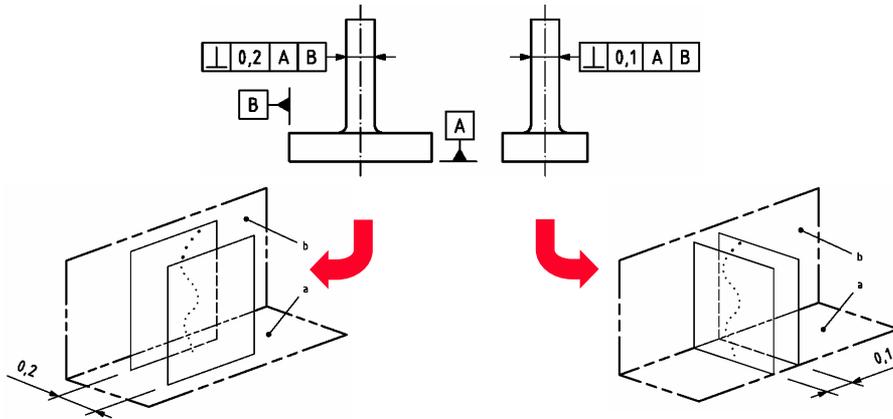


L'asse estratto di un cilindro sarà contenuto tra due piani paralleli distanziati di 0,1mm i quali sono perpendicolari al piano di riferimento A e nella direzione specificata rispetto al piano di riferimento B.



## Tolleranza geometrica di perpendicolarità

PERPENDICOLARITA' (linea retta rispetto a un sistema di riferimento)



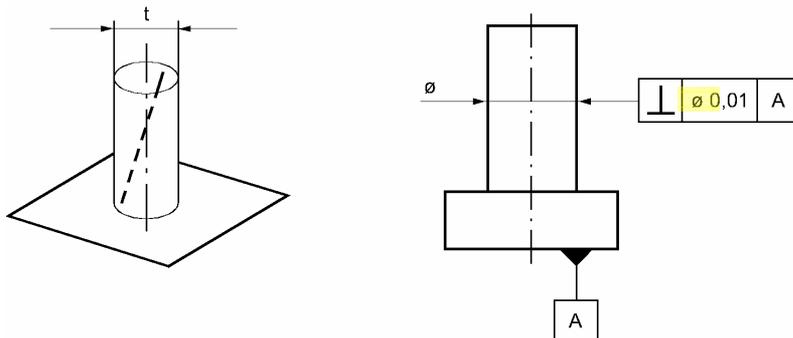
La zona di tolleranza è limitata da due coppie di piani paralleli. Entrambe le coppie sono perpendicolari al piano A. Una coppia è parallela al piano B mentre la seconda è perpendicolare al piano B.



## Tolleranza geometrica di perpendicolarità

PERPENDICOLARITA' (linea retta rispetto a superficie di riferimento)

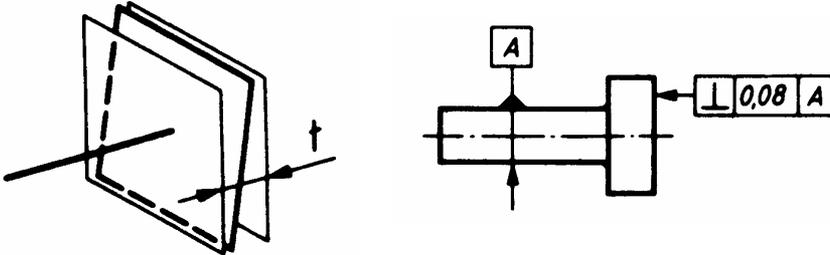
ESEMPIO: La zona di tolleranza è limitata da un cilindro di diametro  $t$  e perpendicolare alla superficie di riferimento.



## Tolleranza geometrica di perpendicolarità

### PERPENDICOLARITA' (superficie rispetto a retta di riferimento)

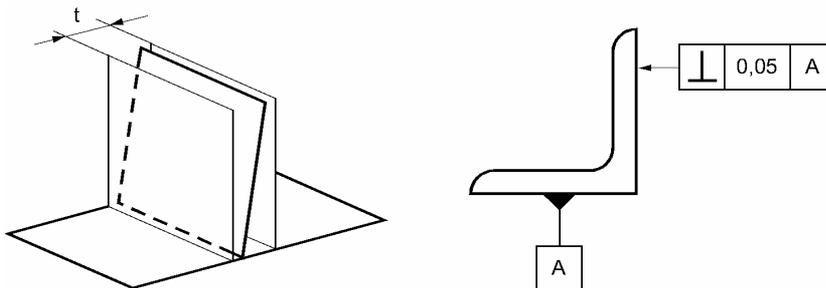
La zona è limitata da due piani paralleli distanti  $t$  e perpendicolari alla retta di riferimento.



## Tolleranza geometrica di perpendicolarità

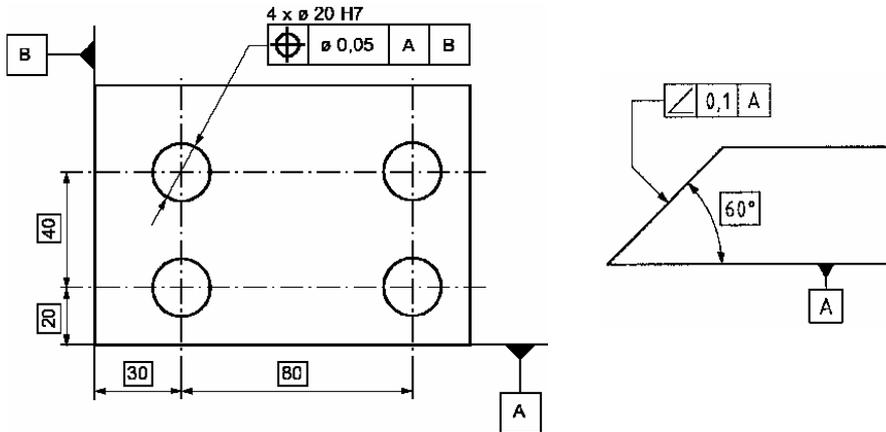
### PERPENDICOLARITA' (superficie rispetto a superficie di riferimento)

La zona è limitata da due piani paralleli distanti  $t$  e perpendicolari alla superficie di riferimento.



## Dimensioni teoricamente esatte

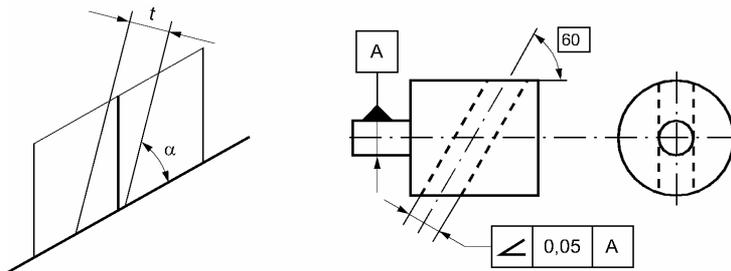
Dimensioni che determinano la posizione o l'orientazione teoricamente esatta degli elementi geometrici posti in tolleranza rispetto agli elementi di riferimento:



## Tolleranza geometrica di inclinazione

INCLINAZIONE (linea rispetto a retta di riferimento)

ESEMPIO: La zona di tolleranza proiettata è limitata da due rette parallele distanti  $t$  e inclinate rispetto alla retta di riferimento dell'angolo prescritto.



Altri casi:

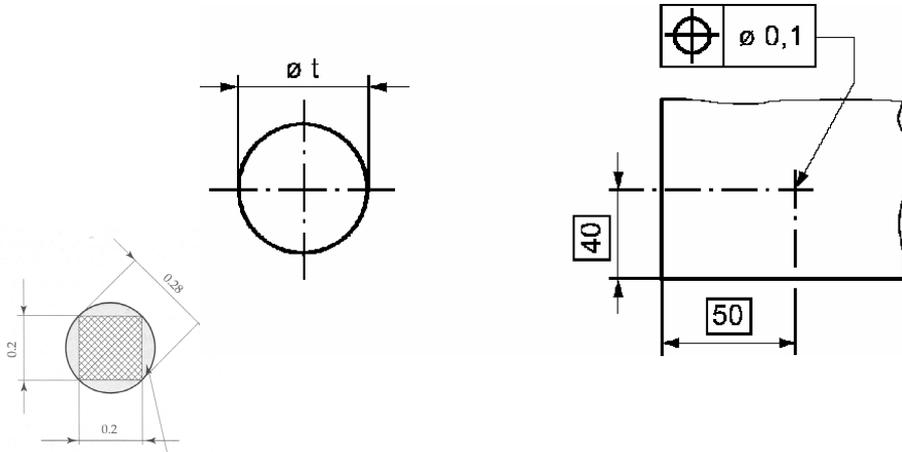
linea rispetto a superficie di riferimento  
superficie rispetto a retta di riferimento  
superficie rispetto a superficie di riferimento



## Tolleranze geometriche

### LOCALIZZAZIONE (un punto)

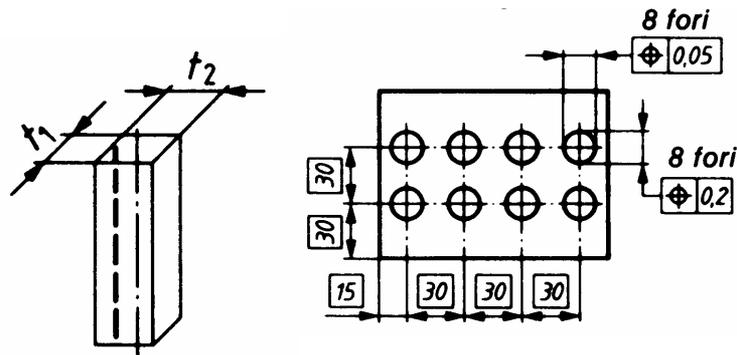
La zona di tolleranza è limitata da un cerchio di diametro  $t$  il cui centro è nella posizione teorica esatta del punto considerato.



## Tolleranze geometriche

### LOCALIZZAZIONE (una linea)

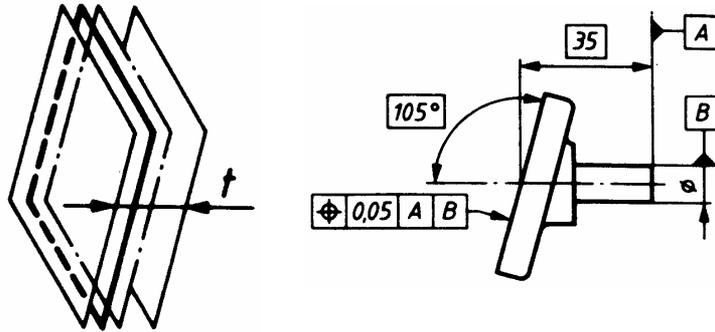
ESEMPIO: La zona di tolleranza è limitata da un parallelepipedo di sezione  $t_1 \times t_2$  il cui asse è nella posizione teorica esatta della linea considerata, se la tolleranza è prescritta in due direzioni perpendicolari tra di loro.



## Tolleranze geometriche

### LOCALIZZAZIONE (una superficie piana o un piano mediano)

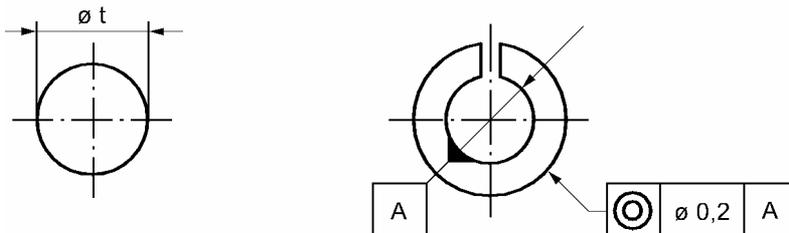
La zona di tolleranza è limitata da due piani paralleli distanti  $t$  e disposti simmetricamente rispetto alla posizione teorica esatta della superficie considerata.



## Tolleranze geometriche

### CONCENTRICITA' (un punto)

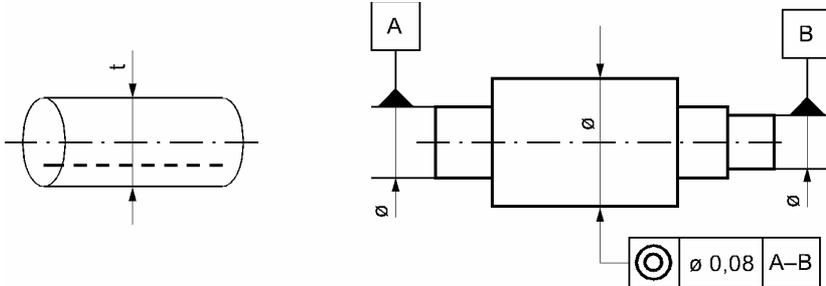
La zona di tolleranza è limitata da un cerchio di diametro  $t$  il cui centro coincide con il punto di riferimento



## Tolleranze geometriche

### COASSIALITA' (un asse)

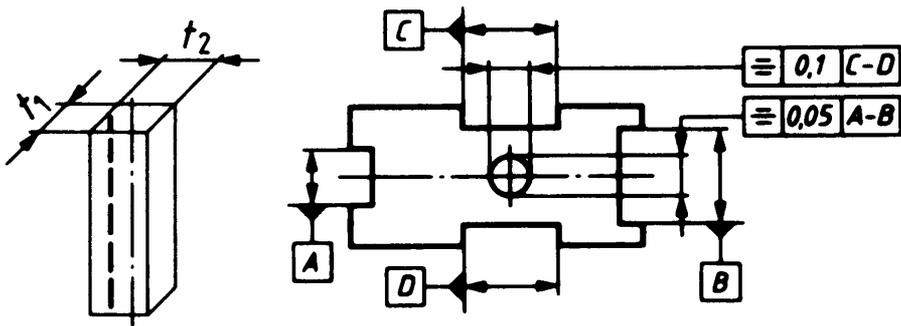
La zona di tolleranza è limitata da un cilindro di diametro  $t$  il cui asse coincide con l'asse di riferimento



## Tolleranze geometriche

### SIMMETRIA (una linea o un asse)

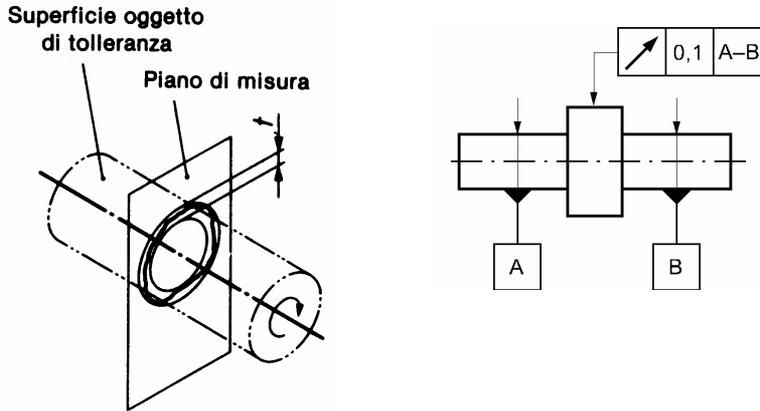
ESEMPIO: La zona di tolleranza è limitata da un parallelepipedo di sezione  $t_1 \times t_2$  il cui asse coincide con l'asse di riferimento, se la tolleranza è prescritta in due direzioni perpendicolari tra di loro.



# Tolleranze geometriche

## OSCILLAZIONE (circolare radiale)

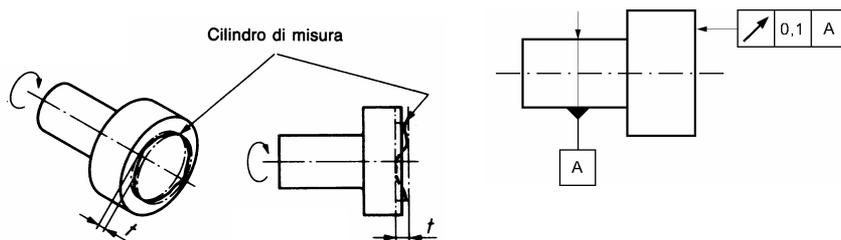
ESEMPIO: La zona di tolleranza è limitata in ogni piano di misura perpendicolare all'asse, da due cerchi concentrici e distanti  $t$  il cui centro coincide con l'asse di riferimento.



# Tolleranze geometriche

## OSCILLAZIONE CIRCOLARE ASSIALE

ESEMPIO: La zona di tolleranza è limitata per ogni posizione radiale, da due cerchi distanti  $t$  giacenti sul cilindro di misura avente per asse l'asse di riferimento.



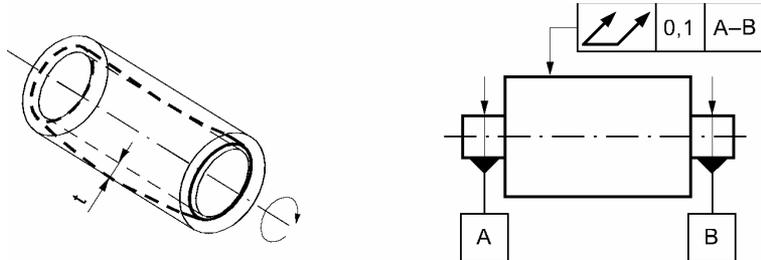
Altri casi:  
circolare in tutte le direzioni  
circolare in una direzione specificata  
superficie rispetto a superficie di riferimento



# Tolleranze geometriche

## OSCILLAZIONE TOTALE RADIALE

ESEMPIO: La zona di tolleranza è limitata per ogni posizione radiale, da due cerchi distanti  $t$  giacenti sul cilindro di misura avente per asse l'asse di riferimento.



Altro caso: **totale assiale**



# Tolleranze geometriche

Tipo	Riferimento	Caratteristiche	Simbolo	2D/3D	Forma zona	Valori tipici	Applicabilità	Riferimento	Quote riquadrate
Forma	No	Rettilineità elemento		2D		IT	No	n/a	No
		Rettilineità asse o piano mediano		3D		Funzione	Si	n/a	No
		Planarità		3D		IT/2	No	n/a	No
		Circolarità		2D		IT/2	No	n/a	No
		Cilindricità		3D		IT/2	No	n/a	No
Orientamento	Si	Parallelismo		3D		IT	Solo assi	Solo assi	No
		Perpendicolarità		3D		IT	Solo assi	Solo assi	No
		Inclinazione		3D		IT	Solo assi	Solo assi	Si (angoli)
Oscillazione	Si	Circolare		2D		IT/2	No	No	No
		Totale		3D		IT/2	No	No	No
Profili	Si/No	Profilo di linea		2D		Funzione	No	Solo assi	Si
	Si	Profilo di superficie		3D		Funzione	No	Solo assi	Si
Posizione	Si	Localizzazione		3D		Funzione	Si	Solo assi	Si
		Concentricità		3D		IT	No	No	No
		Simmetria		3D		Funzione	No	No	No





## Tolleranze Geometriche Generali UNI EN 22768-2:1993

---

La norma specifica le tolleranze geometriche generali per le caratteristiche prive di indicazioni di tolleranze geometriche specifiche.

Essa prevede **tre** gradi di precisione di tolleranze geometriche ed ha lo scopo di:

1. **semplificare le indicazioni sui disegni** riguardanti le tolleranze geometriche e di
2. **indirizzare i progettisti** alla scelta della classe di tolleranza ottenibile con macchine o tecnologie correnti

Una prescrizione di tolleranza più ampia non arreca alcun vantaggio al costruttore



## Tolleranze Geometriche Generali UNI EN 22768-2:1993

---

Quando la funzione dell'elemento ammette una tolleranza uguale o più ampia delle tolleranze geometriche generali, la stessa tolleranza **non va indicata** accanto alla quota, ma è sufficiente indicarla sul disegno.

Questo tipo di tolleranza permette la completa applicazione del concetto di tolleranze geometriche generali.

Fa eccezione alla regola il caso in cui la funzione dell'elemento ammetta una tolleranza più ampia della tolleranza generale, che permetta di realizzare un'economia nella produzione.



In questo caso particolare la tolleranza più ampia **deve essere indicata** singolarmente vicino alla relativa caratteristica (per esempio, la tolleranza di circolarità di un grande anello di piccolo spessore).





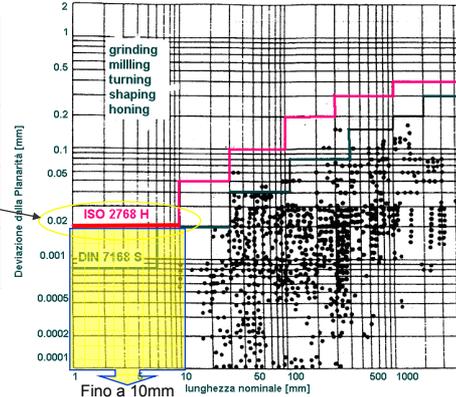
## Rettilineità e Planarità

Le tolleranze di planarità e di rettilineità sono specificate nella tabella seguente. Quando una tolleranza è scelta tra quelle in tabella, deve essere riferita:

- 1 - per la rettilineità, alla **lunghezza della linea corrispondente**;
- 2 - per la planarità, alla **più grande dimensione laterale della superficie** o del **diametro** nel caso di superficie circolare.

Classe di tolleranza n.	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

Rappresentazione dell'errore di planarità in funzioni delle dimensioni nominali del pezzo



## Simmetria

Le tolleranze generali di simmetria si applicano quando:

- 1 - almeno due elementi del pezzo hanno un piano mediano di complanarità;
- 2 - gli assi di due elementi del pezzo sono coassiali tra loro;

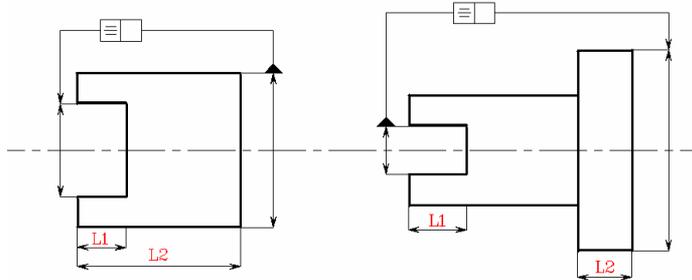
Classe di tolleranza	<=100mm	>100mm <=300mm	>300mm <=1000mm	>1000mm <=3000mm
H	0,5			
K	0,6		0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

La zona di tolleranza di simmetria limita lo scostamento di planarità del piano mediano, e nello stesso tempo non deve essere inferiore alla tolleranza di rettilineità (quindi limita anche la rettilineità dell'asse).



## Simmetria

Deve essere preso come riferimento l'elemento maggiore; se gli elementi hanno lunghezza nominale uguale può essere preso come riferimento uno qualsiasi.



Riferimento elemento maggiore L2 Riferimento elemento maggiore L1

NOTA: l'indicazione del riferimento come riportata in figura NON è conforme alla nuova ISO 1101:2004 poiché non identifica il riferimento mediante lettera.



## Oscillazione Circolare

Le tolleranze generali di oscillazione circolare (radiale, assiale e di superfici qualunque di rivoluzione) sono indicate nella tabella.

Per le tolleranze generali di oscillazione circolare, le superfici portanti (sedi dei cuscinetti) devono essere prese come riferimento solo se esse sono state disegnate come tali; negli altri casi deve essere preso in considerazione l'elemento più lungo; se gli elementi hanno lunghezza nominale uguale, può essere preso come riferimento uno qualsiasi.

Classe di tolleranza	Tolleranza di oscillazione radiale
H	0,1
K	0,2
L	0,5

Tolleranze generali di oscillazione radiale (valori in mm).



# Perpendicolarità

Classe di tolleranza	$\leq 100$	$>100$ $\leq 300$	$>300$ $\leq 1000$	$>1000$ $\leq 3000$
H	0,2	0,3	0,4	0,5
K	0,4	0,6	0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

Tolleranze generali di perpendicolarità (valori in mm).

Deve essere preso come riferimento **il maggiore dei due lati formanti l'angolo retto** ma, se i lati hanno lunghezza nominale uguale, può essere preso come riferimento uno qualsiasi.

La zona di tolleranza limita anche lo scostamento di rettilineità o di planarità e l'oscillazione assiale degli elementi in tolleranza. Perciò la tolleranza generale di perpendicolarità non deve essere più piccola della tolleranza generale di planarità e quella di oscillazione assiale.



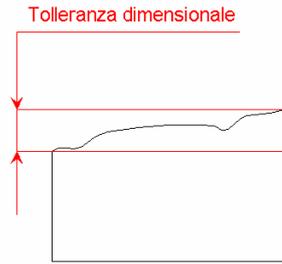
# Coassialità e Concentricità

Lo scostamento di concentricità, in casi estremi, può essere grande quanto il valore della tolleranza di oscillazione radiale, dal momento che lo scostamento di oscillazione radiale può considerarsi come l'effetto congiunto dello scostamento di concentricità e quello di circolarità.

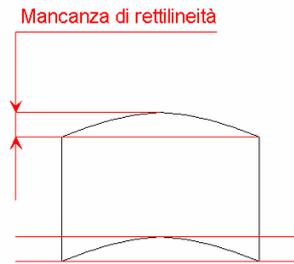
Analogamente lo scostamento di coassialità può essere grande quanto il valore della tolleranza di oscillazione radiale totale, dal momento che lo scostamento di oscillazione radiale totale può considerarsi come l'effetto congiunto dello scostamento di coassialità e quello di cilindricità.



# Parallelismo



Scostamento di parallelismo uguale al valore numerico della tolleranza dimensionale.



Scostamento di parallelismo uguale al valore numerico della tolleranza generale di rettilineità

La tolleranza di parallelismo è uguale, in valore numerico, alla tolleranza dimensionale o alla tolleranza di planarità, **assumendo il valore più grande.**



# Circolarità

La tolleranza generale di circolarità è uguale, in valore numerico, alla tolleranza sul diametro, ma in nessun caso deve essere più grande del corrispondente valore della tolleranza di oscillazione circolare radiale

Quindi i valori numerici delle tolleranze di oscillazione radiale sono stati presi come limiti superiori delle tolleranze generali di circolarità

INDICAZIONE DEL DISEGNO	ZONA DI TOLLERANZA CIRCOLARE
<p><math>25_{-0,1}^0</math></p>	<p>0.1</p>
<p>Tolleranze generali UNI ISO 2768-K</p> <p>25</p>	<p>0.2</p>
<p>Tolleranze generali UNI ISO 2768-mK</p>	<p>La lettera m indica la classe di tolleranza media per gli scostamenti limite, per le tolleranze dimensionali e per dimensioni lineari</p>

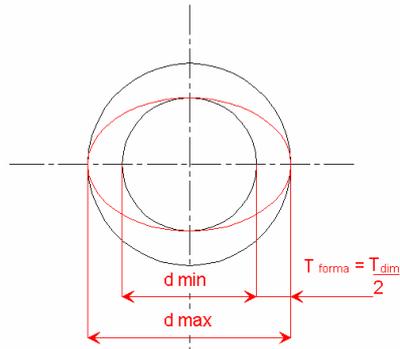


## Circolarità

La tolleranza sul diametro e la forma della deviazione dalla circolarità definiscono se la deviazione dalla circolarità può occupare tutta o una porzione della zona di tolleranza.

Nel caso di una forma ellittica, la deviazione può solamente occupare metà del valore numerico della zona di tolleranza, altrimenti la dimensione locale potrebbe uscire dalla zona di tolleranza.

Forma ellittica



## Cilindricità

Lo scostamento di cilindricità comprende i tre seguenti scostamenti: scostamento di circolarità, scostamento di rettilineità dell'asse, scostamento di parallelismo delle generatrici opposte.

Ciascuno di questi scostamenti è limitato da proprie tolleranze specifiche o da una tolleranza generale.



# Oscillazione totale

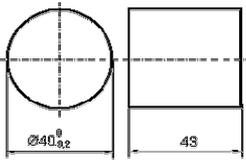
Classe di tolleranza	Tolleranza di oscillazione circolare mm
H	0,1
K	0,2
L	0,5

L'oscillazione radiale totale consiste in tre componenti: scostamento di oscillazione radiale, scostamento di rettilineità dell'asse e di parallelismo.

L'oscillazione assiale totale consiste in due componenti: scostamento di oscillazione assiale e scostamento dalla planarità.

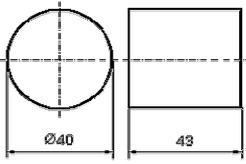


## Esempi

Indicazione sul disegno	Interpretazione
 <p>Tolleranze secondo <b>ISO 8015</b> Tolleranze generali <b>ISO 2768-mL</b></p>	<p>Lo scostamento del diametro è indicato direttamente nel disegno tecnico; perciò le tolleranze generali si applicano solamente alla lunghezza del cilindro e alla forma dello stesso.</p> <p>La tolleranza generale sulla lunghezza del cilindro è 0,6 mm (scostamento di <math>\pm 0,3</math> mm)</p> <p>La tolleranza generale di circolarità è uguale alla tolleranza del diametro. Per le tolleranze di forma 3D e orientamento si veda in precedenza.</p>



## Esempi

Indicazione sul disegno	Interpretazione
 <p data-bbox="288 609 644 673">Tolleranze secondo <b>ISO 8015</b> Tolleranze generali <b>ISO 2768-cK</b></p>	<p data-bbox="669 196 1105 251">Tolleranze generali in accordo con l'applicazione della ISO 2768-cK.</p> <p data-bbox="669 256 1105 424">La tabella fornisce uno scostamento per il diametro di <math>\pm 0,8</math> mm (tolleranza generale 1,6 mm) ma la tolleranza di oscillazione permessa è di soli 0,2 mm, perciò viene applicato quest'ultimo valore al diametro</p> <p data-bbox="669 429 1105 515">La tolleranza generale sulla lunghezza del cilindro è di 1,6 mm (scostamento di <math>\pm 0,8</math> mm).</p> <p data-bbox="669 520 1105 575">La tolleranza generale di circolarità è pari a quella di oscillazione (0,2 mm).</p> <p data-bbox="669 580 1105 635">La tolleranza generale di rettilineità della generatrice del cilindro è di 0,2 mm.</p>

