

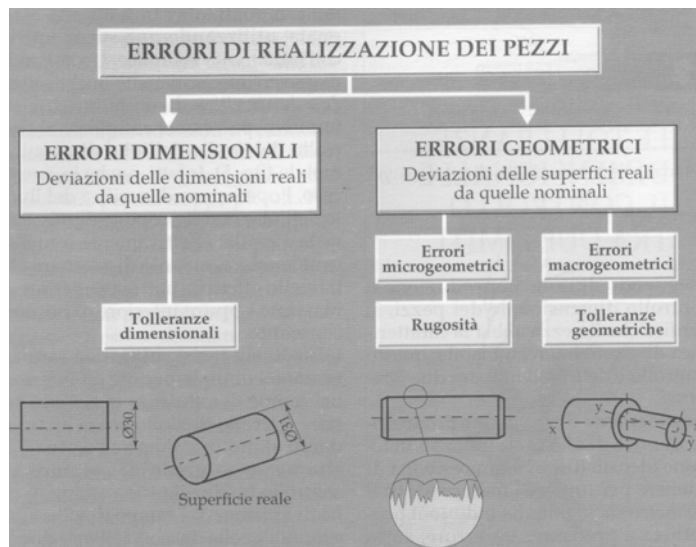
## Le tolleranze geometriche

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



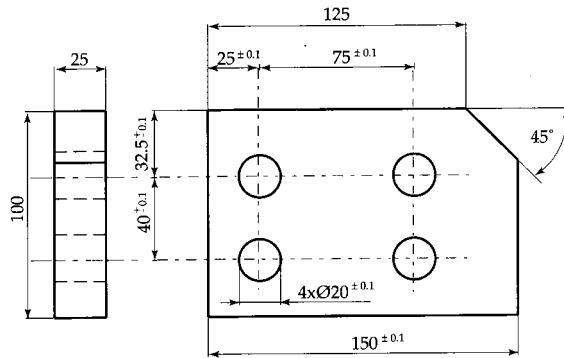
### Introduzione

#### Classificazione dei difetti (errori) di fabbricazione



## tolleranze geometriche: premessa

Motivazioni per l'uso delle tolleranze geometriche:



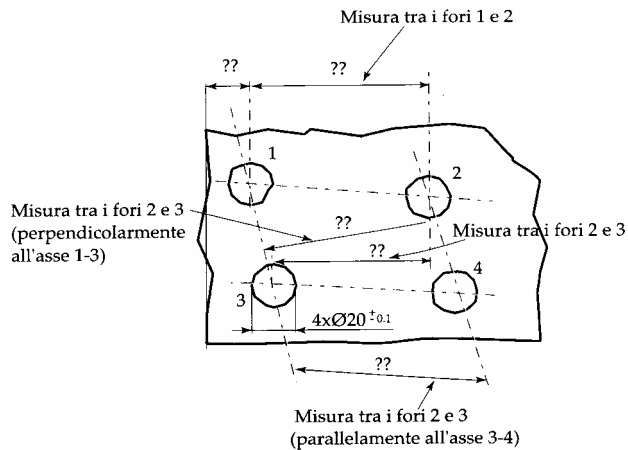
*La specificazione è adeguata?*



## tolleranze geometriche: premessa

Problema n. 1:

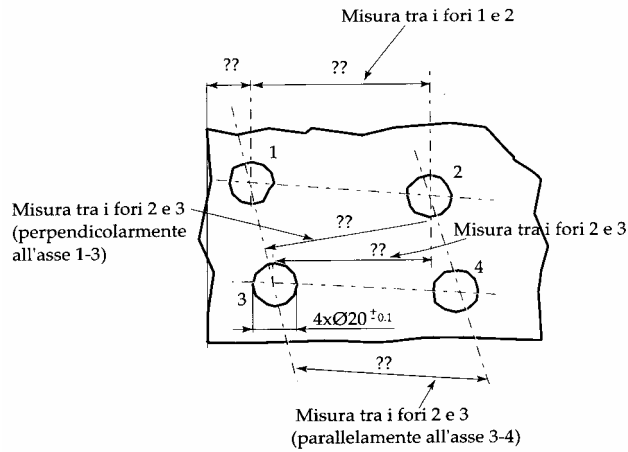
Sono i bordi del pezzo ad essere localizzati rispetto ai fori o viceversa?



## tolleranze geometriche: premessa

Problema n. 2:

Qual è l'orientamento del pezzo corretto per controllare le tolleranze dimensionali?

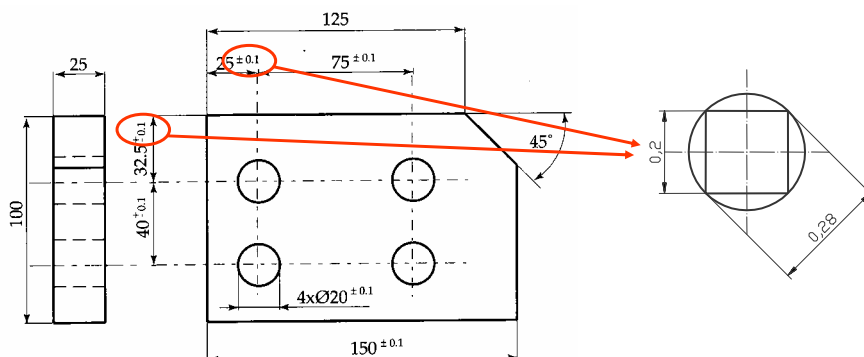


## tolleranze geometriche: premessa

Problema n. 3:

La zona di tolleranza dell'asse del foro è quadrata mentre la forma del foro è circolare.

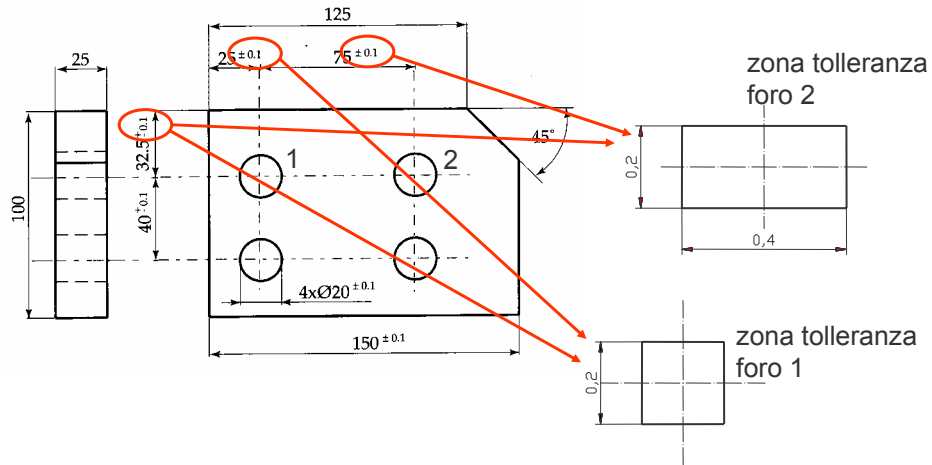
Qual'è la dimensione critica della zona di tolleranza (lato del quadrato o diagonale del quadrato)?



## tolleranze geometriche: premessa

Problema n. 4:

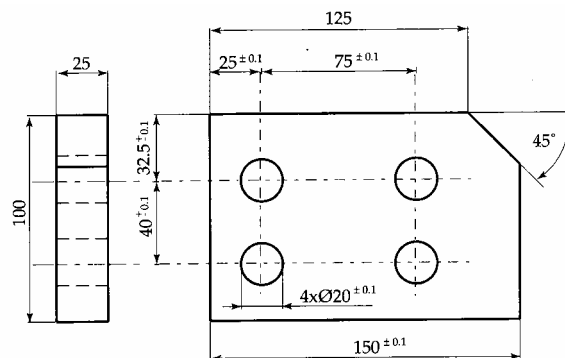
La quotatura determina l'accumulo dell'errore sulla posizione dei fori.



## tolleranze geometriche: premessa

In breve:

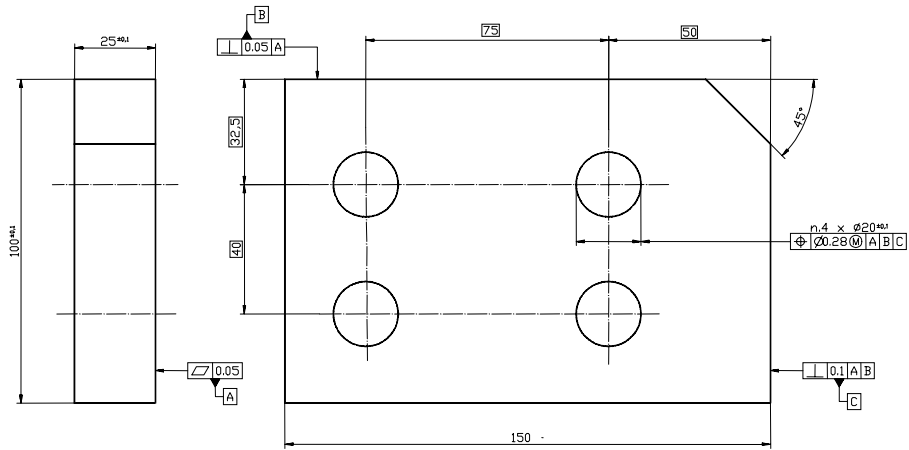
una specificazione ambigua può portare scartare il prezzo perché non conforme alle tolleranze prescritte a disegno anche se in pratica accettabile e funzionante e viceversa!



## tolleranze geometriche: premessa

Soluzione:

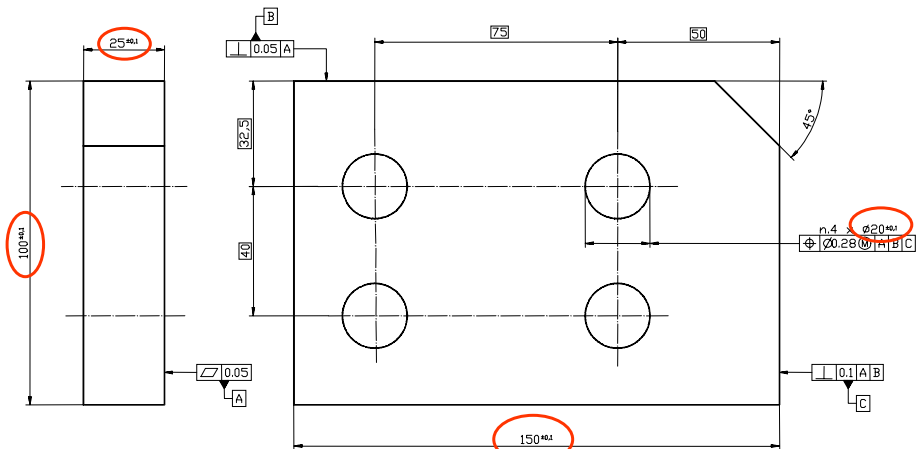
adottare una specificazione non ambigua mediante l'uso corretto delle tolleranze dimensionali e geometriche...



## tolleranze geometriche: premessa

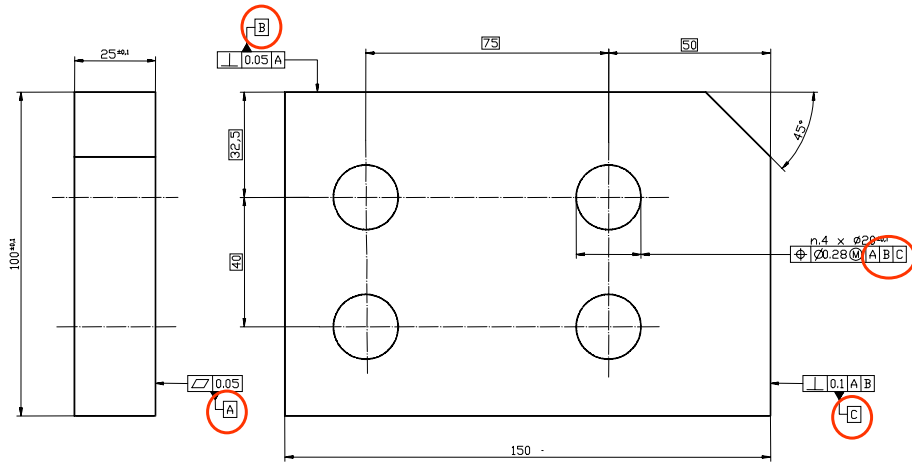
Specificazione corretta, completa e coerente:

1) Tolleranze dimensionali utilizzate solo per definire le dimensioni degli elementi e gli ingombri



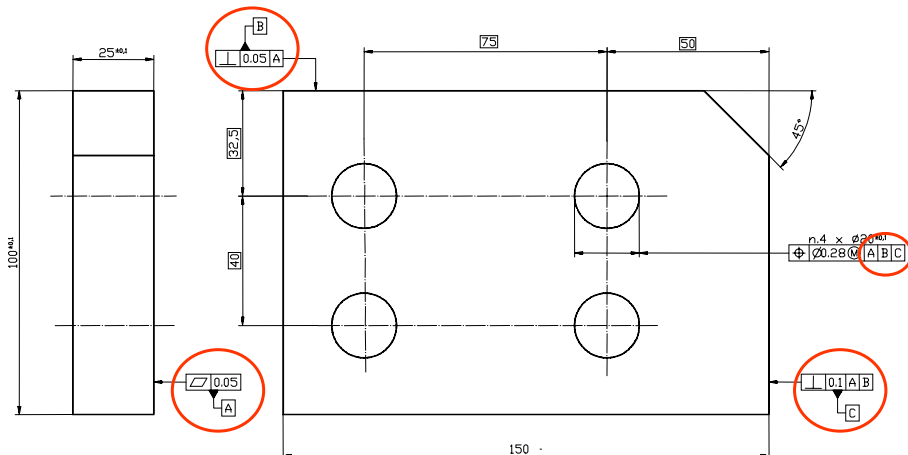
## tolleranze geometriche: premessa

2) Indicazione esplicita di un sistema di riferimento a tre piani ortogonali rispetto i quali localizzare in maniera univoca gli assi dei fori.



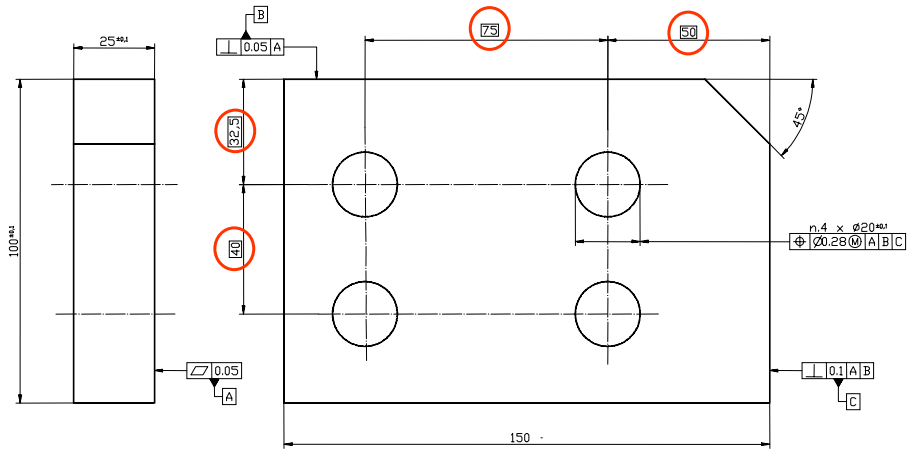
## tolleranze geometriche: premessa

3) Gli elementi di riferimento sono "qualificati" e organizzati gerarchicamente



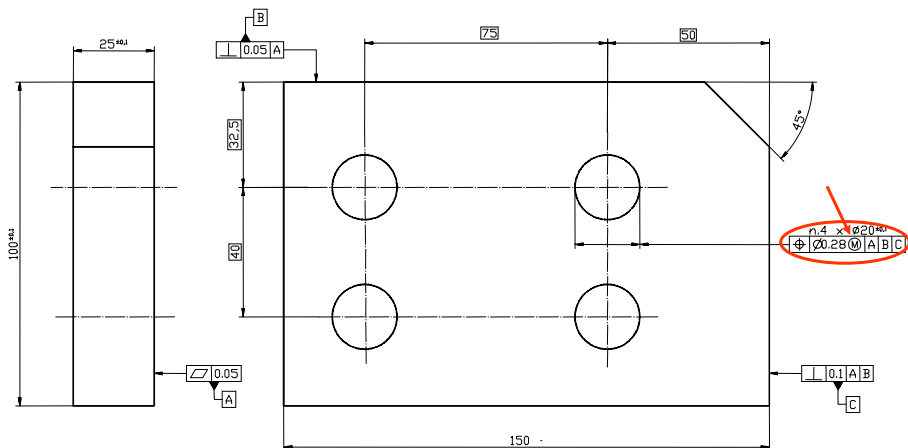
## tolleranze geometriche: premessa

- 4) Quote teoricamente esatte definiscono la **posizione** teorica delle feature rispetto al sistema di riferimento.



## tolleranze geometriche: premessa

- 5) Le zone di tolleranza dei fori sono definite mediante tolleranza di localizzazione (di forma cilindrica).  
È possibile ampliarle ulteriormente applicando la condizione di massimo materiale.



## Introduzione

La norma UNI EN ISO 1101:2006 è una norma GPS, in accordo alla ISO/TR 14638 (Masterplan). Essa influisce sulle maglie n.1 e n.2 delle catene di norme relative alla forma, orientamento, posizione ed oscillazione e sulla maglia n.1 della catena relativa ai riferimenti (datum).

Riferimenti normativi.

ISO 128-24:1999	ISO/TS 12780-1:2003
ISO 1660:1987	ISO/TS 12780-2:2003
ISO 2692: 2006	ISO/TS 12781-1:2003
ISO 5458:1998	ISO/TS 12781-2:2003
ISO 5459:1981	ISO 14660-1:1999
ISO 8015:1985	ISO 14660-2:1999
ISO 10578:1992	ISO/TS 17450-2:2002
ISO 10579:1993	
ISO/TS 12180-1:2003	
ISO/TS 12180-2:2003	
ISO/TS 12181-1:2003	
ISO/TS 12181-2:2003	



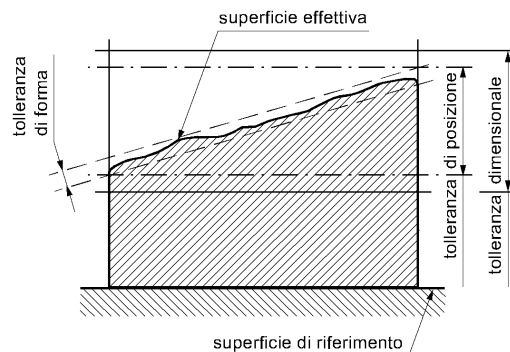
## Definizioni e concetti base

La zona di **tolleranza geometrica** definisce una porzione di spazio (in 2D o 3D) limitato da una o più linee o superfici geometriche perfette, e caratterizzato da una dimensione lineare, denominata tolleranza.

Per elemento geometrico si intende un punto, una linea o una superficie, integrali o derivati (secondo ISO 14660-1).

Una tolleranza geometrica applicata ad un elemento geometrico definisce la zona all'interno della quale l'elemento geometrico deve essere contenuto.

Le tolleranze geometriche devono essere specificate in accordo a requisiti funzionali e possono essere influenzate inoltre da requisiti derivanti dai metodi di fabbricazione ed ispezione.





## Area delle zone di tolleranza geometrica

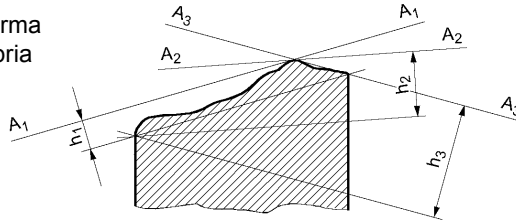
La zona di tolleranza può essere:

- l'area interna ad una circonferenza;
- l'area compresa fra due circonferenze concentriche;
- l'area compresa fra due rette parallele o tra due linee fra loro equidistanti;
- lo spazio compreso fra due piani paralleli ovvero fra due superfici fra loro equidistanti;
- lo spazio interno ad un cilindro o lo spazio compreso fra due cilindri coassiali;
- lo spazio interno ad una sfera;
- (lo spazio interno ad un parallelepipedo)

L'elemento geometrico posto in tolleranza può assumere qualsiasi forma ed orientamento all'interno della propria zona di tolleranza.

La tolleranza si intende applicata all'intero elemento geometrico cui è riferita.

Le tolleranze geometriche che richiedono la definizione di un datum NON limitano la geometria del datum stesso.



## Segni grafici (UNI 7226-1:1986)

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	↗↘



## Segni grafici delle caratteristiche geometriche (1) (ISO 1101:2004)

Tolerances	Characteristics	Symbol	Datum needed
Form	Straightness	—	no
	Flatness	▭	no
	Roundness	○	no
	Cylindricity	⊘	no
	Profile any line	⤿	no
	Profile any surface	⤿	no
Orientation	Parallelism	//	yes
	Perpendicularity	⊥	yes
	Angularity	∠	yes
	Profile any line	⤿	yes
	Profile any surface	⤿	yes

Cont.



## Segni grafici delle caratteristiche geometriche (2) (ISO 1101:2004)

Tolerances	Characteristics	Symbol	Datum needed
Location	Position	⊕	yes or no
	Concentricity (for centre points)	⊙	yes
	Coaxiality (for axes)	⊙	yes
	Symmetry	≡	yes
	Profile any line	⤿	yes
	Profile any surface	⤿	yes
Run-out	Circular run-out	↗	yes
	Total run-out	↗	yes



## Segni grafici aggiuntivi

ISO 1101:2004

UNI 7226-1:1986

DESCRIZIONE	SEGNO GRAFICO	
Indicazione di elemento con tolleranza	diretta	
	mediante lettera	
Indicazione di elemento di riferimento	diretta	
	mediante lettera	
Dimensione teoricamente esatta		
Zona di tolleranza proiettata		
Condizione di massimo materiale		

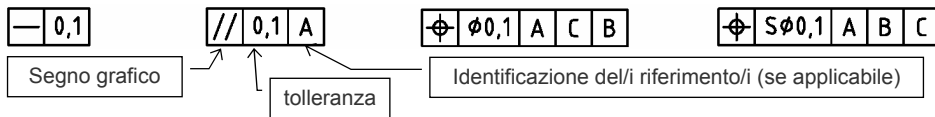
Description	Symbol	Reference
Toleranced feature indication		Clause 7
Datum feature indication		Clause 9 and ISO 5459
Datum target indication		ISO 5459
Theoretically exact dimension		Clause 11
Projected tolerance zone		Clause 13 and ISO 10578
Maximum material requirement		Clause 14 and ISO 2692
Least material requirement		Clause 15 and ISO 2692
Free state condition (non-rigid parts)		Clause 16 and ISO 10579
All around (profile)		Subclause 10.1
Envelope requirement		ISO 8015
Common zone		Subclause 9.5
Minor diameter		Subclause 10.2
Major diameter		Subclause 10.2
Pitch diameter		Subclause 10.2
Line element		Subclause 18.9.4
Not convex		Subclause 6.3
Any cross-section		Subclause 18.13.1

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA - DAUR  
LABORATORIO DI DISEGNO E METODI DELL'INGEGNERIA INDUSTRIALE

Fig. Simboli conchietti

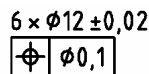
## Indicazione tolleranze geometriche

Riquadri delle tolleranze geometriche:



Il valore della tolleranza va espresso nell'unità di misura utilizzata sul disegno e la stessa tolleranza viene preceduta dal segno caratteristico  $\varnothing$  se è circolare o  $S\varnothing$  se è sferica; quali lettere di riferimento si usano quelle maiuscole latine.

Quando la tolleranza si applica a più feature si utilizza il simbolo  $\times$ .

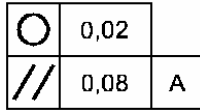


## Indicazione tolleranze geometriche

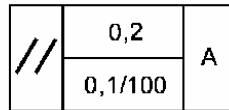
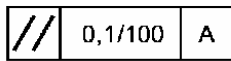
Altre informazioni devono essere specificate vicino al riquadro di tolleranza.



Per un elemento geometrico possono essere definite più specifiche di tolleranza.



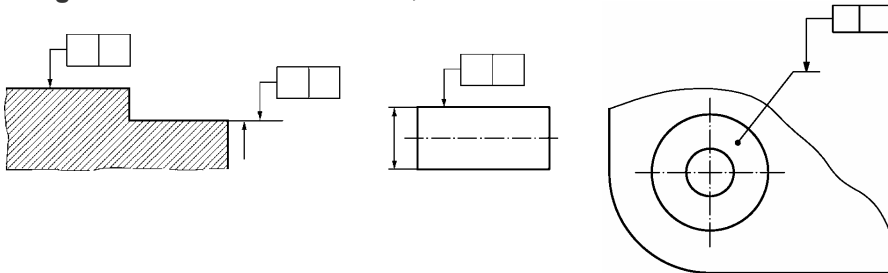
Prescrizioni restrittive:



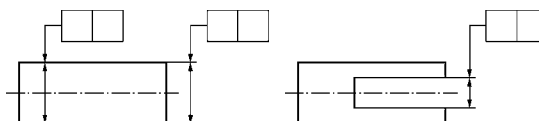
## Indicazione tolleranze geometriche

Elementi geometrici posti in tolleranza.

**Integrali:** *indicazione su contorno, estensione o linea di richiamo*

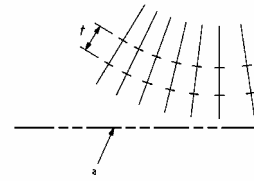
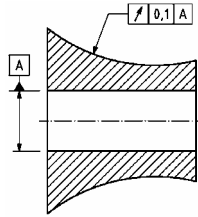


**Derivati:** *indicazione su estensione della linea di misura*



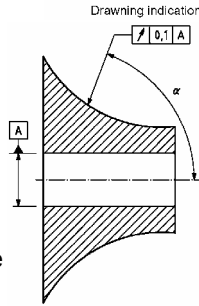
## Direzione delle zone di tolleranza geometrica

La dimensione della zona di tolleranza si applica in direzione normale all'elemento geometrico cui si riferisce.

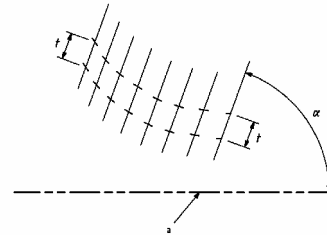


<sup>a</sup> Datum A.  
Interpretation

Altrimenti ne deve essere specificata la direzione mediante indicazione dell'angolo  $\alpha$  (anche se pari a  $90^\circ$ ).



Drawing indication



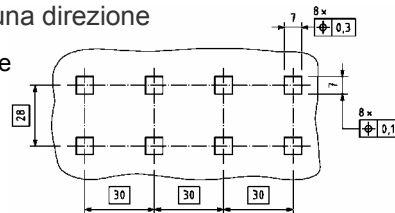
<sup>a</sup> Datum A.  
Interpretation

NOTA.  
Nel caso della circolarità la zona di tolleranza appartiene ad un piano perpendicolare all'asse nominale.

## Direzione delle zone di tolleranza geometrica

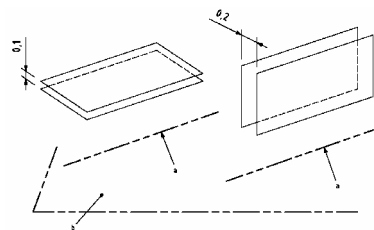
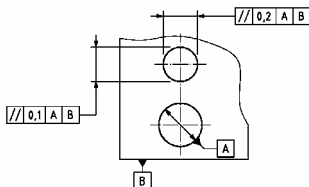
Elementi in tolleranza: punto (centro), linea media, superficie media con zona di tolleranza in una direzione

La direzione della zona di tolleranza di posizione si basa sul sistema di dimensioni teoricamente esatte (TED) ed è a  $0^\circ$  o  $90^\circ$  in accordo alla direzione delle frecce delle linee di misura.



La direzione della zona di tolleranza di orientamento è a  $0^\circ$  o  $90^\circ$  in accordo alla direzione delle frecce delle linee di misura.

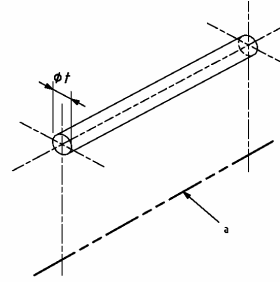
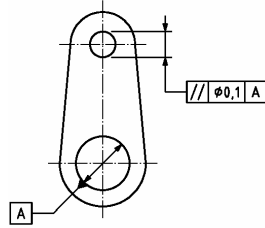
Quando sono specificate due zone di tolleranza, queste sono tra loro perpendicolari.



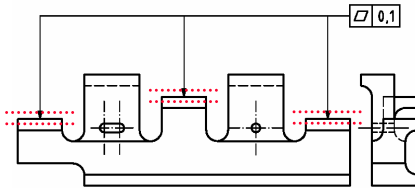
a) Tolerance 0,1      b) Tolerance 0,2

## Altre generalità sulle zone di tolleranza geometrica

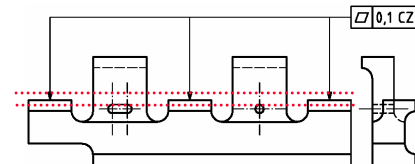
La presenza del simbolo  $\varnothing$  determina la forma della zona di tolleranza.



Per zone di tolleranza, di pari dimensione, applicate a **single** feature si può utilizzare una specifica unica.



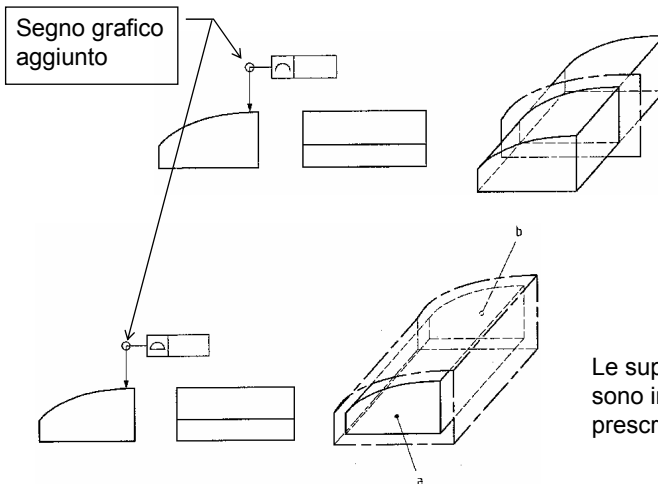
Per una **singola zona** di tolleranza applicata a singole feature si deve utilizzare il simbolo "CZ" (Common Zone).



## Altre generalità sulle zone di tolleranza geometrica

### Indicazioni supplementari:

Se una prescrizione di forma è applicata all'intero profilo o superficie corrispondenti al contorno della vista rappresentata, l'indicazione si completa come segue:

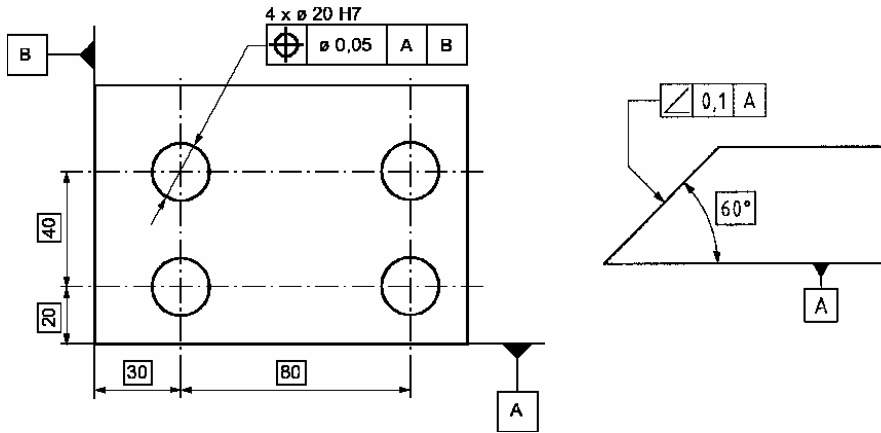


Le superfici a e b non sono interessate dalla prescrizione.



## Dimensioni teoricamente esatte

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



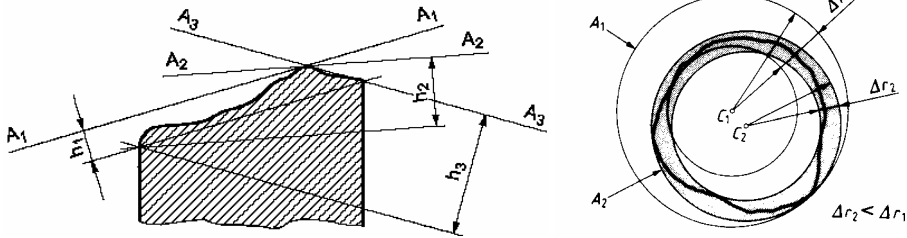
## Forma nella UNI 7226-1:1986

		TOLLERANZE	CARATTERISTICA OGGETTO DI TOLLERANZA	SEGNO GRAFICO
Tolleranze di forma	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	⤿
Tolleranze di posizione (e...)	Su elementi orientamento	Tolleranze di orientamento	Parallelismo	//
			Perpendicolarità	⊥
			Inclinazione	∠
	Su elementi di posizione	Tolleranze di posizione	Localizzazione	⊕
			Concentricità e coassialità	⊙
			Simmetria	≡
	Su elementi di oscillazione	Tolleranze di oscillazione	Oscillazione circolare	↗
			Oscillazione totale	↗↘



## Tolleranze geometriche di forma

La **tolleranza di forma** limita gli scostamenti di un elemento geometrico dalla sua forma nominale o ideale. La superficie geometrica ideale deve essere sistemata in modo che la distanza del punto reale più lontano da essa sia minima.



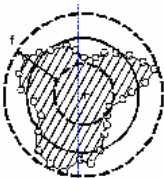
La forma di un elemento è corretta quando la distanza di tutti i suoi punti da una superficie geometrica ideale tangente all'elemento stesso è minore o uguale alla tolleranza prefissata



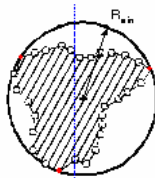
## Tolleranze geometriche di forma

Diversi metodi di interpretazione della deviazione di circolarità:

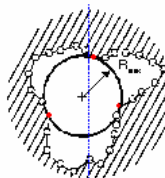
a) LSCL



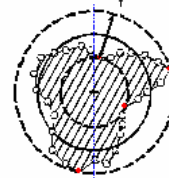
b) MCCI



c) MICI



d) MZCI



### Definizione ISO 1101

**LSCL** cerchio di riferimento medio dei minimi quadrati  
**MCCI** cerchio di riferimento minimo circoscritto  
**MICI** cerchio di riferimento massimo inscritto  
**MZCI** cerchi di riferimento della zona minima

— Substitute element  
 + Center of substitute circle  
 o Sampled point  
 • Sampled point, defining the substitute element

f Form deviation  
 R Radius





## Tolleranze geometriche di forma: RETTILINEITÀ

### Rettilineità:

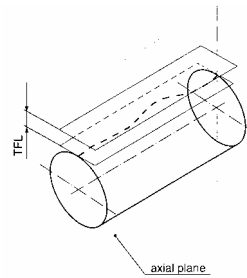
A che elementi geometrici si applica?

- **assi e generatrici** di elementi cilindrici (o conici)
- profili lineari su **superfici piane**

A cosa serve?

A limitare la deviazione dalla rettilineità di:

- linee su superfici "integrali" (piani o superfici "rigate: cilindri, coni) o
- elementi "derivati" (assi).

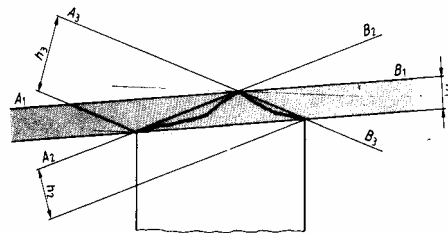
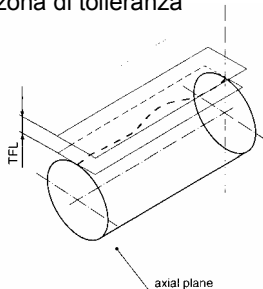
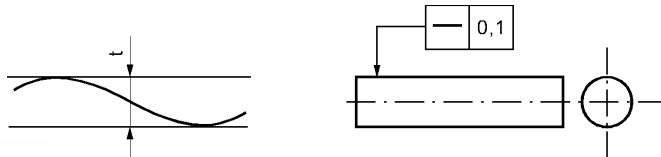


## Tolleranze geometriche di forma

### RETTILINEITÀ (della generatrice del cilindro)

La zona di tolleranza è limitata da due rette parallele distanti  $t$

Ogni generatrice  
deve essere  
contenuta nella  
zona di tolleranza



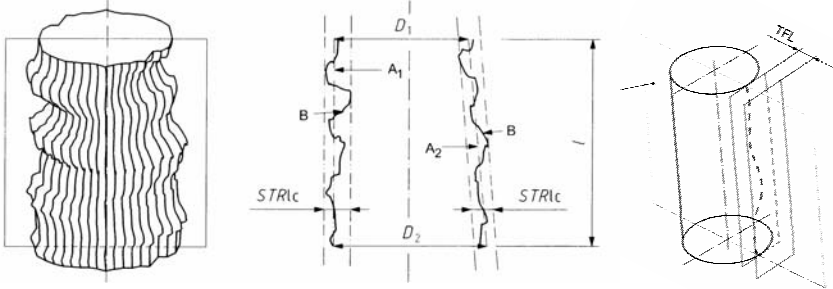
Orientamento possibile della linea tangente  $A_1 - B_1$   $A_2 - B_2$   $A_3 - B_3$   
 Distanze corrispondenti  $h_1$   $h_2$   $h_3$   
 Nel caso della figura  $h_1 < h_2 < h_3$



## Tolleranze geometriche di forma: RETTILINEITÀ

**Rettilineità** (della generatrice del cilindro)

La zona di tolleranza è limitata da due rette parallele distanti  $t$



Ogni generatrice deve essere contenuta nella zona di tolleranza

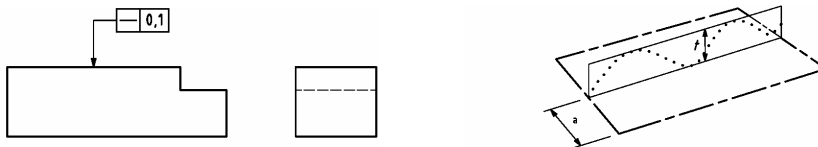


## Tolleranze geometriche di forma

**RETTILINEITÀ'** (di una linea sulla superficie)

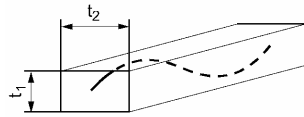
La zona di tolleranza è limitata da due rette parallele distanti  $t$

ed è contenuta in un piano parallelo al piano di proiezione.

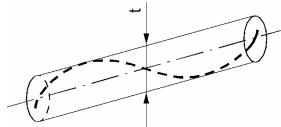


## Tolleranze geometriche di forma

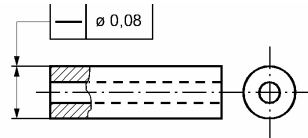
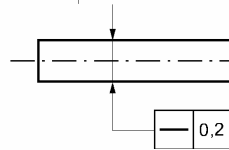
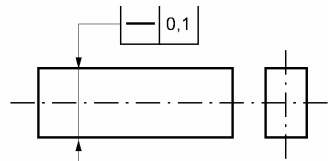
### RETTILINEITA' (dell'asse di simmetria)



La zona di tolleranza è limitata da un parallelepipedo avente dimensioni trasversali  $t_1$  e  $t_2$



La zona di tolleranza è limitata dal cilindro avente diametro  $t$



L'asse di simmetria deve essere contenuto nella zona di tolleranza

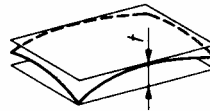


## Tolleranze geometriche di forma: PLANARITÀ

### Planarità:

A che elementi geometrici si applica?

- a superfici piane



A cosa serve?

A limitare la deviazione dalla planarità di:

- sedi di guarnizioni e tenute
- superfici di accoppiamento in componenti di assemblaggi

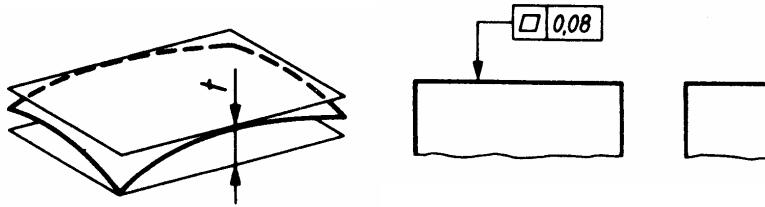
A qualificare superfici da utilizzare come riferimenti (datum)



## Tolleranze geometriche di forma

### PLANARITA' (della superficie)

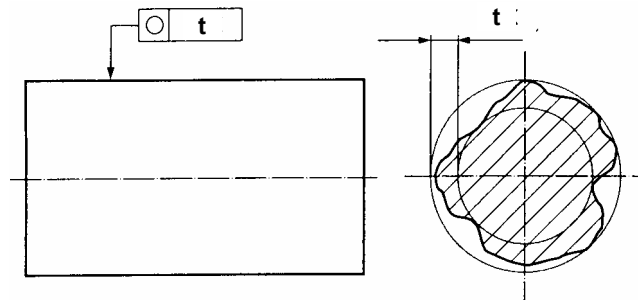
La zona di tolleranza è limitata da due piani paralleli distanti  $t$



## Tolleranze geometriche di forma

### CIRCULARITA' (del profilo)

La zona di tolleranza è limitata, nel piano considerato perpendicolare all'asse di simmetria, da due cerchi concentrici distanti  $t$

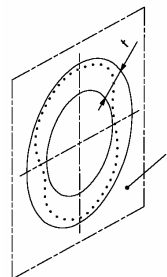


## Tolleranze geometriche di forma: CIRCULARITÀ

### Circularità:

A che elementi geometrici si applica?

- a (sezioni di) superfici **cilindriche**
- a (sezioni di) superfici **coniche**



A cosa serve?

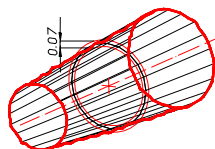
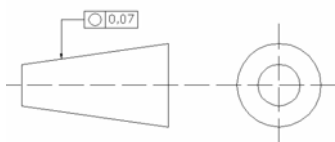
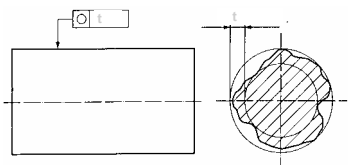
A limitare lobatura / ovalizzazione delle sezioni di cilindri e coni.



## Tolleranze geometriche di forma: CIRCULARITÀ

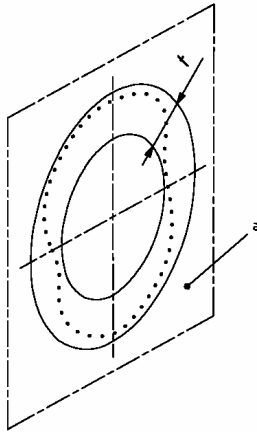
### Circularità (del profilo)

La zona di tolleranza è limitata, nel piano considerato perpendicolare all'asse di simmetria, da due cerchi concentrici distanti  $t$

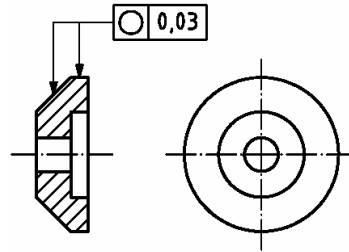


# Tolleranze geometriche di forma

## CIRCULARITA' (del profilo)



La tolleranza di circolarità si applica similmente per superfici cilindriche e coniche

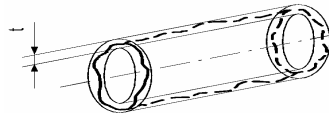


## Tolleranze geometriche di forma: CILINDRICITÀ

### Cilindricità:

A che elementi geometrici si applica?

- a superfici **cilindriche**



A cosa serve?

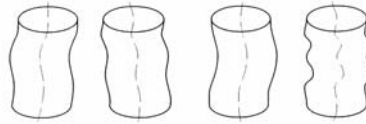
A limitare gli scostamenti di una superficie cilindrica dalla forma perfetta a causa di:

- lobatura / ovalizzazione delle sezioni (vedi circolarità);
- scostamenti dalla rettilineità delle generatrici;
- rastrematura della superficie (errore di parallelismo delle generatrici rispetto all'asse).

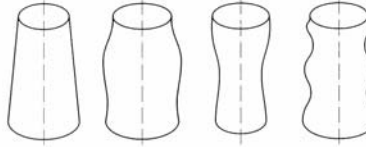


## Tolleranze geometriche di forma: CILINDRICITÀ

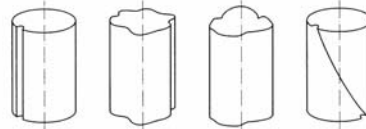
Deformazioni geometriche tipiche per un cilindro



a) Median line deviations



b) Radial deviations



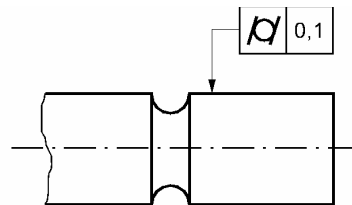
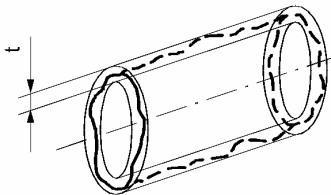
c) Cross-section deviations



## Tolleranze geometriche di forma

CILINDRICITÀ (della superficie)

La zona di tolleranza è limitata da due cilindri coassiali distanti  $t$

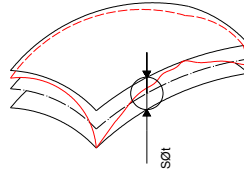


## Tolleranze geometriche di forma: FORMA DI UNA LINEA/SUPERFICIE QUALUNQUE

### Forma di una linea/superficie qualunque:

A che elementi geometrici si applica?

- a linee/superfici a forma libera
- a linee/superfici **composite** (definite da più linee/superfici regolari collegate assieme)



A cosa serve?

A limitare gli scostamenti di linee/superfici da:

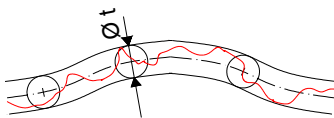
- **forma** perfetta (senza elementi di riferimento);
- **orientazione** (e forma) perfetta (rispetto ad un elemento di riferimento);
- **posizione** (e orientazione e forma) perfetta (rispetto ad un sistema di elementi di riferimento).



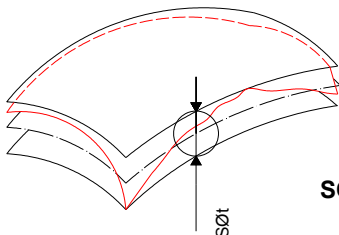
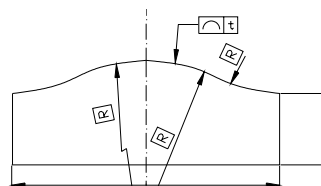
## Tolleranze geometriche di forma: FORMA DI UNA LINEA/SUPERFICIE QUALUNQUE

### Forma di una linea/superficie qualunque (del profilo/della sup.)

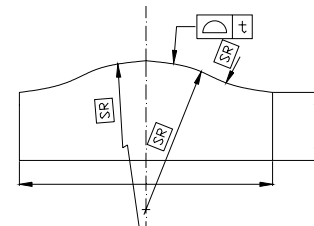
La zona di tolleranza è limitata da due linee/superfici di involuppo delle circonferenze aventi diametro  $t$ , i cui centri sono situati su una linea/superficie avente la forma geometrica corretta.



Nel caso di Linea Qualunque la zona tolleranza appartiene ad un piano parallelo al piano di proiezione



**SOLO FORMA**



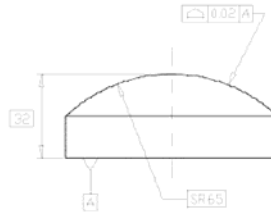


## Tolleranze geometriche di forma: FORMA DI UNA LINEA/SUPERFICIE QUALUNQUE

### Forma di una linea/superficie qualunque (del profilo/della sup.)

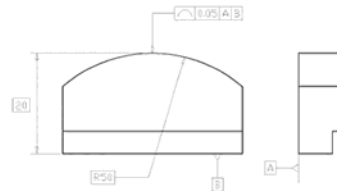
Orientazione della linea/superficie  
rispetto al riferimento A

*controllo anche la forma*



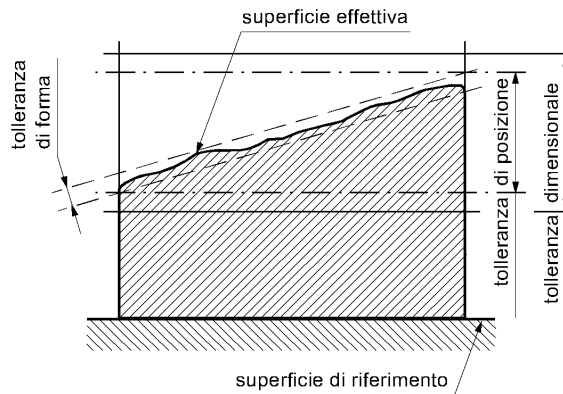
Posizione della linea/superficie  
rispetto ai riferimenti A e B

*controllo anche orientazione e forma*



### 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.

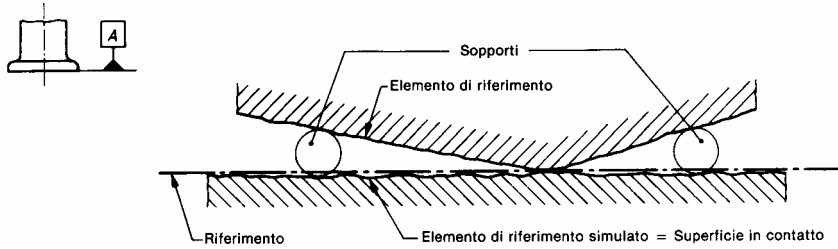


L'elemento di riferimento a sua volta può essere soggetto a tolleranza di forma.

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



## Elementi di riferimento



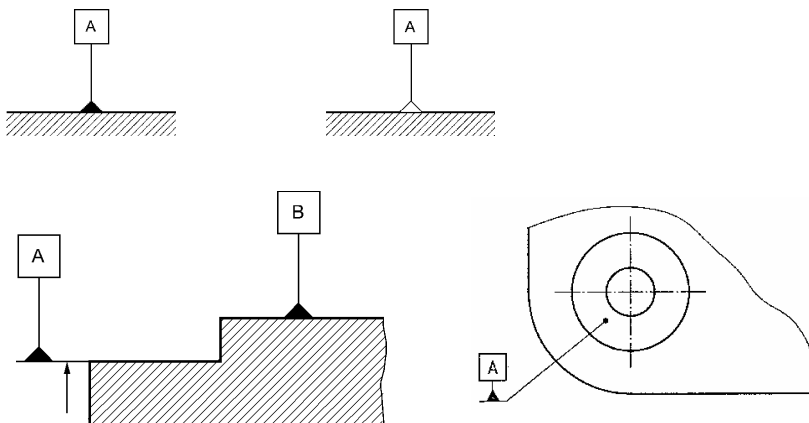
Di preferenza gli elementi di riferimento sono:

- 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

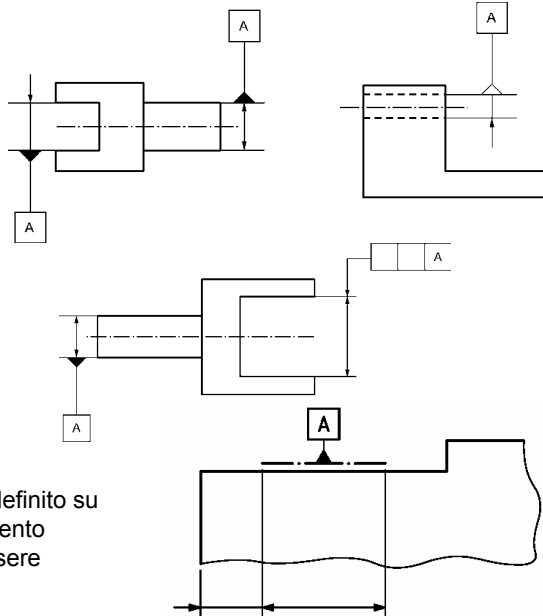
**Elementi geometrici integrali:** indicazione sul contorno, su un'estensione del contorno o su una linea di richiamo



## 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*

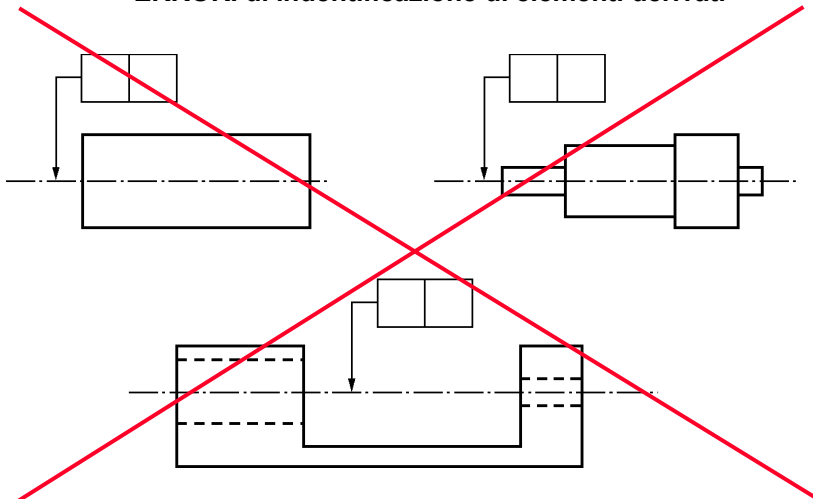


Se l'elemento di riferimento è definito su  
di una parte limitata di un elemento  
geometrico, tale parte deve essere  
individuata e quotata.



## Errate indicazioni dei riferimenti

### ERRORI di indentificazione di elementi derivati

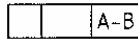


## Elementi di riferimento

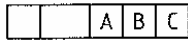
Elemento di riferimento stabilito da un singolo elemento geometrico:



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	
		Forma di una linea qualunque	
Su elementi singoli od associati	Tolleranze di orientamento	Forma di una superficie qualunque	
		Parallelismo	//
Su elementi associati	Tolleranze di orientamento	Perpendicolarità	
		Inclinazione	
		Localizzazione	
	Tolleranze di posizione	Concentricità e coassialità	
		Simmetria	
	Tolleranze di oscillazione	Oscillazione circolare	
		Oscillazione totale	



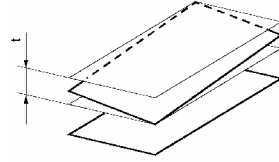
## Tolleranze geometriche di orientamento: parallelismo

Parallelismo:



A che elementi geometrici si applica?

- assi
- linee su superfici (piani, cilindri, ecc.)
- **superfici piane**



A cosa serve?

A limitare l'errore di orientazione ( $0^\circ$ ) di linea/piano rispetto al riferimento.  
Quando è applicata ad una superficie limita anche l'errore di forma di planarità dell'elemento tollerato.

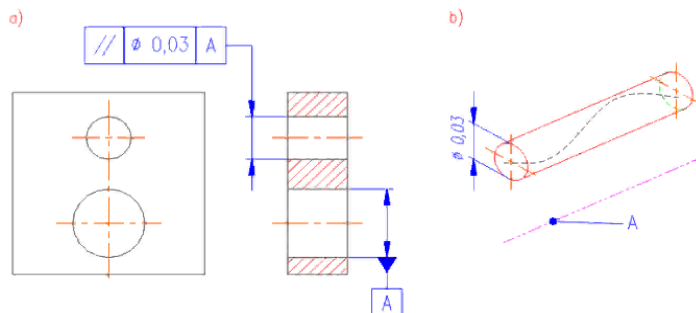


## Tolleranza geometrica di parallelismo

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.

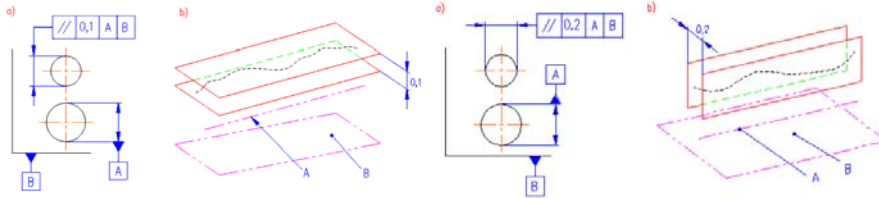
L'asse estratto sarà contenuto all'interno di un volume cilindrico di diametro  $0,03$  mm parallelo alla linea retta di riferimento A



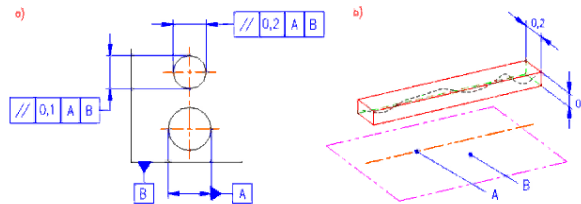
## Tolleranza geometrica di parallelismo

### 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.



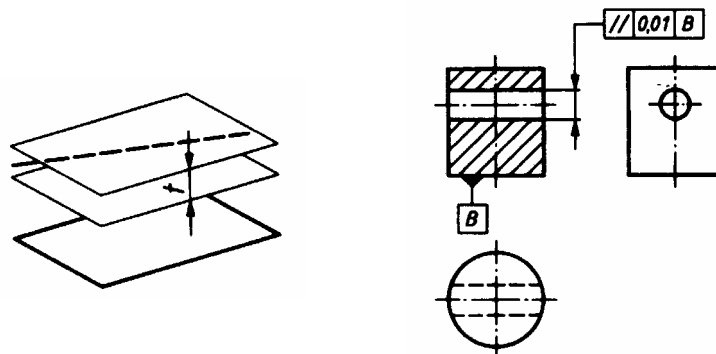
In entrambi i casi l'intervallo di tolleranza è limitato da due piani paralleli. I piani sono paralleli ai riferimenti e in diverse direzioni specificate. La direzione risulta dal posizionamento della linea di misura sul disegno.



## Tolleranza geometrica di parallelismo

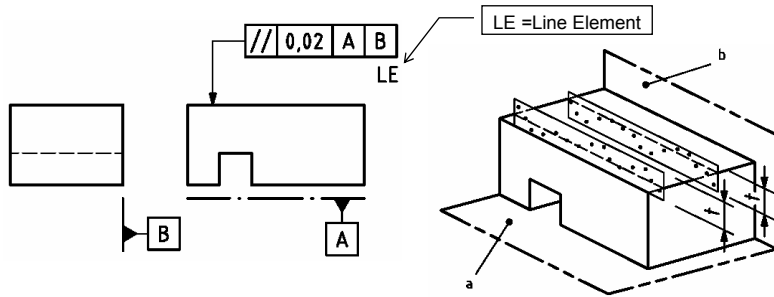
### PARALLELISMO (linea retta rispetto a superficie di riferimento)

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.

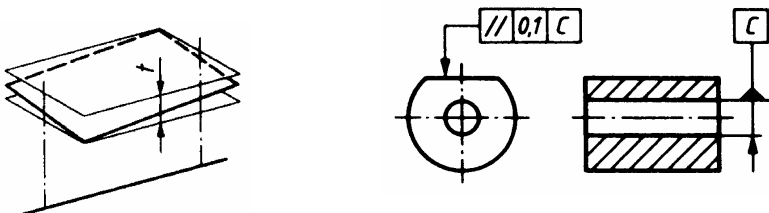
Nell'esempio ogni linea estratta (reale) sarà contenuta tra due linee rette parallele distanziate di  $0,02$  mm, che sono orientate parallelamente rispetto il piano di riferimento A e al riferimento B.



## Tolleranza geometrica di parallelismo

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

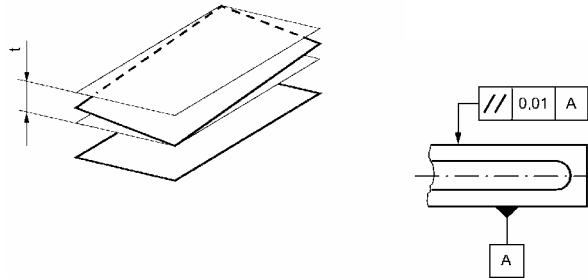
La zona di tolleranza proiettata in un piano è limitata da due piani paralleli distanti  $t$  e paralleli alla retta di riferimento.



## 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.



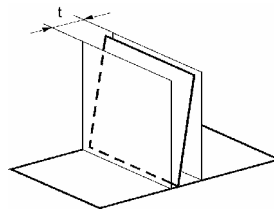
## Tolleranze geometriche di orientamento: perpendicolarità

Perpendicolarità:



A che elementi geometrici si applica?

- assi
- linee su superfici (piani, cilindri, ecc.)
- **superfici piane**



A cosa serve?

A limitare l'errore di orientazione ( $90^\circ$ ) di linea/piano rispetto al riferimento. Quando è applicata ad una superficie limita anche l'errore di forma di planarità dell'elemento tollerato.

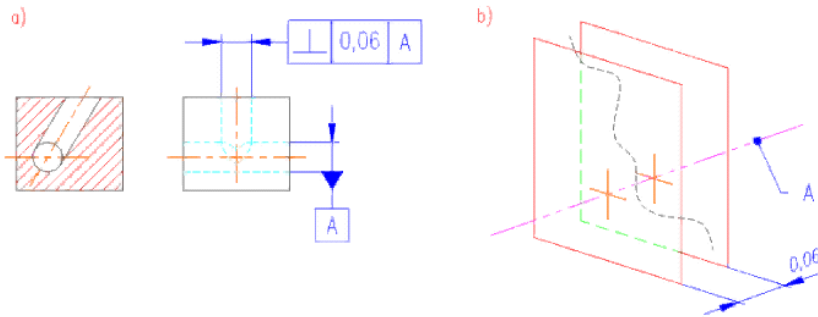




## Tolleranza geometrica di perpendicolarità

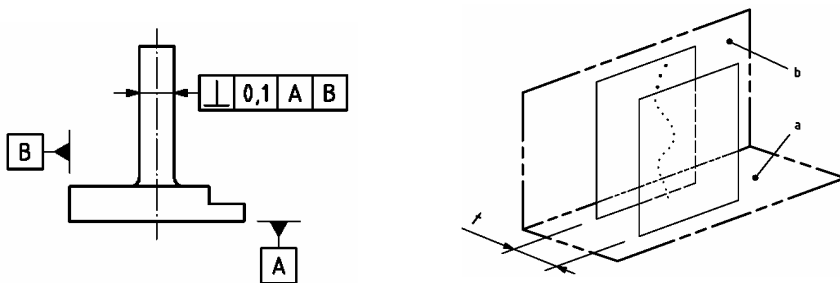
### PERPENDICOLARITA' (linea retta rispetto a retta di riferimento)

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)

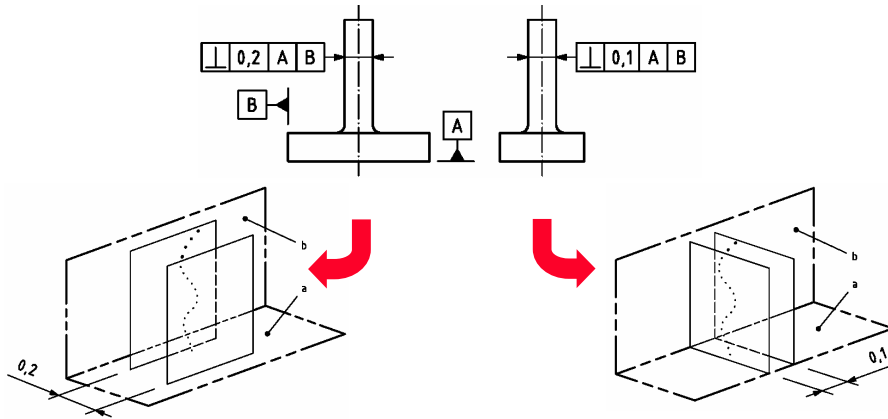


L'asse estratto di un cilindro sarà contenuto tra due piani paralleli distanziati di 0,1mm i quali sono perpendicolari al piano di riferimento A e nella direzione specificata rispetto al piano di riferimento B.



## Tolleranza geometrica di perpendicolarità

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



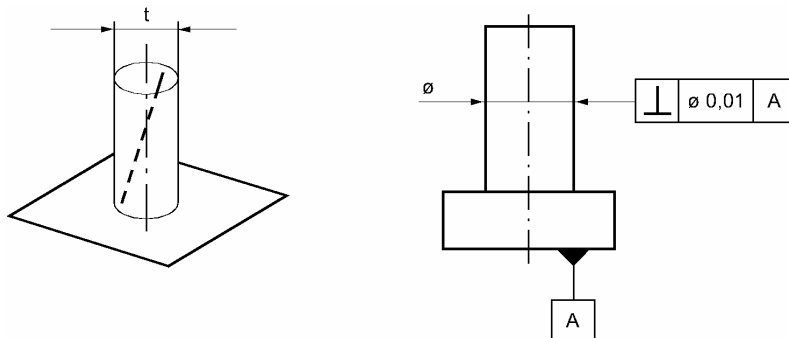
La zona di tolleranza è limitata da due coppie di piani paralleli. Entrambe le coppie sono perpendicolari al piano A. Una coppia è parallela al piano B mentre la seconda è perpendicolare al piano B.



## Tolleranza geometrica di perpendicolarità

PERPENDICOLARITA' (linea retta rispetto a superficie di riferimento)

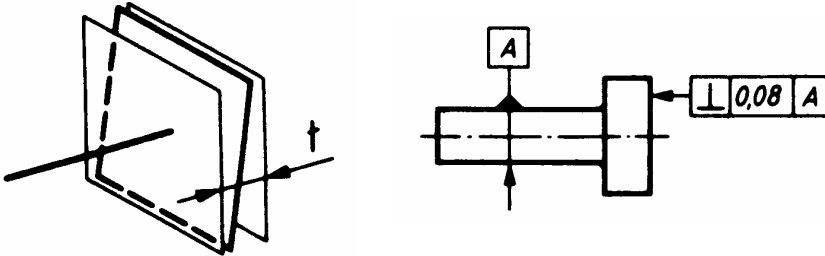
ESEMPIO: La zona di tolleranza è limitata da un cilindro di diametro  $t$  e perpendicolare alla superficie di riferimento.



## Tolleranza geometrica di perpendicolarità

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

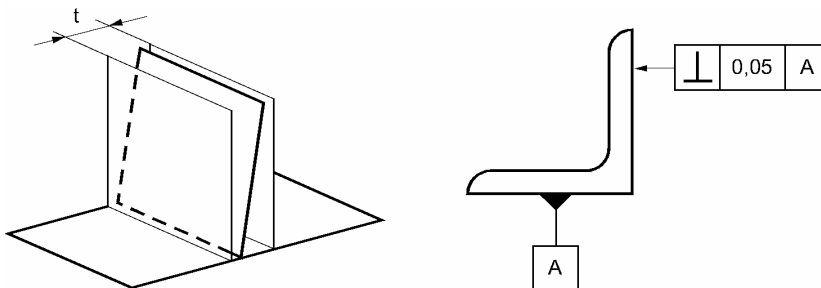
La zona è limitata da due piani paralleli distanti  $t$  e perpendicolari alla retta di riferimento.



## Tolleranza geometrica di perpendicolarità

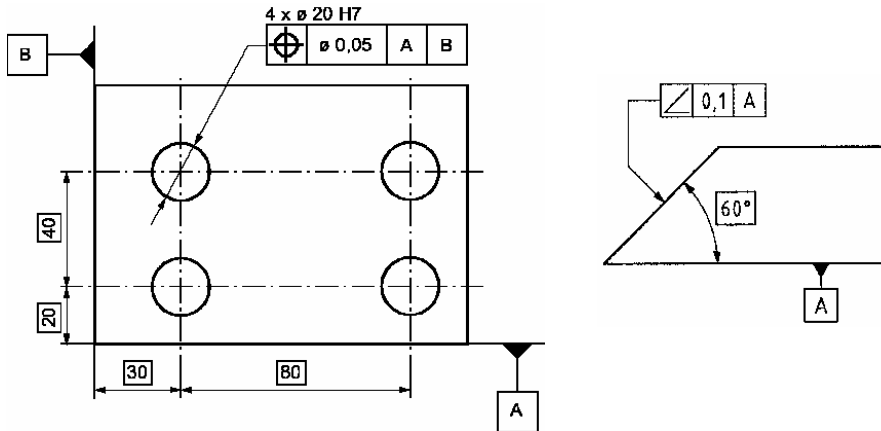
### PERPENDICOLARITA' (superficie rispetto a superficie di riferimento)

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



## Dimensioni teoricamente esatte (richiamo)

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



## Tolleranze geometriche di orientamento: inclinazione

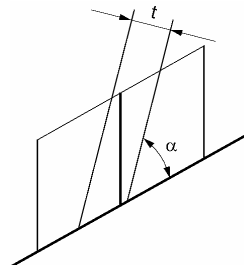
Inclinazione:



A che elementi geometrici si applica?

- assi
- linee su superfici (piani, cilindri, ecc.)
- **superfici piane**

A cosa serve?



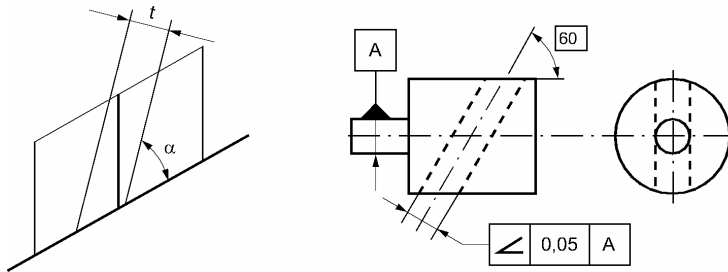
A limitare l'errore di orientazione ( $\neq 0^\circ$ ,  $\neq 90^\circ$ ) di linea/piano rispetto al riferimento. Quando è applicata ad una superficie limita anche l'errore di forma di planarità dell'elemento tollerato.



## 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



## Posizione nella UNI 7226-1:1986

Tolleranze di posizione

TOLLERANZE		CARATTERISTICA OGGETTO DI TOLLERANZA	SEGNO GRAFICO
Su elementi singoli	Tolleranze di forma	Rettilineità	—
		Planarità	▭
		Circularità	○
		Cilindricità	⊘
Su elementi singoli od associati	Tolleranze di forma – orientamento – posizione	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	↗↘



## Tolleranze geometriche di posizione: localizzazione

Localizzazione:



A che elementi geometrici si applica?

- punti
- assi, linee su superfici (piani, cilindri, ecc.)
- superfici piane, piani mediani

A cosa serve?

A limitare la posizione di punto/linea/piano rispetto alla posizione teoricamente esatta dell'elemento tollerato.

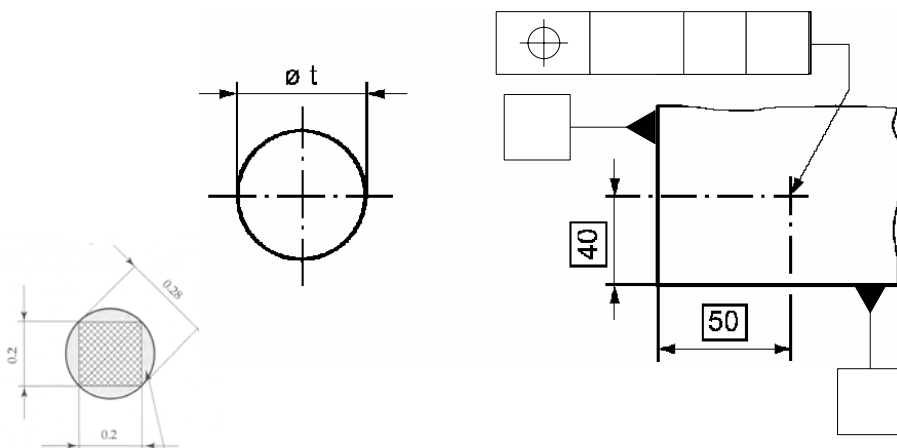
Indirettamente controlla anche l'orientazione (e la forma) di linea/piano rispetto al riferimento primario.



## Tolleranze geometriche

LOCALIZZAZIONE (un punto)

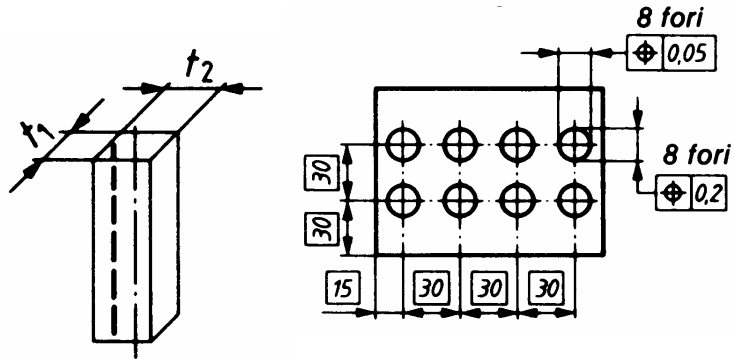
La zona di tolleranza è limitata da un cerchio di diametro  $t$  il cui centro è nella posizione teorica esatta del punto considerato.



## Tolleranze geometriche

### LOCALIZZAZIONE (una linea)

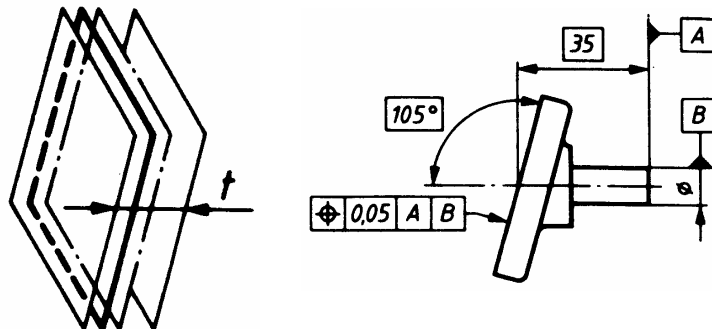
ESEMPIO: La zona di tolleranza è limitata da un parallelepipedo di sezione  $t_1 \times t_2$  il cui asse è nella posizione teorica esatta della linea considerata, se la tolleranza è prescritta in due direzioni perpendicolari tra di loro.



## 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 di posizione: concentricità

**Concentricità:** 

A che elementi geometrici si applica?

- Punti (centri di circonferenze su elementi "sottili")

A cosa serve?

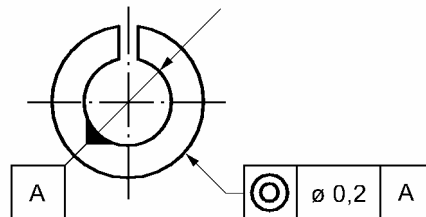
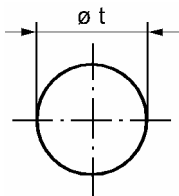
A limitare la posizione del centro di un cerchio rispetto al "centro" di riferimento.



## 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 di posizione: coassialità

Coassialità:



A che elementi geometrici si applica?

- assi

A cosa serve?

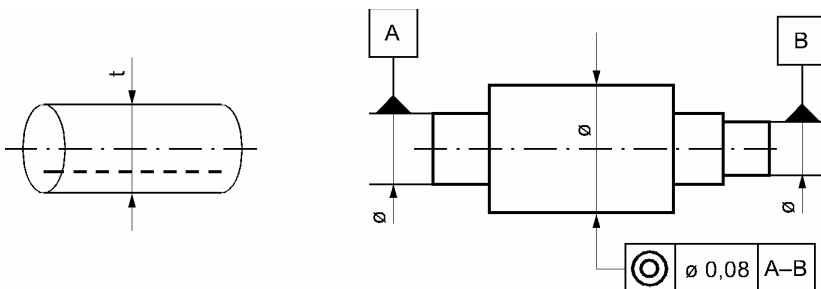
A limitare la posizione dell'asse di un cilindro rispetto all'asse di riferimento.



## Tolleranze geometriche

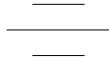
COASSIALITA' (un asse)

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



## Tolleranze geometriche di posizione: simmetria

**Simmetria:**



A che elementi geometrici si applica?

- Elementi derivati (assi o piani mediani)

A cosa serve?

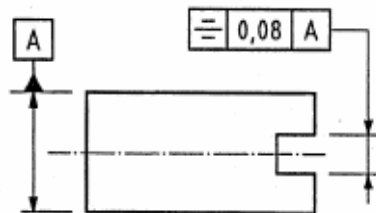
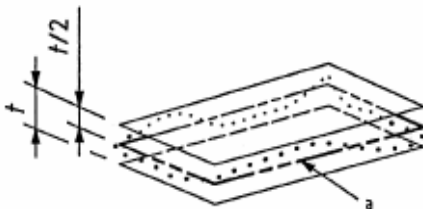
A limitare la posizione dell'elemento derivato (asse o piano medio) di due elementi opposti rispetto al piano di riferimento.



## Tolleranze geometriche

**SIMMETRIA** (di un piano mediano)

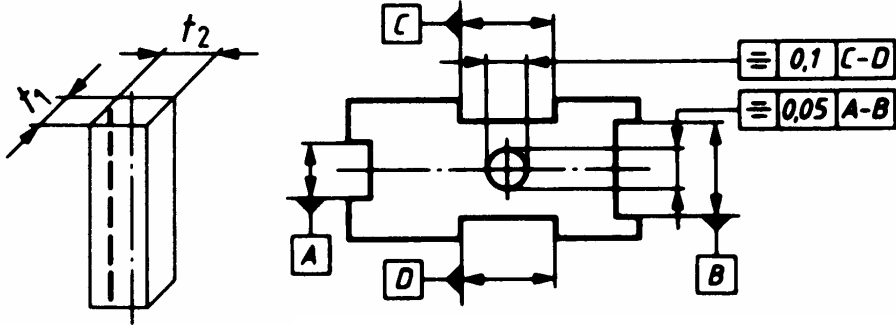
ESEMPIO: La zona di tolleranza è limitata da due piani paralleli distanti  $t$  disposti simmetricamente rispetto al piano mediano di riferimento



## 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.



## Oscillazione nella UNI 7226-1:1986

Tolleranze di oscillazione

TOLLERANZE		CARATTERISTICA OGGETTO DI TOLLERANZA	SEGNO GRAFICO
Su elementi singoli	Tolleranze di forma	Rettilineità	—
		Planarità	▭
		Circularità	○
		Cilindricità	⊘
Su elementi singoli od associati	Tolleranze di forma - orientamento - posizione	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	↗↘



## Tolleranze geometriche di oscillazione: oscillazione circolare

Oscillazione circolare:



A che elementi geometrici si applica?

- A tutti gli elementi circolari (individuali) di elementi assialsimmetrici (riferimento = asse di rivoluzione)

A cosa serve?

- A limitare l'oscillazione dell'elemento tollerato, mentre il pezzo ruota attorno all'asse di riferimento, in direzione radiale o in direzione assiale.
- È una tolleranza composta poiché controlla contemporaneamente forma, posizione e orientazione dell'elemento tollerato.



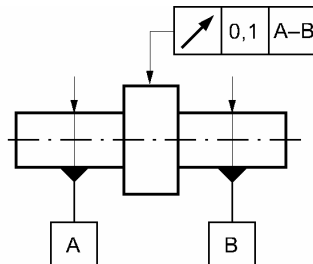
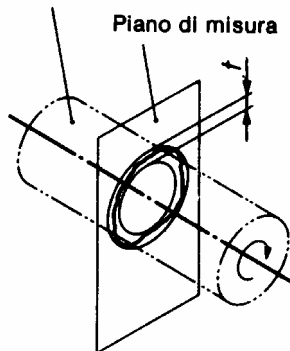
## Tolleranze geometriche

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.

Superficie oggetto  
di tolleranza

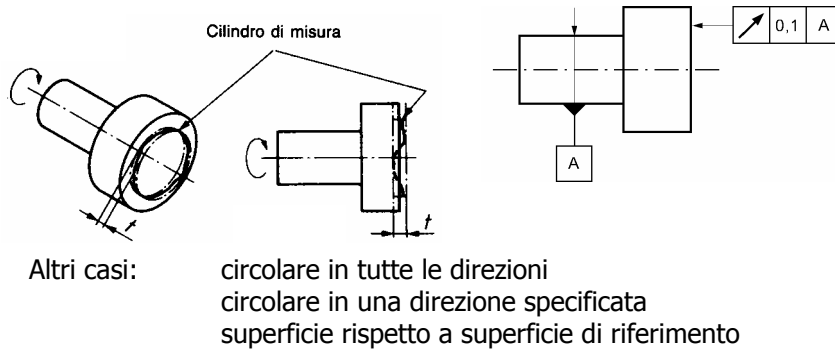
Piano di misura



## 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.



### Tolleranze geometriche di oscillazione: oscillazione totale

Oscillazione totale:



A che elementi geometrici si applica?

- A tutte le superfici di elementi assialsimmetrici (riferimento = asse di rivoluzione)

A cosa serve?

A limitare l'oscillazione dell'intero elemento tollerato, mentre il pezzo ruota attorno all'asse di riferimento, in direzione **radiale** o in direzione **assiale**. È applicata all'intera superficie.

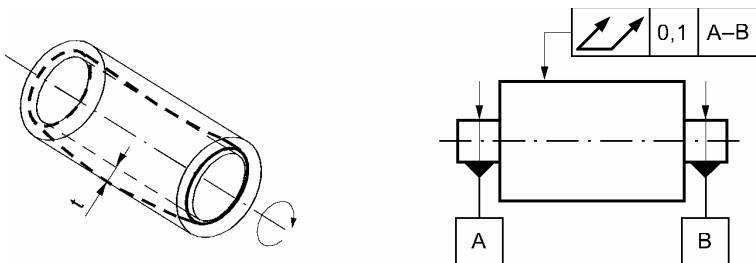
È una tolleranza composta poiché controlla contemporaneamente forma, posizione e orientazione dell'elemento tollerato.



## 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**

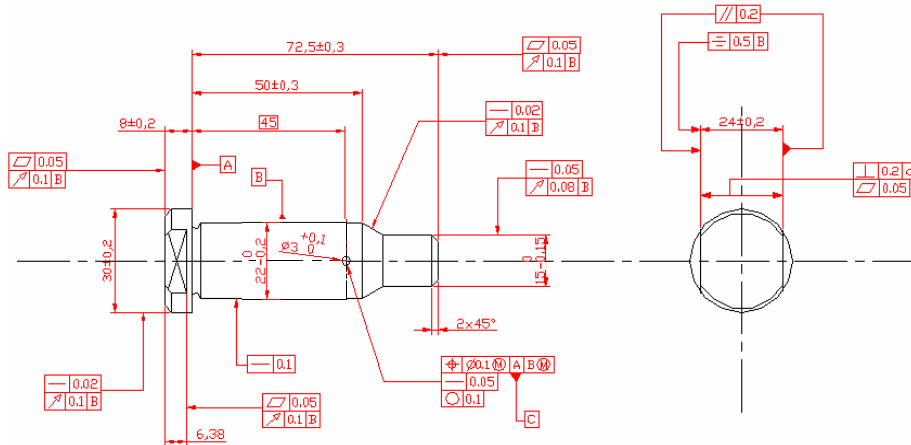


## Tolleranze geometriche

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 assiale 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: premessa



## Tolleranze geometriche generali UNI EN 22768-2:1996

Le tolleranze geometriche generali per elementi isolati:

- rettilineità,
- planarità,
- circolarità.

Le tolleranze geometriche generali per elementi associati:

- parallelismo,
- perpendicolarità,
- simmetria,
- oscillazione circolare.

Le tolleranze geometriche generali **non** si applicano alle seguenti caratteristiche geometriche:

- cilindricità,
- forma di una linea qualunque,
- forma di una superficie qualunque,
- inclinazione,
- coassialità,
- localizzazione,
- oscillazione totale.

Sono fornite tre classi per le tolleranze geometriche generali,  
(designate attraverso le lettere maiuscole H, K, L)



## 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.

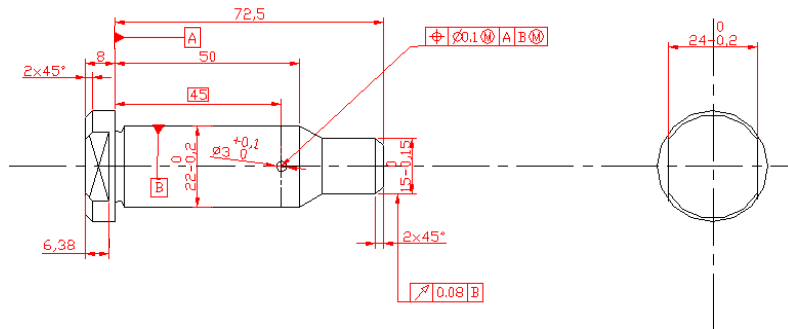


In questo caso particolare la tolleranza più ampia **deve essere indicata** singolarmente vicino alla relativa caratteristica (per esempio, la tolleranza di circolarità di un grande anello di piccolo spessore).





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



Tolleranze generali secondo ISO 2768 - mH



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

Il superamento della tolleranza generale non dovrebbe dare  
origine allo scarto della produzione  
se la sua funzionalità non è compromessa



# Rettilineità e Planarità

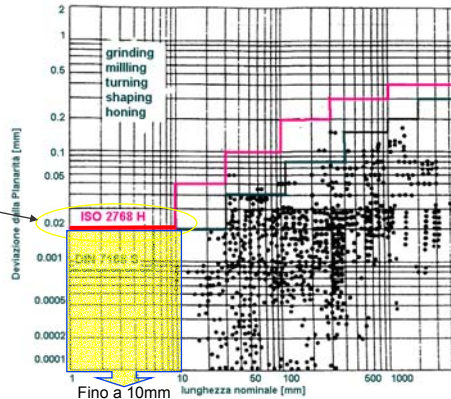
Le tolleranze di planarità e di rettilineità sono specificate nella tabella seguente. Quando una tolleranza è scelta tra quelle in tabella, deve essere riferita:

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



# 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

Tolleranza di circolarità =  
Tolleranza dimensionale

Tolleranza di circolarità ≤  
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>25<sub>0/-0.1</sub></p>	<p>0.1</p>
Tolleranze generali UNI ISO 2768-K	
<p>25</p>	<p>0.2</p>
Tolleranze generali UNI ISO 2768-mK	
<p>La lettera m indica la classe di tolleranza media per gli scostamenti limite, per le tolleranze dimensionali e per dimensioni lineari</p>	

K, 25 mm = 0,2 (osc. cir. rad.)

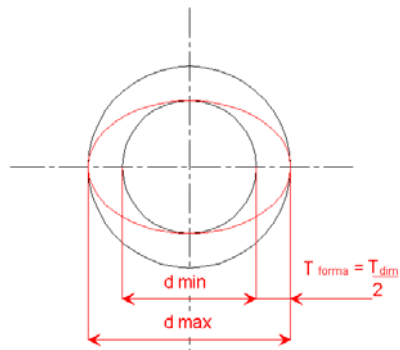
m, 25 mm => ±0,2 (0,4)

## 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 (non stabilite)

Cilindricità  $\cong$  circolarità + rettilineità + parallelismo

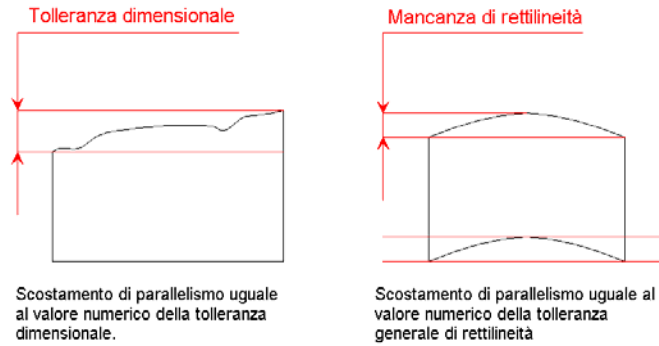
Lo scostamento di cilindricità comprende i tre seguenti scostamenti: scostamento di circolarità, scostamento di rettilineità dell'asse, scostamento di parallelismo delle generatrici opposte.

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

Se la funzionalità dell'oggetto richiede una tolleranza di cilindricità minore allora bisogna indicarlo sull'elemento geometrico.



## Parallelismo



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

Parallelismo = massimo(tolleranza dimensionale, tolleranza di planarità)

Si prende come riferimento la superficie più grande



## 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.

Perpendicolarità  $\geq$  planarità, oscillazione assiale (circolare e totale)



## 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;

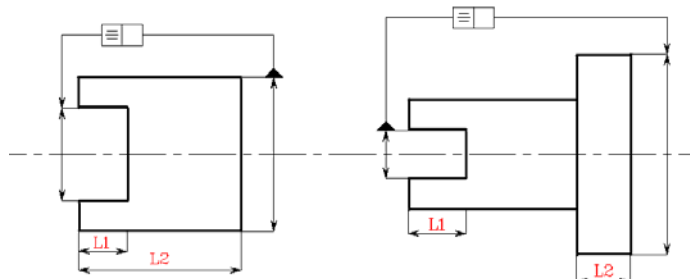
Classe di tolleranza	$\leq 100\text{mm}$	$>100\text{mm}$ $\leq 300\text{mm}$	$>300\text{mm}$ $\leq 1000\text{mm}$	$>1000\text{mm}$ $\leq 3000\text{mm}$
H	0,5			
K	0,6		0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

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 **referimento 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.



## Coassialità e Concentricità (non stabilite)

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.

Oscillazione radiale (circolare o totale)  $\cong$  coassialità o concentricità + cilindricità o circolarità



## 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).



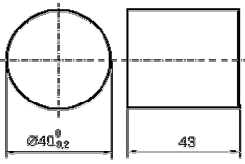
## Oscillazione totale (non stabile)

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

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

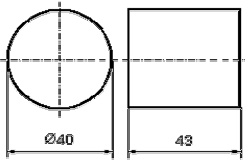


## Esempi

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>Tolleranze secondo <b>ISO 8015</b> Tolleranze generali <b>ISO 2768-cK</b></p>	<p>Tolleranze generali in accordo con l'applicazione della ISO 2768-cK. 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>La tolleranza generale sulla lunghezza del cilindro è di 1,6 mm (scostamento di <math>\pm 0,8</math> mm).</p> <p>La tolleranza generale di circolarità è pari a quella di oscillazione (0,2 mm).</p> <p>La tolleranza generale di rettilineità della generatrice del cilindro è di 0,2 mm.</p>



## Tolleranze Generali Dimensionali

### Obiettivo:

Assicurare una **specificazione completa** (associare tolleranze a tutte le quote) **senza riempire di indicazioni i disegni** (avendo di conseguenza disegni difficili da leggere, difficoltà nel riconoscere le quote critiche, controllo esteso anche alle quote non critiche, aumento dei costi, ecc.)



### UNI EN 22768-1:1996 - Tolleranze generali per dimensioni lineari ed angolari prive di indicazione di tolleranze specifiche

Classe di tolleranza		Scostamenti limite per campi di dimensioni nominali							
Designazione	Denominazione	da 0,5 <sup>1)</sup> 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	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	—
m	media	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
c	grossolana	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$	$\pm 3$	$\pm 4$
v	molto grossolana	—	$\pm 0,5$	$\pm 1$	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	$\pm 4$	$\pm 6$	$\pm 8$

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

Scostamenti limite ammessi per dimensioni lineari, esclusi smussi e raccordi per eliminazione di spigoli (valori in mm)





## Tolleranze Generali Dimensionali

Scostamenti limite ammessi per dimensioni lineari di smussi e raccordi per eliminazione di spigoli (valori in mm)

Classe di tolleranza		Scostamenti limite per campi di dimensioni nominali		
Designazione	Denominazione	da 0,5 <sup>1)</sup> 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.

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					

L'utilizzo delle tolleranze generali dimensionali e la classe di tolleranza scelta vanno indicati in prossimità del riquadro delle iscrizioni:

es.: **Tolleranze generali ISO 2768 - m**



## Elementi di riferimento

### Elementi di riferimento parziali:

Vi sono casi in cui, per definire un riferimento, è opportuno utilizzare solo alcuni punti invece dell'intera superficie, in particolare quando:

- non è pratico usare tutta la superficie
- si sospetta che la superficie possa dondolare o traballare quando appoggiata all'elemento sostitutivo
- per la funzione della parte è necessaria solo una parte della superficie

Esempi: fusioni, fucinati, lamierati, saldature, parti in plastica, ecc.

In questi casi si possono utilizzare dei **datum target** (punti, linee o piani) per realizzare il DRF.

Indicazione: all'interno di una circonferenza divisa da una linea orizzontale.

Nella zona superiore si indica la dimensione del riferimento.

Nella zona inferiore si indica una lettera che indica l'elemento di riferimento e una cifra che indica il numero del riferimento parziale



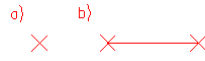
Se dentro al quadrante non c'è posto



## Elementi di riferimento

Se il riferimento parziale è

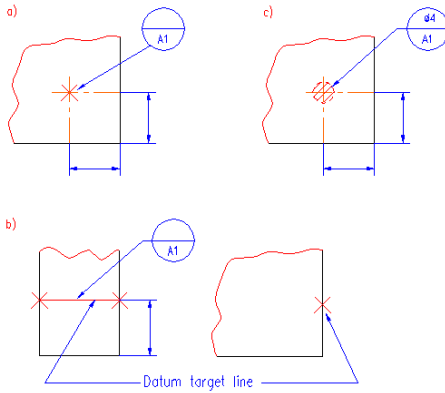
a) un punto, esso è indicato da una croce



b) una linea, esso è indicato da due croci unite da un tratto continuo



c) una zona, esso è indicato da una zona tratteggiata delimitata da un tratto misto fine a due punti



I segni grafici devono essere messi nella vista del disegno che evidenzia più chiaramente la superficie interessata.

Le posizioni dei riferimenti parziali devono essere quotate sulla vista più appropriata.

