COMPARATORE CENTESIMALE

Il comparatore è uno strumento utilizzato per il controllo degli errori di forma di un pezzo e per misure comparative (per differenza) tra le dimensioni di un pezzo in esame e quelle di un pezzo campione.

Il comparatore è quindi uno strumento di confronto o comparazione ed è necessario che, durante l'uso, sia solidale con una base di riferimento. A tale scopo vengono usati appositi supporti.

Il comparatore è munito di un tastatore retrattile, collegato a un indice mobile attraverso un meccanismo di amplificazione. La rotazione dell'indice sul quadrante è proporzionale allo spostamento verticale del tastatore.

Il funzionamento è illustrato in figura 22. Il tastatore viene portato prima sul campione e quindi sul pezzo in esame. Lo spostamento dell'indice sul quadrante esprime in centesimi di mm la differenza di quota tra i due pezzi.

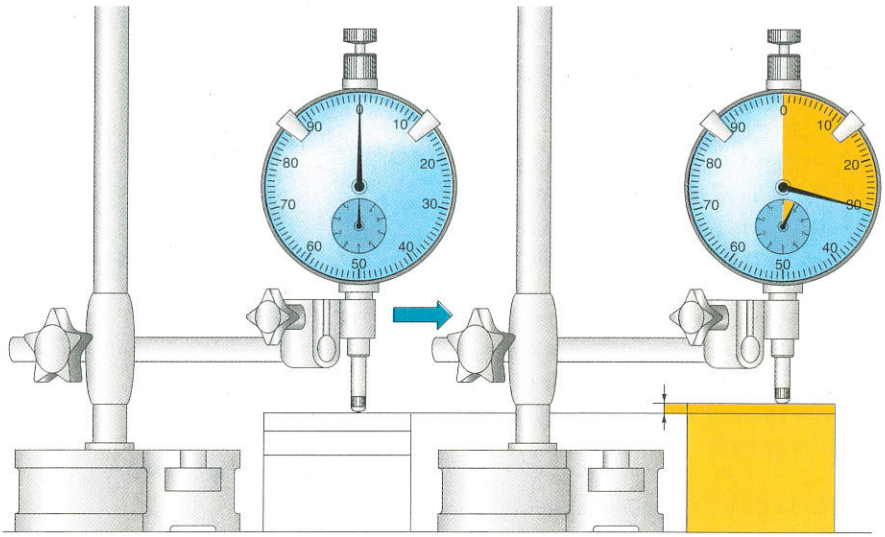

Figura 22. *Funzionamento del comparatore: lo spostamento dell'indice sul quadrante (segnato in colore) esprime la differenza di quota tra il campione (a sinistra) e il pezzo in esame (a destra).*

PARTI FONDAMENTALI DEL COMPARATORE (TABELLA UNI 4180-70)

In figura 23 sono illustrate le parti fondamentali del comparatore centesimale.

- A Tastatore: viene poggiato sulla superficie del pezzo in esame. È avvitato sull'asta mobile B. La punta del tastatore è di solito arrotondata, ma può assumere forme diverse in funzione del tipo di superficie da controllare.
- C Scatola che contiene il meccanismo amplificatore; è generalmente in duralluminio o in acciaio inox.
- D Quadrante centesimale.
- E Indicatore a lancetta dei centesimi.
- F Quadrante dei millimetri; la sua lancetta si sposta di una graduazione per ogni giro completo della lancetta del quadrante centesimale.
- G Indicatori mobili, spostabili lungo il contorno del quadrante per delimitare un campo di tolleranza prefissato.
- H Ghiera per l'azzeramento del comparatore; in altri tipi l'azzeramento si effettua ruotando il quadrante.
- I Pomello per sollevare il tastatore.

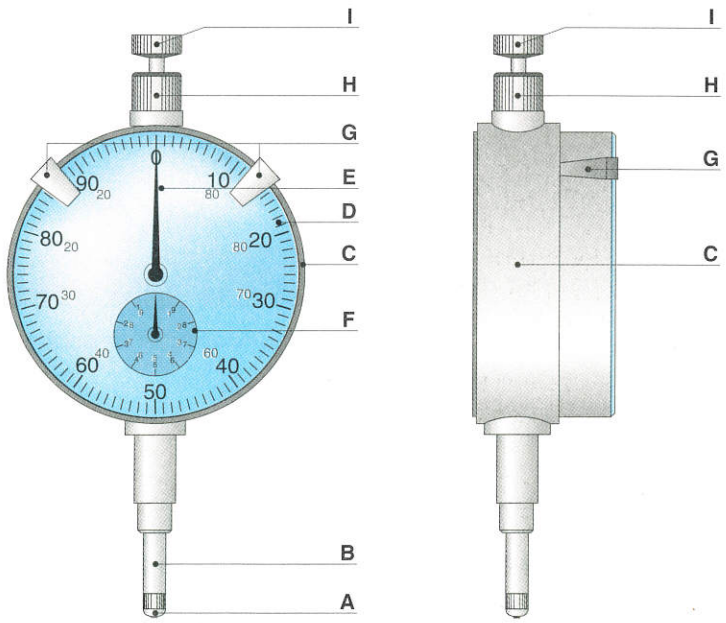

Figura 23. *Parti fondamentali del comparatore centesimale.*

APPROSSIMAZIONE E CAMPO DI MISURA DEI COMPARATORI

Il meccanismo di amplificazione del comparatore centesimale, a ogni spostamento di 1 mm del tastatore fa corrispondere una rotazione completa dell'indice sul quadrante centesimale. Poiché questo è suddiviso in 100 parti, a ognuna di esse corrispondono spostamenti di 1/100 = 0,01 mm. Questo valore rappresenta appunto l'approssimazione del comparatore. Ogni 10 centesimi, i tratti più lunghi della graduazione contrassegnati dai numeri 10, 20, 30 ecc., indicano i decimi di mm.

Per valutare gli spostamenti superiori al mm senza dover contare e tenere a mente il numero di giri compiuti dall'indice centesimale, i comparatori sono dotati di un quadrante più piccolo con una scala che registra gli spostamenti in mm. A ogni giro completo dell'indice centesimale, l'indice dei mm si sposta contemporaneamente di una divisione. La scala dei millimetri è divisa generalmente in 10 parti. Il campo di misura dei comparatori centesimali è quindi limitato a 10 mm. Ciò significa che 10 mm è la massima escursione possibile del tastatore.

In alcuni tipi di comparatori la numerazione sul quadrante centesimale e su quello dei millimetri è riportata sia in senso orario sia in senso antiorario per facilitare la lettura degli spostamenti delle lancette che possono verificarsi sia verso destra sia verso sinistra, a seconda che il tastatore si alzi o si abbassi rispetto alla posizione iniziale.

In alcuni comparatori più precisi l'approssimazione è ancora maggiore, cioè di 0,005 o di 0,002 mm o, come nel comparatore millesimale, o minimetro, di 1 μm (1/1000 = 0,001 mm). Il campo di misura di questi comparatori di alta precisione è limitato a 1 mm o anche meno.

TIPI DI SUPPORTO DEI COMPARATORI

I comparatori devono essere sostenuti da appositi supporti la cui struttura varia a seconda del tipo di controllo.
Quasi tutti i tipi di supporti sono costituiti da un insieme di due o tre aste collegate mediante snodi che permettono il posizionamento del comparatore in un punto qualunque dello spazio circostante.
La base del supporto può essere appoggiata su una superficie fissa come il piano di riscontro, il banco di lavoro o le guide di una macchina utensile. Esistono anche supporti con base magnetica.

I principali tipi di supporto sono illustrati nella figura 24.

A sinistra è mostrato un **supporto a base magnetica**, usato soprattutto per posizionare il comparatore sulle guide, sulle tavole, e sulle slitte delle macchine utensili. È possibile così controllare sia il corretto posizionamento dei pezzi, sia i moti, gli spostamenti e gli allineamenti dei vari organi della macchina (ad esempio nel collaudo). Questo tipo di supporto è dotato di bracci orientabili, utili soprattutto quando il comparatore deve essere spostato sopra un piano di riscontro per controlli di planarità, parallelismo, ecc.

A destra è mostrato un **supporto fisso**, usato per il controllo di pezzi prodotti in serie e per misure di precisione eseguite per confronto con pezzi campione o con combinazioni di blocchetti piano paralleli. La superficie di appoggio dei pezzi è perfettamente piana e funge da piano di riscontro.

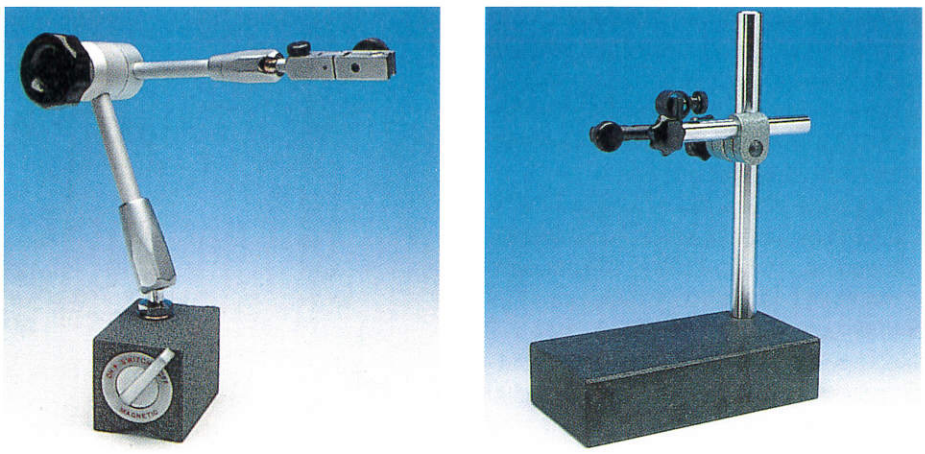

Figura 24. *Supporti per comparatori.*

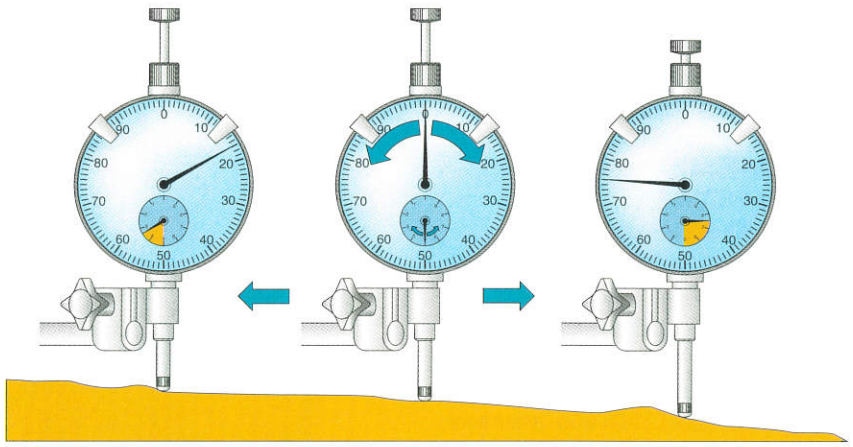

Figura 25. *Precarica del comparatore.*

PRECARICA DEL COMPARATORE

Per consentire l'escursione del tastatore sia in alto che in basso e assicurare una corretta pressione di appoggio del tastatore stesso sul pezzo, si ricorre alla precarica dello strumento (figura 25).
Si porta il pezzo da controllare a contatto con il tastatore dello strumento e si regola la posizione del comparatore sul supporto in modo che l'asta misuratrice possa spostarsi sia in alto che in basso di qualche mm.

L'entità della precarica può essere controllata osservando la posizione della lancetta sul quadrante dei millimetri. Ad esempio si può posizionare il comparatore in modo che, all'inizio del controllo, la lancetta indichi circa 5 mm.

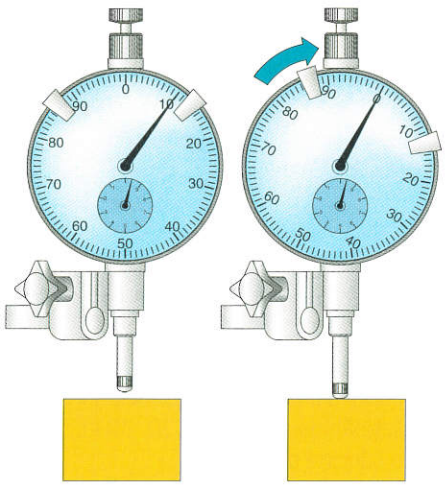

Figura 26. *Azzeramento di un comparatore con asta a cremagliera.*

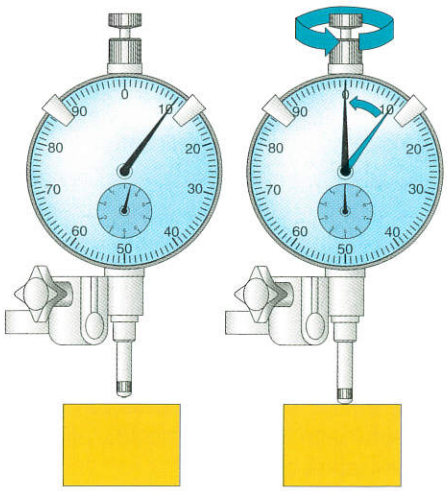

Figura 27. *Azzeramento di un comparatore con asta filettata.*

AZZERAMENTO DEL COMPARATORE

L'azzeramento del comparatore è l'operazione che viene eseguita all'inizio del controllo, dopo che il pezzo è stato introdotto sotto lo strumento. Pur non essendo essenziale, è un'operazione che facilita la lettura.
Nei comparatori con asta a cremagliera (figura 26) l'azzeramento si esegue facendo ruotare il quadrante, per mezzo della ghiera zigrinata esterna, sino a fare coincidere lo zero con la lancetta più grande.
Nei comparatori con asta filettata (figura 27) l'azzeramento si esegue facendo ruotare la ghiera posta all'estremità superiore dell'asta. In questo caso sono le lancette a spostarsi rispetto al quadrante, che rimane fisso.

COMPARAZIONE DI UN QUOTA

1. Dopo aver posizionato il comparatore sul relativo sostegno, poggiando il tutto su un piano di riscontro (figura 28), con una serie di blocchetti piano-paralleli (blocchetti Jonsonn) si costruisce la quota campione (quota di riscontro).

2. Si azzera lo strumento non prima di aver controllato che il tastatore possa spostarsi nei due sensi (precarica).

3. Con le dovute cautele si sostituisce ai blocchetti campione il pezzo da controllare e si rileva il nuovo posizionamento dell'indice.

Una rotazione dell'indice in senso antiorario definisce uno scarto negativo cioè una quota minore rispetto a quella di riscontro.

Una rotazione dell'indice in senso orario definisce uno scarto positivo, cioè una quota maggiore di quella di riscontro.

Nell'esempio in figura viene creata una quota di riscontro di 71,05 mm (utilizzando 3 blocchetti piano-paralleli 50 + 20 + 1,05 = 71,05). Successivamente, posizionato il pezzo da controllare, l'indice si sposta di 7 tacche in senso orario (la quota è maggiore di 0,07 mm rispetto a quella campione). Il pezzo controllato misura 71,12 mm, ovvero la quota di riscontro più lo scostamento positivo (71,12 + 0,07 = 71,12 mm).

Qualora al controllo l'indice si spostasse in senso antiorario (negativo), bisognerebbe sottrarre lo scostamento.

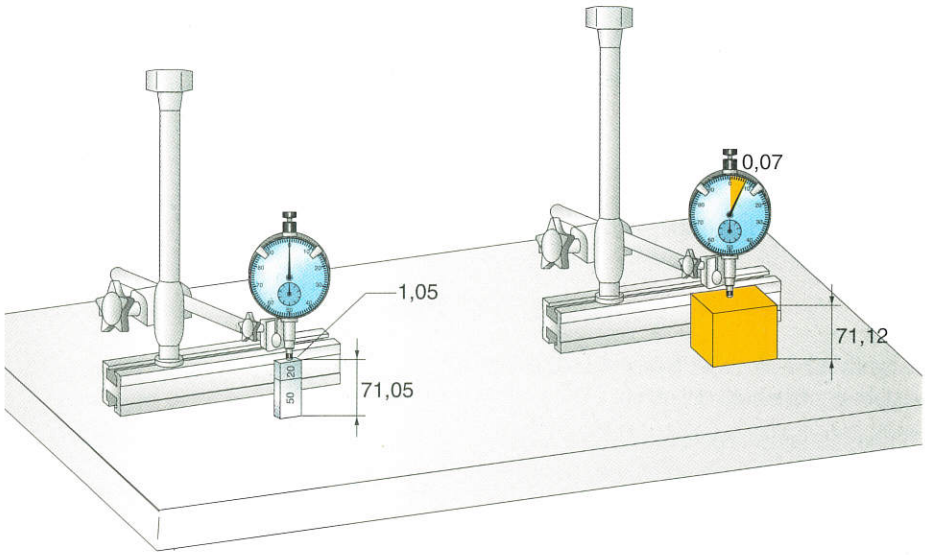

Figura 28. *Comparazione di una quota.*

CONTROLLO DELLA PLANARITÀ CON IL COMPARATORE

Dopo aver azzerato lo strumento in prossimità di un vertice del pezzo, si fa scorrere la superficie da controllare percorrendo il perimetro, gli assi e le diagonali.

Gli scarti positivi o negativi registrati dal comparatore nei vari punti perlustrati dal tastatore precisano, in centesimi di mm, l'entità dell'errore di planarità della superficie in esame.

Nell'esempio illustrato in figura 29 lo scarto massimo tra il punto più alto e quello più basso è di 0,29 mm 0,09 - (- 0,20) = 0,29 mm.

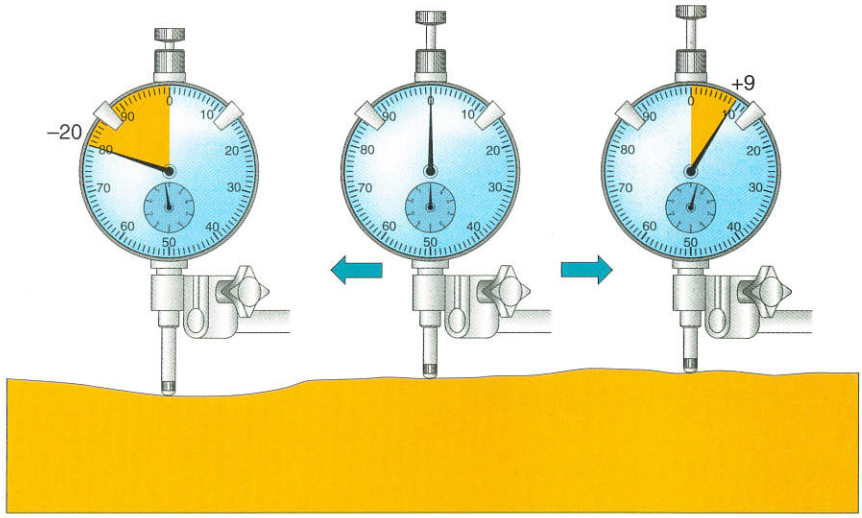

Figura 29. *Controllo della planarità con il comparatore.*

GONIOMETRO UNIVERSALE

Il goniometro universale (figura 30) viene impiegato per misure angolari che richiedono una approssimazione inferiore al grado.

Lo strumento è costituito da un disco graduato sul quale sono riportati quattro quadranti, ciascuno con scala da 0 a 90°, e da un secondo disco coassiale al primo e munito di un dispositivo a nonio, che consente la lettura delle frazioni di grado.

La misurazione avviene appoggiando alle superfici angolate del pezzo la squadra fissa e l'asta mobile di cui è dotato il goniometro. In figura è illustrato un esempio di misurazione.

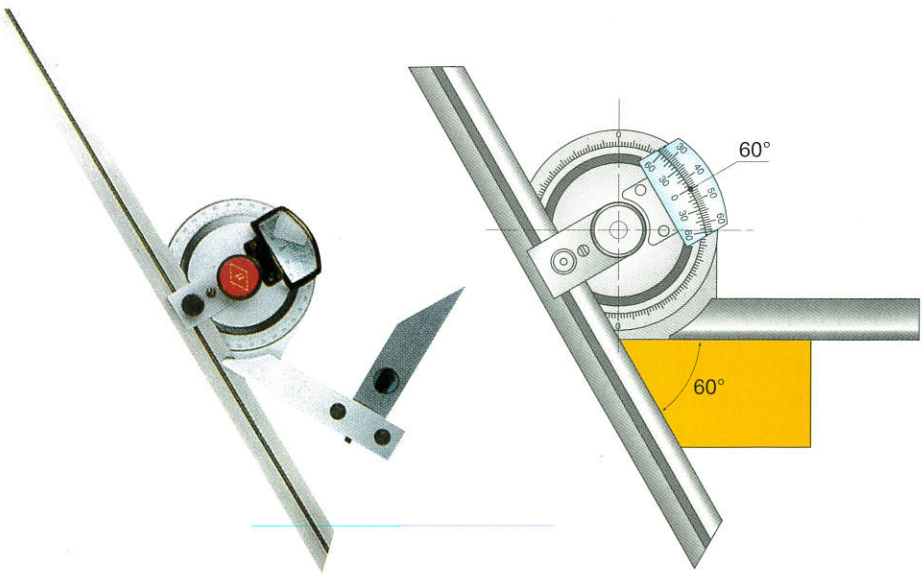

Figura 30. *Goniometro universale. Nel disegno, esempio di misurazione di un angolo di 60°.*

LETTURA DEL NONIO ANGOLARE DEL GONIOMETRO UNIVERSALE

Per facilitare la comprensione dei passaggi seguenti, ricordiamo che 1° = 60'.
Il nonio angolare del goniometro universale è costituito da un arco di cerchio di ampiezza 11° diviso in 12 parti (figura 31).
Poiché 11° = 660', la distanza tra le divisioni del nonio è di 55'. Infatti si ha:

660 : 12 = 55'.

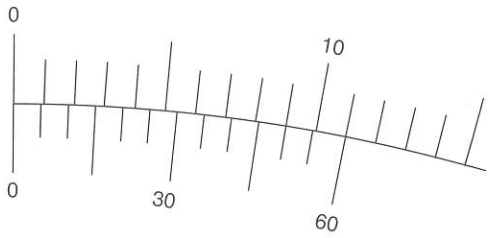

***Figura 31**. Rapporto tra l'arco graduato e il nonio angolare del goniometro universale.*

In figura 32 è illustrato il procedimento da seguire per la lettura del nonio.

A) Consideriamo il nonio di sinistra e, facendolo ruotare in senso antiorario, portiamo in allineamento la tacca 1 del nonio con la tacca 1 della scala angolare. Troveremo che la distanza tra i due 0, ovvero l'apertura angolare, equivale a:

60' - 55' = 5'

B) Consideriamo il nonio di sinistra e, facendolo ruotare in senso antiorario, portiamo in allineamento la tacca 2 del nonio con la tacca 2 della scala angolare. Troveremo che la distanza tra i due 0, ovvero l'apertura angolare, equivale a:

(60' x 2) - (55' x 2) = 10'

C) Così facendo arriviamo ad allineare la tacca 12 del nonio con la tacca 12 della scala angolare. Troveremo che la distanza tra i due 0, ovvero l'apertura angolare equivale a:

(60' x 12) - (55' x 12) = 60' = 1

(in questo caso lo 0 del nonio si allineerà con la tacca 1 della scala angolare).

Per permettere una totale copertura delle misurazioni angolari il nonio del goniometro è speculare in modo che la lettura di un angolo acuto o ottuso sia sempre possibile.
Se lo 0 del nonio si trova a destra dello 0 della scala angolare si userà il nonio di destra; in caso contrario si userà il nonio di sinistra.

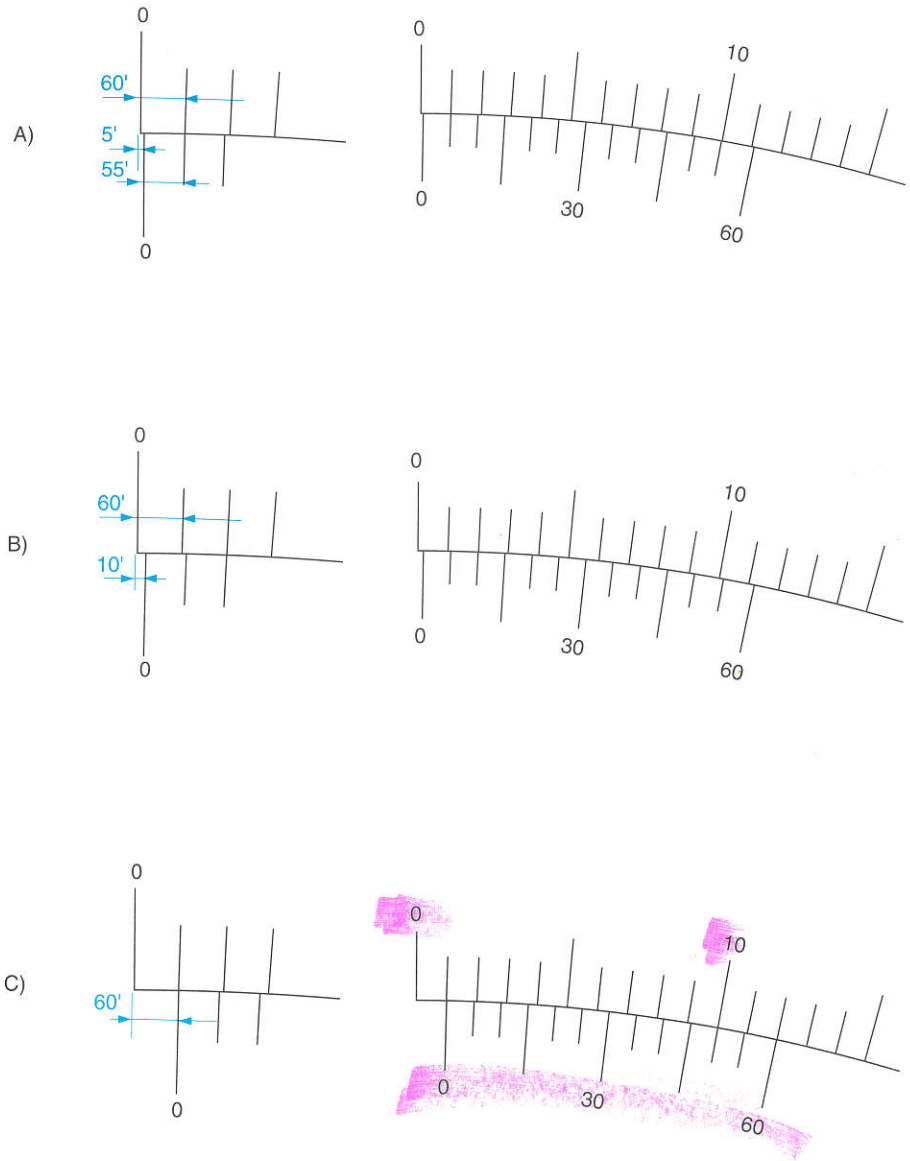

***Figura 32.** Lettura del nonio angolare del goniometro universale.*

Come per il calibro a corsoio, anche per il goniometro universale esiste la versione con nonio doppio per agevolare la lettura. Il nonio doppio (figura 33) è formato da un arco di ampiezza 23° diviso in 12 parti.

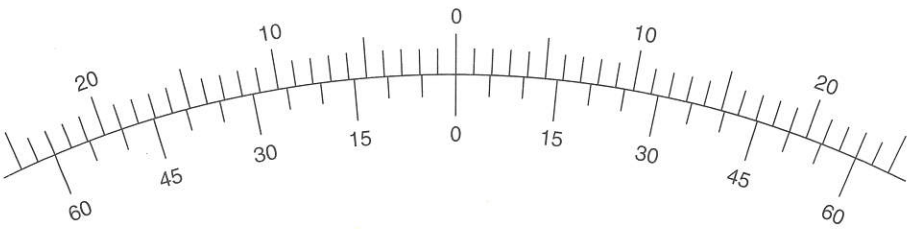

***Figura 33.** Rapporto tra la scala graduata e il nonio doppio del goniometro universale.*